

Rapport

Modèles d'évaluation des risques

Sous-commission sur le cadre de solvabilité, Groupe de travail sur les modèles de la Commission sur la gestion des risques et le capital requis

Août 2008

Document 208061

*This document is available in English
© 2008 Institut canadien des actuaires*

Les rapports des commissions et des groupes de travail représentent l'opinion de la commission ou du groupe de travail mais pas nécessairement l'opinion de l'Institut canadien des actuaires. Les membres doivent connaître les rapports des commissions et groupes de travail. Ces rapports ne constituent pas des normes de pratique et sont donc de caractère non exécutoire. Il n'est pas obligatoire que les rapports des commissions et des groupes de travail soient conformes aux normes. Le mode d'application de normes dans un contexte particulier demeure la responsabilité des membres dans tous les domaines de pratique.

Note de service

- À :** Tous les Fellows, affiliés, associés et correspondants de l'Institut canadien des actuaires
- De :** Jacques Tremblay, président
Direction de la pratique actuarielle
William Beatty, président
Sous-commission sur le cadre de solvabilité, Groupe de travail sur les modèles de la Commission sur la gestion des risques et le capital requis
- Date :** Le 15 août 2008
- Objet :** **Rapport – Modèles d'évaluation des risques**

Le Groupe de travail sur les modèles de la Sous-commission sur le cadre de solvabilité a rédigé un rapport sur les modèles d'évaluation des risques. Le rapport porte sur les considérations pertinentes à tous les modèles d'évaluation des risques. Le mouvement actuel qui consiste à adopter des modèles de capital avancés et à délaisser les approches prescrites factorielles ou fondées sur une formule nous a poussés à rédiger le présent document. Les sociétés élaborent des modèles internes faisant appel à des générateurs de scénarios économiques, à des modèles de flux monétaires reposant sur les données et les résultats des sociétés et souvent à un traitement stochastique.

Le présent document vise à donner aux actuaires et aux organismes de réglementation et de surveillance d'assurance des directives à l'égard des pratiques relatives aux modèles d'évaluation des risques aux fins surtout de l'évaluation du capital. Ces directives ont pour objet de favoriser l'exactitude des résultats, la comparabilité entre les sociétés, l'uniformité entre les dates d'évaluation et entre les risques, la transparence des modèles, la fiabilité des résultats et l'applicabilité de la mise en œuvre et de l'utilisation du modèle.

Conformément à la Politique sur le processus officiel d'approbation de documents relatifs à la pratique autres que les normes de pratique de l'Institut, ce document a été approuvé à l'unanimité par le Groupe de travail sur les modèles de la Sous-commission sur le cadre de solvabilité et a reçu l'approbation finale de la Direction de la pratique actuarielle à des fins de diffusion le 16 janvier 2008.

Les membres du groupe de travail sont William Beatty, Ronald Harasym, Trevor Howes, Jean-Guy Lapointe, Steven Prince, Sylvain St-Georges et Stuart Wason.

Si vous avez des questions ou commentaires à formuler au sujet du présent document, veuillez communiquer avec William Beatty, à l'adresse William_Beatty@manulife.com.

JT, WB

TABLE DES MATIÈRES

1.	SOMMAIRE	6
2.	CONTEXTE.....	11
2.1	Adoption à l'échelle mondiale des modèles de capital avancés.....	11
2.2	Initiative canadienne.....	12
2.3	Besoin d'élaborer des directives relatives aux modèles d'évaluation des risques	12
3.	OBJET	12
3.1	Portée du document.....	13
3.2	Auditoire.....	14
3.3	Structure du document.....	14
4.	CONCEPTION DU MODÈLE	14
4.1	Définition du modèle.....	15
4.2	Risque de modèle	17
4.3	Cadre d'évaluation des risques.....	18
4.4	Considérations relatives aux modèles de capital	19
4.4.1	Situations extrêmes	19
4.4.2	Questions pratiques relatives à la mise en œuvre.....	19
4.4.3	Agrégation des risques	20
4.4.4	Variation anticipée du profil de risque.....	21
4.4.5	Évaluations concrètes par rapport à évaluations neutres à l'égard du risque	21
4.4.6	Tous les risques	21
4.4.7	Modèles avancés par rapport à standard	21
4.5	Ressources.....	21
4.6	Approximations.....	22
4.7	Intégration des risques et intégration des modèles	24
4.7.1	Couverture du modèle	25
4.7.2	Avantages de la diversification	25
4.7.3	Mise en œuvre des hypothèses de corrélation.....	26
4.7.4	Allocation des avantages de la diversification	27
4.7.5	Dépendances des risques.....	28
4.7.6	Concentration des risques.....	28
4.7.7	Segments de l'excédent par rapport aux segments du passif	29
4.8	Conception des modèles stochastiques.....	29
4.9	Capital réglementaire par rapport à l'évaluation interne des risques	31
4.9.1	Éléments pouvant éventuellement être standardisés	31
4.9.2	Profil de risque	31
4.10	Avancés par rapport à standard	32

5.	MISE EN ŒUVRE DES MODÈLES	33
5.1	Formulation et utilisation des hypothèses	33
5.1.1	Hypothèses par rapport aux paramètres	33
5.1.2	Paramètres opérationnels.....	34
5.1.3	Sélection des hypothèses.....	34
5.1.4	Résultats de la société par rapport à ceux de l'industrie	35
5.1.5	Granularité du modèle et des hypothèses	35
5.1.6	Validation des hypothèses.....	36
5.1.7	Application de marges aux hypothèses de meilleure estimation.....	37
5.1.8	Choisir les hypothèses des scénarios de niveau de stress.....	39
5.2	Mise en œuvre de la TI.....	40
5.2.1	Objectifs de la TI.....	40
5.2.2	Transparence de la méthodologie, des hypothèses et des paramètres	41
5.2.3	Séparation des données et des hypothèses	41
5.2.4	Contrôle des changements.....	42
5.2.5	Examen, reproduction et maintien des activités.....	42
5.2.6	Conception en vue des futures mises à niveau technologiques.....	42
5.2.7	Considérations relatives aux logiciels internes par rapport aux logiciels tiers.....	43
5.3	Données opérationnelles.....	43
5.3.1	Données opérationnelles réelles par rapport au modèle opérationnel.....	43
5.3.2	Utilisation de sources de données communes	44
5.3.3	Techniques de validation de totaux de contrôle	44
5.3.4	Utilisation de fichiers de données générés avant la date du rapport	45
5.4	Processus	45
5.4.1	Souplesse d'utilisation.....	45
5.4.2	Contrôle ex-post.....	46
5.4.3	Analyse de sensibilité.....	46
5.4.4	Calibrage des modèles.....	47
5.4.5	Application des processus de calcul à certains blocs ou certaines polices..	47
5.4.6	Archivage et reproduction des modèles	47
5.4.7	Extrants des modèles.....	48
5.5	Résultats et analyse	48
5.5.1	Souplesse des rapports	48
5.5.2	Validation des rapports adaptés.....	48
5.5.3	Terminologie et format standard.....	48
5.6	Mise en œuvre des modèles stochastiques	49
6.	VALIDATION ET CALIBRAGE DES MODÈLES.....	50
6.1	Validation conceptuelle.....	51
6.2	Validation de la mise en œuvre	51
6.3	Contrôle des données et des changements	53
6.4	Valider et calibrer un générateur de scénarios économiques	54

7.	GOUVERNANCE	55
7.1	Rôles, responsabilités, ressources	55
7.1.1	Approbations, examens, opinions, recours.....	55
7.1.2	Politiques adéquates	56
7.1.3	Expertise et outils adéquats	56
7.1.4	Recours à des ressources externes.....	57
7.2	Caractéristiques de la politique et des pratiques de gestion des risques.....	57
7.2.1	Utilisation répandue du modèle de capital	57
7.2.2	Niveau de l'exposition au risque	57
7.3	Processus d'examen	58
7.3.1	Examen interne.....	59
7.3.2	Examen externe.....	59
7.3.3	Examen par l'autorité de réglementation/de surveillance	60
7.4	Documentation	60
7.5	Conformité.....	61
7.5.1	Modèle et processus	61
7.5.2	Résultats	62
8.	RAPPORTS.....	62
8.1	Objectifs des rapports	62
8.2	Types de rapport et fréquence	63
8.3	Communication périodique des résultats aux intervenants	63
8.3.1	Gestion interne	64
8.3.2	Examineurs	64
8.3.3	Public.....	65
8.4	Autres rapports d'analyse sur les risques	65
8.5	Rapports sur l'élaboration, la modification et la mise en œuvre des modèles	66
8.6	Rapport d'approbation.....	66
	ANNEXE A – GLOSSAIRE.....	68
	ANNEXE B – OUVRAGES DE RÉFÉRENCE SUR LE CADRE DE SOLVABILITÉ CANADIEN.....	73

1. SOMMAIRE

Le présent document porte sur les considérations pertinentes à tous les modèles d'évaluation des risques. Le mouvement actuel qui consiste à adopter des modèles de capital avancés et à délaisser les approches prescrites factorielles ou fondées sur une formule nous a poussés à rédiger le présent document. Les sociétés élaborent des modèles internes faisant appel à des générateurs de scénarios économiques, à des modèles de flux monétaires reposant sur les données et les résultats des sociétés et souvent à un traitement stochastique.

Le présent document vise à donner aux actuaires et aux organismes de réglementation et de surveillance d'assurance des directives à l'égard des pratiques relatives aux modèles d'évaluation des risques aux fins surtout de l'évaluation du capital. Ces directives ont pour objet de favoriser l'exactitude des résultats, la comparabilité entre les sociétés, l'uniformité entre les dates d'évaluation et entre les risques, la transparence des modèles, la fiabilité des résultats et l'applicabilité de la mise en œuvre et de l'utilisation du modèle.

CONCEPTION DU MODÈLE

Pour qu'un modèle soit pertinent aux fins de l'utilisation qu'on prévoit en faire, l'actuaire peut tenir compte des aspects suivants le plus tôt possible dans le cadre du processus d'élaboration du modèle.

Définition de modèle

Les modèles peuvent varier considérablement sur les plans des éléments qui sont standardisés par rapport à ceux qui sont propres à la société, du degré de complexité, de la présentation des sous-modèles contributifs et de l'approche probabiliste (stochastique, déterministe ou formule explicite).

Risque de modèle

Un modèle imite et simplifie un système concret : un outil qui produit des estimations et non des résultats exacts. Le risque de modèle est une expression générale pour désigner la possibilité que l'utilisation des modèles génère des erreurs et(ou) des pertes. Il est possible d'atténuer le risque de modèle en adoptant des mesures de gouvernance vigoureuses, en ayant une bonne compréhension des restrictions des modèles et en utilisant judicieusement les marges de risques.

Cadre d'évaluation des risques

Il convient de définir clairement ce que le modèle permettra de mesurer. Un cadre d'évaluation des risques comprend l'élément financier faisant l'objet d'une simulation de crise (réserves, capital, etc.), la période de référence du risque (un an, durée de vie ou entre les deux), la mesure statistique (ECU, VAR, etc.), le niveau de confiance (80 %, 99 %, etc.), et, s'il y a lieu, la provision terminale à la fin de la période de référence du risque.

Considérations relatives au modèle de capital

Les modèles de capital peuvent varier des modèles de planification et de provision plus courants à bien des égards, y compris le fait que les modèles de capital seront exécutés en vertu de scénarios plus extrêmes, qu'ils peuvent exiger plus d'approximations aux fins de

la mise en œuvre pratique et qu'ils mesurent souvent les risques individuellement et ont donc besoin d'un processus d'agrégation.

Ressources

Il est souhaitable d'atteindre un équilibre entre les ressources disponibles et le degré de complexité du modèle. S'il est impossible de garantir les ressources nécessaires pour produire un modèle suffisamment exact et robuste, il pourrait alors envisager la possibilité d'appliquer un modèle standard.

Approximations

Dans le cadre de tout modèle, il est nécessaire d'avoir recours à des approximations, et leur choix fait intervenir jugement et perspective.

Intégration des risques et des modèles

Si l'évaluation des risques se fait au niveau des risques individuels ou des blocs de polices, les résultats seraient alors agrégés en tenant compte des avantages de la diversification, des dépendances entre les éléments de risque et les segments de l'actif et de la concentration des risques.

Conception des modèles stochastiques

Aux fins de la modélisation stochastique, il faut intégrer des générateurs de scénarios d'éléments de risque aux modèles des flux monétaires d'assurance. Le choix et la conception de ces générateurs jouent un rôle prépondérant dans l'exactitude des résultats.

Capital réglementaire par rapport à l'évaluation interne des risques

Même si les modèles de capital réglementaire et d'évaluation internes partageraient idéalement une structure de base commune, les modèles de capital réglementaire sont assujettis à des contraintes qui ne sont peut-être pas souhaitables pour l'évaluation interne des risques.

MISE EN ŒUVRE DES MODÈLES

Élaboration et application des intrants des modèles

L'élaboration des intrants des modèles, notamment hypothèses, paramètres et données opérationnelles, qui doivent être pris en compte individuellement, est un processus clé de la mise en œuvre des modèles.

Dans l'ensemble, les hypothèses correspondent à chacun des risques inhérents de l'activité faisant l'objet de la modélisation et ayant des répercussions financières. Les hypothèses prévues nécessitent l'agencement adéquat des résultats propres à la société et des résultats de l'industrie, selon la crédibilité et la pertinence des données disponibles. La granularité du modèle peut influencer sur celle des hypothèses appliquées. La validation des hypothèses ainsi que la mise en œuvre des hypothèses choisies dans le modèle réel sont toutes deux importantes. Parmi les techniques de validation des hypothèses, mentionnons le contrôle ex-post sous diverses formes et la rationalisation par rapport aux pratiques de l'industrie et d'autres références si elles sont connues.

Habituellement, pour établir des hypothèses, il faut appliquer des marges explicites pertinentes en fonction du type et de l'objet du modèle. Dans les modèles stochastiques,

par contre, la provision pour variation aléatoire est traitée par le biais des mesures du risque choisies. Des considérations spéciales s'appliquent à l'établissement des marges et à la nécessité de refléter l'interaction des hypothèses dans le cadre des scénarios extrêmes requis aux fins de la modélisation du capital et de l'évaluation des risques.

Les paramètres sont des intrants essentiels qui peuvent influencer de manière appréciable sur les résultats de l'utilisation du modèle et sont, de fait, habituellement établis au moyen de techniques de calibrage ou choisies selon un facteur standardisé ou prescrit pour garantir la comparabilité.

Les données opérationnelles reflètent les contrats d'assurance réels et les actifs investis réels. Il peut s'avérer nécessaire de simplifier ou de compresser les données opérationnelles réelles pour des raisons pratiques de délai d'exécution et de documenter et valider de manière adéquate les techniques appliquées. En utilisant des sources de données opérationnelles communes, on diminue les risques et les efforts à déployer, mais la validation des totaux de contrôle demeure utile. D'autres considérations s'appliquent quand l'analyse est effectuée à un autre moment que la date de préparation du rapport.

Mise en œuvre de la technologie de l'information (TI)

Les questions de TI sont inhérentes aux modèles avancés. Les principaux objectifs sont de garantir la transparence de la méthodologie, des hypothèses et des paramètres et l'intégrité par rapport à la conception du modèle théorique, d'une part, et de réaliser un rendement économiquement viable, d'autre part. La mise en œuvre du modèle pourrait faciliter la gestion et la validation des approximations dans la représentation des données ou l'application des hypothèses et pourrait établir une distinction claire entre les hypothèses et les données.

Que ce soit à l'aide de solutions exclusives ou imparties, pour mettre en œuvre la TI, il pourrait être avantageux de prévoir des procédures de contrôle des changements adéquates, d'examiner et de reproduire les résultats aux fins de la vérification et d'établir des processus de sauvegarde et de reprise, notamment des plans de poursuite des activités. Il pourrait également être utile de prévoir la capacité d'intégrer de manière harmonieuse les futures améliorations technologiques.

Processus

Aux fins de la mise en œuvre du modèle, outre l'analyse des risques de base et le calcul du résultat primaire, il serait utile de prévoir divers processus y compris des tests de validation, des analyses de sensibilité, des simulations de crise, le calibrage des modèles mathématiques qui génèrent des scénarios économiques, l'archivage et la reproduction des exécutions antérieures, la documentation des hypothèses et des résultats détaillés. La souplesse de l'utilisation présente de nombreux avantages, s'il est possible d'y avoir recours.

Résultats et analyse

Il pourrait convenir de concilier la latitude au plan de la préparation des rapports et les préoccupations relatives à la fiabilité et la validation, d'une part, et prendre en compte le risque de mauvaise interprétation ou mauvaise utilisation des résultats.

Mise en œuvre des modèles stochastiques

La modélisation stochastique complexe exige souvent des milliers de scénarios, ce qui crée des tensions appréciables sur les ressources matérielles à moins d'utiliser des raccourcis de traitement, par exemple, des scénarios représentatifs, ou des techniques de modélisation prédictive. Il est impératif de valider avec soin ces approximations pour contrôler le risque de modèle et le risque opérationnel accru.

VALIDATION ET CALIBRAGE DES MODÈLES

Les modèles peuvent être très complexes et la marche à suivre pour les vérifier aussi. Il conviendrait habituellement de les valider sur le plan tant de la conception (c.-à-d., la base théorique est valide) que de la mise en œuvre (c.-à-d., le modèle met fidèlement en œuvre la théorie). Pour valider un modèle, l'actuaire pourrait tenir compte de ce qui suit.

Techniques

La validation peut se faire de plusieurs façons; il est notamment possible de valider que chacun des éléments en soi est raisonnable, que les scénarios d'essai simples fonctionnent comme prévu, que les hausses marginales de complexité produisent dans les résultats des changements qui peuvent être expliqués, que les cas extrêmes génèrent des résultats explicables, que les résultats ont un lien rationnel avec les autres modèles ou les facteurs standard publiés et que les divers degrés d'agrégation des résultats donnent lieu à des avantages de diversification pertinents.

Calibrage

La calibration des modèles garantit que l'ensemble des hypothèses et des paramètres sont pertinents à la situation à l'étude. L'actuaire examinerait périodiquement le calibrage des modèles afin de veiller à ce qu'ils demeurent pertinents en fonction de l'évolution de la situation et de l'environnement opérationnel.

GOUVERNANCE

Rôles, responsabilités et ressources

Il serait utile que les principaux rôles et responsabilités du conseil d'administration pour ce qui est des approbations et de la haute direction (chef de la direction, chef des services financiers, chef de la gestion des risques et actuaire désigné) pour ce qui est du processus de gestion et de l'élaboration et l'application des modèles d'évaluation des risques soient bien définis. Des politiques adéquates traiteraient de gestion des risques, de documentation, de contrôles et de conformité. Le degré d'expertise disponible est une considération importante et des outils spécialisés pourraient s'avérer nécessaires. On pourrait ainsi devoir faire appel à des ressources externes.

Caractéristiques des pratiques et de la politique de gestion des risques

Une robuste gouvernance passe par l'utilisation répandue du modèle de capital dans les pratiques de gestion des risques, y compris gestion des risques/du capital, allocation et planification du capital et mesure du rendement/rémunération au rendement. Le degré d'exposition au risque est habituellement géré en fonction de limites de risque préétablies.

Processus d'examen

Le processus d'examen est un volet important des mécanismes de contrôle. Il repose sur trois composantes, à savoir l'examen interne, l'examen externe et l'examen de l'autorité de réglementation/de surveillance. Il intégrerait tous les aspects du modèle et du cadre d'évaluation des risques établis. Un examen intégral du modèle serait habituellement effectué quand un modèle est mis en œuvre. En cas de modifications importantes, d'autres examens pourraient s'avérer nécessaires.

Documentation

La documentation sur les modèles est utile à des fins d'examen et de contrôle. De nombreux détails peuvent être documentés, partant des principes sur lesquels les modèles s'appuient aux approximations utilisées. On peut avoir recours à divers styles de documentation dont la précision varie en fonction des intervenants et de l'importance de l'information.

Conformité

Les modèles sont assujettis à toutes les exigences relatives à la conformité, par exemple, les règles de l'autorité de réglementation/de surveillance, les politiques internes et les directives professionnelles.

PRÉPARATION DES RAPPORTS

Il conviendrait habituellement de rendre compte des résultats d'un modèle d'évaluation des risques d'une manière et avec un degré de précision qui conviennent à l'auditoire cible et à l'objet du rapport. Si la méthodologie est divulguée publiquement, il est plus facile de garantir la transparence et la comparabilité des modèles internes à l'échelle de l'industrie. Les rapports peuvent se classer dans les catégories suivantes :

Rapports sur les résultats et(ou) le capital prescrit

Ils sont préparés une fois l'an à l'intention de la haute direction et du conseil d'administration, des examinateurs et organismes de réglementation ou du grand public; ils présentent habituellement les chiffres définitifs sur le capital requis et le capital cible. Le rapport indiquerait habituellement que les modèles utilisés sont conformes aux politiques de la société, aux pratiques de l'industrie et aux exigences de l'autorité de réglementation/de surveillance. Le degré de précision au sujet des mécanismes de contrôle et de la validation du modèle, des hypothèses et de la sensibilité aux risques est fonction des besoins spécifiques des divers intervenants.

Rapports d'analyse des risques

Ces rapports sont préparés sur une base spéciale et portent sur l'éventuelle incidence d'une transaction proposée ou d'une modification apportée à la politique ou à la stratégie d'atténuation des risques. Les rapports mettraient l'accent sur l'objet particulier et précis de l'analyse.

Rapports sur les progrès réalisés au chapitre de l'élaboration et la mise en œuvre du modèle

Les rapports donnent aux intervenants de l'information sur le projet d'élaboration du modèle. Ils peuvent être assez précis et mettre l'accent sur quelques questions

tout en faisant renvoi à l'état d'avancement plus général. L'actuaire pourrait recourir souvent et pour chaque étape aux rapports afin de tenir les personnes intéressées au courant et de s'assurer d'une bonne coordination à l'échelle de la société.

Rapports d'approbation

Ces rapports sont préparés à l'intention du conseil d'administration et(ou) des organismes de réglementation/de surveillance et portent sur l'approbation initiale des modèles que la société utilisera. La demande d'approbation indiquerait, section par section, comment l'institution se conforme aux divers critères. Il pourrait convenir de mettre une emphase spéciale sur la gestion des expositions aux risques et l'application des modèles internes à la mesure de ces risques. L'actuaire pourrait, s'il y a lieu, donner de l'information sur la fréquence des vérifications et des examens des modèles et fournir de la documentation et des exemples de rapport.

2. CONTEXTE

Le présent document porte sur les considérations pertinentes à tous les modèles d'évaluation des risques. Le mouvement actuel qui consiste à adopter des modèles de capital avancés et à délaisser les approches prescrites factorielles ou fondées sur une formule nous a poussés à rédiger le présent document. Les sociétés élaborent des modèles internes faisant appel à des générateurs de scénarios économies, à des modèles de flux monétaires reposant sur les données et les résultats des sociétés et souvent à un traitement stochastique.

2.1 Adoption à l'échelle mondiale des modèles de capital avancés

Le secteur international des assurances adopte actuellement des modèles de capital avancés aux fins de la gestion des risques internes, des exigences de déclaration en matière de réglementation/de surveillance et des évaluations des agences de notation. Au nombre des exigences des organismes de réglementation/de surveillance s'appuyant sur des modèles avancés, mentionnons l'initiative Solvabilité 2 dans l'Union européenne, l'évaluation du capital individuel au R.-U. et le test de solvabilité en Suisse. L'industrie bancaire internationale a dans une large mesure adopté des modèles avancés, car Bâle II sera appliqué dans bien des pays en 2007.

Les modèles avancés peuvent prendre diverses formes, mais sont habituellement conçus pour garantir ce qui suit.

- Les risques sont mesurés de manière cohérente et au même niveau de confiance.
- Le profil de risque de chaque société est pris en compte, mieux que dans le cadre d'une approche factorielle générale.
- Les facteurs de risque et les facteurs d'atténuation des risques (notamment les avantages de la diversification) sont pris en compte et compris.
- La saine gestion des risques est encouragée puisque les niveaux de capital reflètent les conséquences des décisions et des mesures prises par la direction.

- Le cadre de solvabilité est fondé sur des principes et ainsi, les modèles évoluent en fonction de l'évolution de l'environnement.

Il est attendu que les modèles de capital avancés feront en sorte que les niveaux de capital détenu par chacune des sociétés soient davantage appropriés et appuieront des décisions administratives avisées et fondées sur les risques.

2.2 Initiative canadienne

Le Canada s'active maintenant pour adopter des modèles avancés afin de déterminer les exigences en matière de capital. Comparativement à d'autres cadres de capital réglementaire, le montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMPRCE) à l'intention des sociétés d'assurance-vie est déjà raisonnablement perfectionné. Les exigences actuelles varient en fonction du risque, partant de l'utilisation de modèles internes avancés propres aux sociétés à des approches factorielles simplistes. L'objectif est de poursuivre l'évolution du MMPRCE au risque par risque, mais en vertu d'un cadre uniforme dans l'avenir. En bout de ligne, il est prévu que des approches avancées de modélisation seront élaborées pour la plupart des risques parallèlement à au moins une approche standard plus simple pour chaque risque.

Le Comité consultatif du MMPRCE (CCM) dirige cette initiative. Le CCM regroupe des représentants de l'industrie des assurances, de la profession actuarielle et des organismes de surveillance. Les travaux d'élaboration sont effectués par la Commission sur la gestion des risques et le capital requis – Sous-commission sur le cadre de solvabilité de l'ICA et ses divers groupes de travail. Les détails concernant le cadre de solvabilité en général et les méthodes appliquées à certains risques figurent dans les ouvrages de référence à l'Annexe B.

2.3 Besoin d'élaborer des directives relatives aux modèles d'évaluation des risques

L'industrie canadienne des assurances modélise ses activités depuis des années. Les modèles de la Méthode canadienne axée sur le bilan (MCAB) et de l'Examen dynamique de suffisance du capital (EDSC) sont déjà passablement avancés. Habituellement, ces modèles sont propres aux sociétés, ils saisissent tous les risques importants, ils intègrent les actifs et les passifs et font souvent appel à des données intégrales dossier par dossier.

Il demeure cependant nécessaire d'élaborer des directives relatives aux pratiques des modèles d'évaluation des risques en raison de ce qui suit.

- Il y a pour le moment peu de directives sur la modélisation professionnelle canadienne (mise à part celles sur les fonds distincts);
- Certains facteurs à prendre en compte sont particulièrement pertinents pour les modèles de capital par opposition aux modèles de planification et de provision, tel que décrit à la Section 4.4; et
- L'application et l'utilisation des méthodes stochastiques aux fins de la modélisation continuent d'évoluer.

3. OBJET

Le présent document vise à donner aux actuaires et aux organismes de réglementation et de surveillance des directives à l'égard des pratiques relatives aux modèles d'évaluation des

risques aux fins surtout de l'évaluation du capital. Le présent rapport tente de prendre en compte tous les aspects du fonctionnement et de l'utilisation de ces types de modèles.

L'objectif consistant à instaurer des normes minimales aux fins de l'utilisation des modèles d'évaluation des risques vise à garantir ce qui suit.

- **Exactitude** : Instaurer des mécanismes de contrôle pour garantir que chaque risque est raisonnablement pris en compte et que les résultats sont significatifs.
- **Comparabilité** : Voir à ce que les résultats diffusés à l'externe soient comparables entre les sociétés.
- **Cohérence** : Garantir que les résultats sont cohérents entre les dates d'évaluation et entre les risques.
- **Transparence** : S'assurer que les modèles sont documentés et que tous les utilisateurs en connaissent bien les capacités et les limites.
- **Fiabilité** : Garantir que le processus consistant à générer des résultats est robuste.
- **Aspect pratique** : Reconnaître les contraintes financières et temporelles et les compromis adéquats entre l'exactitude théorique et l'importance relative.

3.1 Portée du document

Le présent document vise à aborder tous les aspects de la conception, de la mise en œuvre et de la validation des modèles, le rôle du modèle dans la gouvernance des risques et la déclaration des résultats des modèles. Il ne s'agit ni d'une note d'orientation de l'autorité de réglementation/de surveillance ni d'une norme professionnelle, même s'il pourrait servir de point de départ utile pour la préparation de documents du genre.

Bien que le document vise à couvrir tous les types de modèle d'évaluation des risques, il porte surtout sur les modèles de capital avancés. L'accent y est mis sur les considérations servant à garantir que les résultats du modèle sont raisonnables et conformes aux objectifs déjà décrits par opposition à un document qui prescrit des méthodes.

Un cadre de solvabilité ou d'évaluation des risques est le point de départ de la conception de tout modèle. Nous présumons qu'il s'agit d'un fait connu et que les pratiques décrites s'appliqueront à n'importe quel cadre. Le cadre de solvabilité à l'étude au Canada est expliqué dans les ouvrages de référence à l'Annexe B.

Cette version provisoire du document a été rédigée assez tôt dans le cadre de l'initiative canadienne. Il devrait évoluer au fur et à mesure que d'autres aspects du cadre de solvabilité seront élaborés. Par exemple, des détails précis de la présente version provisoire ciblent les sociétés d'assurance-vie. Le document sera revu par la Sous-commission sur les assurances IARD de la Commission sur la gestion des risques et le capital requis afin de s'assurer qu'il capture adéquatement les caractéristiques importantes du contexte des assurances IARD. En outre, l'Association Actuarielle Internationale (AAI) et l'Association internationale des contrôleurs d'assurance (AICA) préparent actuellement des documents semblables qui sont pour le moment intitulés *Guidance paper on the Use of Internal Models for Risk and Capital Management Purposes by Insurers* et *Guidance Paper on the Use of Internal Models for Insurers* respectivement et qui pourraient influencer sur le présent document.

3.2 Auditoire

Le présent document s'adresse principalement aux personnes qui élaborent, tiennent à jour et examinent les modèles d'évaluation des risques. Il peut toutefois s'avérer utile aux intervenants qui ont recours aux résultats des modèles et qui souhaitent mieux les comprendre.

Les intervenants peuvent être classés comme suit.

- **Gestionnaires internes :** Membres de la haute direction, membres du conseil d'administration et gestionnaires des risques;
- **Examineurs :** Organismes de réglementation/de surveillance, vérificateurs, pairs examineurs et agences de notation;
- **Grand public :** Actionnaires, analystes du marché et titulaires de polices.

À ceux-ci s'ajoutent les groupes de travail qui élaborent actuellement des méthodes avancées pour déterminer le capital.

3.3 Structure du document

Le reste du présent document comporte les cinq sections que voici.

- **Conception des modèles :** Description des considérations générales de haut niveau relativement au choix et à la conception des modèles d'évaluation des risques;
- **Mise en œuvre des modèles :** Description des considérations détaillées relatives à la mise au point et l'exécution d'un modèle d'évaluation des risques;
- **Validation et calibrage des modèles :** Procédures recommandées pour valider le cadre du modèle, la mise en œuvre de ce cadre et l'évolution soutenue du modèle;
- **Gouvernance :** Description de la supervision des modèles d'évaluation des risques et de leur rôle dans la gestion du risque d'entreprise;
- **Préparation des rapports :** Description des considérations relatives à ce qui pourrait être déclaré et sur les variations de celles-ci selon l'intervenant.

La mise au point d'un modèle d'évaluation des risques n'est pas un processus linéaire. Il importe de tenir compte de tous les éléments ci-haut avant d'aller trop loin. De plus, il y aura nécessairement des répétitions entre ces cinq éléments au fur et à mesure que le modèle évoluera.

4. CONCEPTION DU MODÈLE

Pour s'assurer qu'un modèle sera pertinent à l'utilisation qu'on entend en faire, il serait utile de se poser les questions suivantes pendant l'étape de la conception :

- En quoi consiste le cadre d'évaluation des risques, c'est-à-dire qu'est-ce que quantifiera le modèle actuellement mis au point?
- Quelles sont les considérations qui sont particulières à un modèle d'évaluation des risques, en particulier un modèle de capital, par opposition à des modèles d'évaluation des provisions?

- Quelles sont les ressources disponibles et sont-elles suffisantes? Si elles sont insuffisantes, faudrait-il garantir d'autres ressources ou avoir recours à une approche de modélisation plus simple?
- Quelles sont les approximations qui donneront des résultats raisonnables et qui feront de la modélisation un exercice facile à appliquer, à façonner ou à autrement traiter?
- Comment les divers éléments du modèle (possiblement répartis par risque, produit, région géographique, etc.) seront-ils intégrés dans un résultat?
- Le modèle devrait-il être stochastique et, le cas échéant, quelles en sont les considérations connexes et les éventuelles conséquences?
- En quoi les modèles de capital réglementaire diffèrent-ils des modèles d'évaluation interne des risques?

Dans cette section, nous définissons et décrivons une gamme de types de modèles, nous expliquons le risque de modèle et nous abordons chacune des questions ci-haut.

4.1 Définition du modèle

Un modèle peut s'entendre de toute approche d'approximation de la réalité dans le but de comprendre les résultats observés et de prévoir les possibles résultats futurs.

Les modèles d'évaluation des risques estiment habituellement la distribution (ou des points précis de la distribution) d'au moins une mesure financière (bénéfices, taux de rendement interne, excédent prévu, etc.) Les modèles de capital quantifient habituellement la mesure dans laquelle le capital d'une institution financière peut s'épuiser pendant une période de référence précise à un certain niveau de confiance.

Les types de modèle d'évaluation des risques utilisés varient considérablement. Voici des aspects au chapitre desquels les types de modèles varient.

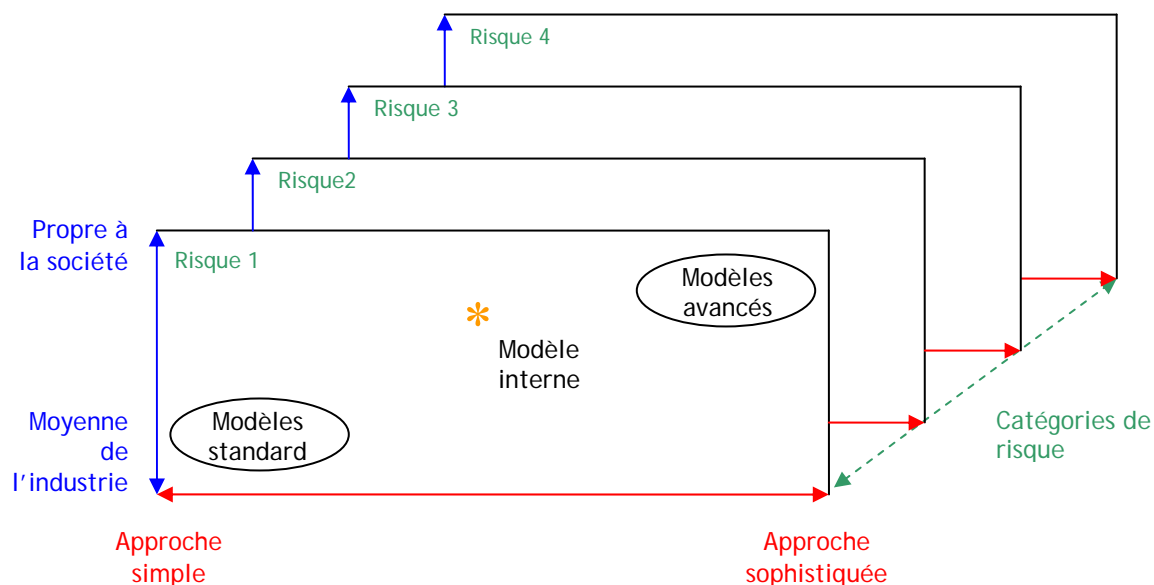
- Degré de standardisation : Les modèles d'évaluation des risques peuvent comporter un agencement de caractéristiques propres à la société et standard de l'industrie. En voici des exemples.
 - Des facteurs standard appliqués aux données de la société;
 - Une méthode et des hypothèses standard s'appuyant sur les modèles et les données propres à la société;
 - Une méthode standard s'appuyant sur les modèles, les données et les hypothèses propres à la société;
 - Un cadre standard, tout le reste étant établi à l'interne par la société.

En ce qui a trait aux modèles de capital réglementaire, il est prévu que les sociétés auront le choix parmi une gamme d'approches standard et avancées, sous réserve de satisfaire aux exigences définies, de manière semblable à Bâle II pour les banques.

- Degré de complexité : Tous les modèles, par définition, font appel à des approximations, mais le degré de complexité varie de manière appréciable.

- Agencement du modèle : Un modèle d'évaluation des risques peut se composer de plusieurs modèles contributifs. Il est, par exemple, courant que les générateurs de scénarios économiques seront distincts des modèles de flux monétaires d'assurance. Les modèles d'évaluation des risques peuvent aussi être répartis en fonction de la branche d'assurances et(ou) du risque.
- Approche probabiliste : Tous les cadres d'évaluation des risques comportent un certain niveau statistique de certitude. Rarement et en vertu de certaines hypothèses, le niveau peut être déterminé à partir de formules explicites. Or, compte tenu de la complexité des passifs d'assurance avec options intégrées, par exemple, il sera souvent déterminé stochastiquement ou approximativement à partir de scénarios déterministes choisis avec soin.

Le degré de sophistication, le degré de standardisation et l'agencement du modèle qui représentent trois de ces dimensions sont illustrés dans le diagramme suivant. Le modèle adopté à l'égard de chaque risque peut être un point différent dans le spectre de la sophistication des modèles et de la spécificité des sociétés.



Le modèle interne, le modèle avancé et le modèle standard sont trois expressions souvent utilisées pour décrire les modèles d'évaluation des risques. Ces expressions sont utilisées à grande échelle dans l'industrie, mais elles sont définies comme suit aux fins du présent document.

- **Modèle interne** : Un modèle interne est établi par un assureur à ses propres fins de gestion des risques. Les modèles internes peuvent être simples ou sophistiqués, basés sur le profil de risque moyen de l'industrie ou le profil de risque propre à la société et peuvent avoir recours à des composantes élaborées à l'interne ou acquises auprès d'un fournisseur de l'extérieur. L'expression modèle interne est parfois utilisée pour désigner un modèle plus avancé.

- **Modèle avancé :** Un modèle avancé tient compte du profil de risque d'une société en intégrant certains résultats, données, conceptions de produits et(ou) pratiques de gestion propres à la société. Les modèles avancés sont habituellement complexes et il faut déployer des efforts supplémentaires et assumer des frais additionnels pour les élaborer; on a donc tendance à les utiliser seulement quand le volume des affaires est important.
- **Modèle standard :** Un modèle standard s'appuie surtout sur les résultats, les données, les conceptions de produits et(ou) les pratiques de gestion de l'industrie. L'expression modèle standard est habituellement utilisée dans le contexte des modèles de capital. Il peut être aussi simple que des facteurs appliqués aux expositions de la société ou aussi complexe que le fait d'utiliser une méthode standard, toutes les autres caractéristiques du modèle étant propres à la société. Une approche factorielle standard est habituellement élaborée à partir d'un modèle avancé utilisant les produits et les résultats communs de l'industrie.

Un modèle avancé est toujours un modèle interne, mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Des définitions supplémentaires et plus détaillées de modèle figurent à l'Annexe A.

4.2 Risque de modèle

Un modèle imite et simplifie un système concret : un outil qui produit des estimations et non des résultats exacts. Le risque de modèle est une expression générale pour désigner la possibilité que l'utilisation des modèles génère des erreurs et(ou) des pertes. Ce risque comporte diverses composantes et peut se manifester de bien des façons, par exemple :

- Erreur de spécification du modèle (bon modèle, mauvaise configuration du modèle);
- Erreur de spécification de l'hypothèse (bonne hypothèse, mauvaise configuration de l'hypothèse);
- Utilisation ou application inadéquate (mauvais modèle compte tenu de l'application visée);
- Essai, validation et documentation inadéquats;
- Connaissance ou compréhension insuffisante de l'utilisateur et(ou) de la direction;
- Structure des systèmes et mécanismes de contrôle de la gestion des changements inadéquats;
- Erreur et négligence.

Les utilisateurs finaux de l'information font grandement confiance aux personnes qui créent les modèles, à celles qui les exécutent et à celles qui passent au crible l'information au fur et à mesure pour valider les résultats avant de les diffuser. Si les modèles sont mal utilisés, que les résultats des modèles sont interprétés trop largement ou que les décisionnaires ont recours à des estimations relatives aux expositions qui sont erronées, cela génère non seulement une possibilité de perte économique, mais aussi d'éventuelles conséquences d'atteinte à la réputation de la société. Ces conséquences revêtent une importance particulière pour les intervenants de l'extérieur, par exemple, les organismes de réglementation et les agences de notation.

Tout modèle d'évaluation des risques comporte dans une certaine mesure un risque de modèle. L'élaboration d'un modèle est un processus complexe et susceptible de générer des erreurs. Même si bien des modèles achevés fonctionnent comme prévu, certains modèles comporteront inévitablement des erreurs fondamentales. De solides pratiques et processus de gouvernance font partie intégrante du contrôle et de la compréhension du niveau du risque de modèle.

Il est question de l'intégration du risque de modèle au cadre d'évaluation des risques à la section 5.1.7.

4.3 Cadre d'évaluation des risques

Pour concevoir et choisir un modèle d'évaluation des risques, en premier lieu, l'actuaire veillerait habituellement à bien comprendre ce que le modèle en cours d'élaboration sera appelé à quantifier. Le présent document n'a pas pour portée de spécifier des cadres d'évaluation des risques possibles. Le cadre de vision préparé par le Comité consultatif du MMRPCE explique le cadre de solvabilité qui devrait être adopté au Canada. Un bref résumé figure ci-après pour illustrer comment un cadre est le point de départ de la conception d'un modèle de capital.

Le capital est habituellement établi de manière à ce que le total des actifs au bilan puisse résister à des résultats extrêmement défavorables pendant la période de référence du risque et à ce qu'il reste « suffisamment d'actifs » à la fin de ladite période pour mener à échéance les obligations envers les titulaires. Voici des éléments d'un cadre de solvabilité :

- Période de référence du risque : S'entend de la période pendant laquelle les résultats extrêmement défavorables se produisent. Elle correspond habituellement à un an, mais elle est parfois établie de manière à couvrir toute la durée du risque.
- Mesure du risque : S'entend de la mesure statistique utilisée pour quantifier la situation extrême. Les mesures souvent utilisées sont la valeur à risque (VAR ou percentile) ou l'espérance conditionnelle unilatérale (ECU, VAR unilatérale, déficit prévu ou importance de la moyenne des pertes).
- Niveau de confiance : Le niveau de confiance précise la mesure dans laquelle les résultats défavorables sont extrêmes pendant la période de référence du risque. Un percentile de 99,5 % ou une espérance conditionnelle unilatérale de 99 % est courant pour une période de référence du risque d'un an; des niveaux de confiance moins élevés étant établis pour des périodes de référence plus longues.
- Provision terminale : La provision terminale définit à quoi correspondent les « actifs suffisants » à la fin de la période de référence du risque. Elle est en partie fonction de la manière dont on présume qu'une société agira par suite d'une situation extrême défavorable. Par exemple, si la société réunira du capital et poursuivra ses activités, si elle poursuivra en mode de liquidation ou si elle liquidera les risques restants.

Les principes de solvabilité que voici ont été adoptés par le Comité consultatif du MMRPCE. :

- tenir compte de tous les risques;

- déterminer l'actif et le passif d'une manière uniforme;
- être pratique tout en étant valide au point de vue technique;
- tenir compte des risques actuels sur une base de continuité de même que de la liquidation et de la restructuration;
- utiliser des mesures comparables pour tous les risques et produits;
- s'assurer de la prudence du niveau de capital;
- encourager une saine gestion des risques;
- adapter les principes internationaux et les pratiques exemplaires;
- permettre une comparaison des risques semblables dans l'ensemble des institutions financières;
- être transparent, validé et fondé sur des données crédibles;
- utiliser des méthodes fiables assorties d'hypothèses défendables en situation de crise;
- faire partie des niveaux d'intervention aux fins de la surveillance.

Chacun de ces principes est expliqué en détail sur les sites Web du Bureau du surintendant des institutions financières (BSIF) et de l'Autorité des marchés financiers (AMF) dont l'adresse figure à l'Annexe B. D'autres ouvrages de référence sur le cadre de solvabilité de l'industrie canadienne y figurent également.

4.4 Considérations relatives aux modèles de capital

Dans les sous-sections suivantes, il est question des considérations qui sont particulièrement pertinentes aux modèles de capital par opposition aux modèles de planification et de provision.

4.4.1 Situations extrêmes

Le capital est déterminé de manière à appuyer les scénarios extrêmes dans la « queue » d'une distribution. Les modèles qui fonctionnent bien près du scénario prévu peuvent se révéler inadéquats pour estimer les pertes dans le cadre de situations extrêmes. Parmi les éléments qu'il est difficile d'estimer dans la « queue », mentionnons notamment les hypothèses, les corrélations, les mesures de la direction, etc. Par exemple, il se peut qu'il n'y ait pas de données pertinentes sur les résultats pour objectivement déterminer un événement qui survient en 200 ans. En raison de cette subjectivité, on pourrait envisager de standardiser certains éléments des modèles à l'échelle de l'industrie. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, prière de se reporter aux sections 4.9, 5.1 et 6.2.

4.4.2 Questions pratiques relatives à la mise en œuvre

À l'heure actuelle, l'industrie prône le calcul du capital sur une période de référence d'un an assortie d'une provision terminale adéquate, ce qui signifie en théorie l'exécution de

modèles intégrés stochastiques sur stochastiques ¹ (stochastiques imbriqués) qui tiennent compte de tous les risques simultanément. Dans la même veine, si une période de référence du risque à vie est adoptée, il se peut qu'il faille encore en théorie effectuer des calculs stochastiques sur stochastiques si la solvabilité doit être confirmée à divers moments pendant la période de référence du risque. Aux fins d'une mise en œuvre pratique, il faudrait peut-être limiter le calcul à des scénarios déterministes ou à un seul processus stochastique et possiblement mesurer un seul risque à la fois. Pour plus de détails à ce sujet, prière de se reporter aux sections 4.6, 4.7 et 4.8.

4.4.3 Agrégation des risques

Contrairement aux modèles d'évaluation des provisions, les modèles de capital mesurent habituellement les risques sur une base individuelle puis les combinent en tenant compte de ce qui suit² :

- Avantages de la diversification : Le total du capital doit être inférieur à la somme du capital déterminé pour chaque risque pour tenir compte du fait que la corrélation des risques n'est pas parfaite. Par exemple, la probabilité qu'une hausse de la mortalité en 200 ans se produise parallèlement à une variation des taux d'intérêt en 200 ans est inférieure, et de beaucoup, à 1 dans 200.
- Dépendance causale des risques : Les variations d'un risque peuvent influencer sur les autres risques sous forme d'une relation causale directe. Au nombre des exemples, notons les déchéances dynamiques (c.-à-d., quand les conditions économiques influent sur la déchéance) et la déchéance antisélective qui mène à une détérioration de la mortalité au sein des polices de survivant. De plus, pour déterminer le crédit aux fins du transfert des résultats défavorables aux titulaires de polices dans les situations où les résultats défavorables dans de multiples risques peuvent être transférés, il peut s'avérer difficile de veiller à ce qu'il n'y ait aucun double comptage de l'espace de transfert disponible.
- Interaction non causale entre les risques : Les répercussions intégrées du fait de tester deux hypothèses en même temps différeront habituellement de la somme des tests appliqués à chacune des hypothèses individuellement. Cela est particulièrement vrai pour les produits avec garanties, mais cela a aussi une incidence de deuxième ordre sur les produits plus simples puisque la relation entre les exigences de capital et les risques n'est pas linéaire.
- Concentration des risques : Il se peut que les modèles ne captent pas directement les concentrations des risques. Parmi les exemples à ce chapitre, mentionnons les vies assurées concentrées dans une région géographique et les expositions au crédit concentrées dans une seule contrepartie.

¹ La provision terminale à la fin de chaque chemin stochastique pendant la période de référence se calcule à l'aide d'un deuxième processus stochastique qui est alimenté par le premier, ce qui exige un niveau de calculs fastidieux sur le plan informatique. Par exemple, si le processus stochastique appliqué à la provision terminale comporte 1 000 scénarios et est exécuté pour chacun des 5 000 scénarios de la période de référence, il faut donc en théorie 5 000 000 scénarios.

² Si tous les risques sont saisis dans un modèle intégré, ces questions demeurent pertinentes, mais sont dans l'ensemble plus faciles à aborder.

Une fois le résultat agrégé du capital déterminé, il est très souhaitable d'être en mesure de le réallouer aux composantes de risque et aux gammes de produits. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, prière de se reporter à la section 4.7.

4.4.4 Variation anticipée du profil de risque

Les modèles de capital avancés sont conçus pour être propres aux sociétés et pour témoigner des mesures réalistes de la direction tout au long de chaque chemin modélisé. Selon la situation, il y aurait peut-être lieu de refléter les mesures en fonction du profil de risque actuel qui dévie de celui prévu. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, se reporter à la section 4.9.

4.4.5 Évaluations concrètes par rapport à évaluations neutres à l'égard du risque

Les évaluations concrètes reposent sur des résultats historiques et des techniques actuarielles tandis que les évaluations neutres à l'égard du risque sont conçues de manière à reproduire les prix du marché. Les modèles de capital ont recours à une approche concrète tout au long de la période de référence du risque, mais la provision terminale à la fin de la période de référence du risque peut s'appuyer sur une approche soit concrète soit neutre à l'égard du risque selon le cadre de solvabilité et la réponse prévue de la société aux événements se produisant pendant la période de référence du risque. Les modèles d'évaluation actuellement appliqués au Canada sont fondés sur des approches actuarielles traditionnelles concrètes et les techniques d'évaluation neutre à l'égard du risque sont donc relativement nouvelles dans l'industrie des assurances. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, se reporter à la section 5.1.

4.4.6 Tous les risques

L'un des principes de la plupart des cadres de solvabilité consiste à tenir compte de tous les risques, dont certains ne sont habituellement pas envisagés dans les évaluations du passif, par exemple, le risque opérationnel et le risque de liquidité. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, se reporter à la section 4.7.

4.4.7 Modèles avancés par rapport à standard

Les modèles canadiens d'évaluation du passif pour les risques importants s'inscrivent habituellement dans la catégorie des modèles avancés. Les sociétés canadiennes devraient toutefois avoir le choix d'adopter des modèles avancés ou des modèles standard plus simples pour déterminer le capital. Pour une discussion plus approfondie à ce sujet, se reporter à la section 4.10.

Bien que ces questions soient, pour la plupart, abordées un peu plus en détail dans les sections suivantes du présent document, des solutions ne sont dans l'ensemble pas offertes. Elles sont mises en lumière en tant qu'importantes considérations relatives à la conception des modèles et des directives sont données sur les moyens à prendre pour s'assurer que l'approche choisie est celle qui convient.

4.5 Ressources

Les coûts de la mise en œuvre, du maintien et du fonctionnement d'un modèle d'évaluation des risques seraient habituellement proportionnels à l'objet du modèle et à la valeur de son utilisation. Tel que mentionné à la section 4.10, si les ressources disponibles pour mettre

adéquatement en œuvre le modèle avancé sont insuffisantes, il y aurait peut-être lieu d'avoir recours à un modèle standardisé.

Les coûts comprennent les frais du matériel de TI et des ressources humaines nécessaires pour exploiter dans les contraintes de la fréquence d'utilisation, du volume de données et des calendriers de production des rapports prévus. Les considérations au chapitre des ressources humaines comprennent tant le nombre que l'expertise. L'actuaire peut prévoir une marge dans la planification de ces ressources pour prendre en compte la croissance prévue des affaires, les problèmes imprévus exigeant la répétition des exécutions et l'utilisation à d'autres fins outre l'objet initial de l'évaluation des risques.

Lors de l'élaboration du plan de poursuite des activités, il serait approprié de tenir compte du niveau et de la provenance des ressources supplémentaires dont on pourrait avoir besoin pour reproduire le modèle ou le reprendre dans un environnement exploitable.

4.6 Approximations

Les approximations sont essentielles pour que la modélisation soit réalisable et que son utilisation soit efficace. L'approximation est un outil de modélisation dont le besoin a été déclenché dans l'ensemble par un manque d'information au sujet du fonctionnement d'un processus ou d'un risque ou par les limites pratiques que pose une puissance informatique disponible définie. Des simplifications à la réalité inhérentes à un modèle pourraient aussi s'avérer nécessaires afin que le modèle puisse en pratique être mis en œuvre, géré avec efficacité et dans l'ensemble compris. Les approximations s'inscrivent habituellement dans l'une des catégories que voici. :

- **Formules** : Simplifications ou restrictions fondamentales inhérentes aux modèles ou formules mathématiques ou au cadre du modèle choisi qui leur permettent d'être représentés par un modèle informatique.
- **Hypothèses/paramètres** : Simplification discrétionnaire des hypothèses pour réduire la complexité du code servant à les entreposer, les extraire et les appliquer ou pour réduire le délai d'exécution total. Par exemple, un modèle pourrait présumer que les taux de mortalité sont toujours définis en fonction de l'année de la police et que les décès prévus en résultant sont soit concentrés en milieu d'année soit répartis uniformément pendant l'année de cette police. Autre exemple : les courbes de rendement peuvent être présumées constantes tout au long d'un mois ou d'un trimestre civil, variant seulement à la fin de cette période. Les hypothèses peuvent aussi être simplifiées en raison du manque de résultats crédibles à un niveau plus granulaire.
- **Fonctionnement** : Simplification du fonctionnement du modèle pour restreindre le choix du moment ou la fréquence des processus modélisés, la durée de la période de projection envisagée ou le nombre d'exécutions des scénarios stochastiques. Par exemple, modifier l'étape du temps de traitement du modèle de mensuel à trimestriel pourrait en théorie réduire le délai d'exécution à concurrence de 67 %. Un autre exemple consiste à tronquer la période de référence modélisée en ajoutant un ajustement terminal, s'il y a lieu.
- **Données** : Simplification des données sur les activités et les placements de manière à supprimer l'hétérogénéité et permettre d'accélérer les délais d'exécution au

moyen du regroupement ou de la compression du modèle. Par exemple, les données dossier par dossier sur les polices en vigueur pourraient être regroupées selon la date d'émission ou le groupe d'âge à l'émission ou les groupes d'âge et de date des données regroupées pourraient être élargis, d'où moins de cellules de données.

Il est impossible de modifier les approximations de la catégorie des formules sans procéder à une refonte en profondeur du modèle de travail ou sans le remplacer. Les approximations des trois derniers types peuvent être choisies dans le cadre de l'étape de mise en œuvre du modèle plutôt que d'être inhérentes à la conception. Ainsi, il sera habituellement plus aisé de les tester, de les valider et de les réajuster au fur et à mesure que la situation et la puissance informatique disponible évoluent.

Si on a recours à des approximations, il y a risque de perte d'exactitude, de réduction de précision et de biais dans les résultats. L'exactitude s'entend du degré de « rectitude » tandis que la précision s'entend du degré auquel la « rectitude » est exprimée. Le biais s'entend de la mesure à laquelle un résultat modélisé surestime ou sous-estime sans cesse le bon résultat et peut intentionnellement être intégré à une approximation pour compenser l'incertitude au sujet de l'incidence sur l'exactitude ou la précision.

L'actuaire évaluerait habituellement l'importance relative des éventuelles conséquences des approximations sur l'exactitude et la précision du modèle et tout biais inhérent en résultant à la lumière des avantages pratiques de chaque approximation et des solutions de rechange disponibles, en tenant compte de l'objet et de l'utilisation prévus du modèle. Il peut aussi s'avérer utile de se pencher sur ce qui suit :

- Niveau de sophistication uniforme : Une approche très précise et très exigeante sur le plan informatique à l'égard d'un aspect du modèle n'améliorera pas les résultats généraux et pourrait être improductive si elle nous oblige à comprimer davantage ou à faire d'autres rajustements ailleurs dans le modèle. On pourrait obtenir un meilleur résultat en appliquant une approximation moins exigeante sur le plan informatique à cet aspect et en utilisant ensuite la puissance informatique supplémentaire ailleurs pour notamment plus de scénarios ou de périodes.
- Cohérence des intrants : Dans la même veine, des formules précises ne sont pas plus efficaces que les données qui y sont introduites. Si les données sont limitées ou qu'elles ne sont pas fiables, il y a peu de choses qui justifient l'application d'une formule complexe.

Toutefois, l'élaboration d'un modèle est plus souvent un processus évolutif. Il y a peut-être lieu de faire preuve d'une grande précision dans au moins l'un des aspects si on a l'intention d'améliorer les autres aspects, d'utiliser le modèle à d'autres fins ou si on s'attend à ce que le profil des activités évolue.

Il importe de reconnaître, de comprendre et de déclarer toutes les approximations importantes appliquées dans un modèle d'évaluation des risques. Par exemple, il importe de comprendre que les approximations qui sont efficaces dans une partie de la distribution des risques ou aux fins du profil de risque actuel de la société risquent d'être moins efficaces dans d'autres situations. Il est impératif de le comprendre et de le communiquer pour s'assurer que le modèle n'est pas utilisé de manière inadéquate.

Les approximations seraient habituellement validées périodiquement, de préférence au moyen de tests spécifiques en fonction de méthodes plus précises, dans toute la mesure du possible, afin de confirmer que l'incidence de l'approximation sur l'ensemble des résultats n'est pas importante dans l'optique de l'objet et de l'utilisation du modèle et est pertinente à la lumière des avantages tirés de l'application de l'approximation.

Quand il est impossible de quantifier avec exactitude l'incidence d'une approximation ou quand l'approximation apporte un degré d'incertitude important quant à l'exactitude et la précision des résultats, il y aurait peut-être lieu selon l'utilisation du modèle d'intégrer des marges supplémentaires aux hypothèses utilisées ou directement dans les résultats calculés finaux. Ces marges et les répercussions de celles-ci seraient habituellement clairement communiquées et soigneusement examinées parallèlement à l'incidence de tout biais inhérent dans l'approximation.

4.7 Intégration des risques et intégration des modèles

Idéalement, tous les produits importants et tous les risques importants seraient modélisés simultanément en un modèle intégré. Or, ce n'est pas ce qui se passe actuellement. Ainsi, pour concevoir le modèle d'ensemble, un cadre sur la manière d'agréger les éléments est requis.

Il est courant d'adopter une approche par composante pour élaborer des modèles d'évaluation des risques pour les raisons que voici :

- Influence historique : La modélisation avancée de l'évaluation des risques n'est pas aussi élaborée que la modélisation des provisions.
- Sophistication : Étant donné que les modèles d'évaluation des risques mettent habituellement l'accent sur la queue de la distribution des risques, ils sont dans l'ensemble plus compliqués que les modèles de provisions. Par exemple, les modèles d'évaluation des risques sont souvent stochastiques et la modification par voie stochastique, en une seule fois et de manière corrélée de tous les éléments incertains représente un défi.
- Résultats spécifiques par risque : Afin de gérer les risques et d'optimiser les rendements du capital, il y a avantage à comprendre l'incidence de chaque risque individuellement et la contribution de chacun au résultat global. Ainsi, même si le modèle d'évaluation des risques est totalement intégré, il faut déterminer les résultats spécifiques par risque. Par ailleurs, même s'il est possible de séparer les marges de risque dans les réserves selon chacun des risques, il est impossible de le faire pour le passif de meilleure estimation.

Les cadres d'évaluation des risques sont habituellement répartis en composantes de modèle par risque et(ou) gamme de produits. Quand les risques ou les produits sont modélisés en pièces, il se peut que la somme des résultats des composantes ne corresponde pas au résultat global réel. Voici des facteurs qu'il convient de prendre en compte dans l'agrégation des composantes :

- Couverture du modèle;
- Avantages de la diversification;

- Mise en œuvre d'hypothèses de corrélation;
- Allocation des avantages de la diversification;
- Dépendances des risques;
- Concentration des risques; et
- Segments de l'excédent par rapport à ceux du passif.

Chacune de ces considérations est abordée dans les sous-sections suivantes.

4.7.1 Couverture du modèle

Pour concevoir le modèle et l'agrégation de ses composantes, il faudrait tenir compte des risques qui sont inclus et de la manière dont ils seront modélisés.

Les divers risques seront probablement mesurés à des degrés différents de sophistication et de spécificité de la société ainsi qu'illustré à la section 4.1, et ce en partie parce que l'adoption des modèles avancés évoluera au fil du temps, traitant un risque ou un produit à la fois. On peut aussi décider que les modèles avancés ne sont pas pratiques pour certains risques, possiblement le risque opérationnel. Par conséquent, la méthode d'agrégation comporte le regroupement des divers types de modèle. Selon les modèles utilisés, il peut s'avérer pertinent d'avoir recours à plus d'une approche d'agrégation, par exemple, des modèles avancés agrégés s'appuyant sur des scénarios intégrés et des modèles standard s'appuyant sur des matrices de corrélation.

D'autres risques peuvent être mesurés et analysés, mais exclus de l'agrégation du fait qu'ils sont bien gérés et que leur contribution au profil de risque global n'est pas importante, par exemple, le risque de liquidité et les risques financiers sur des blocs fermés de polices avec participation. Il faudrait toutefois bien documenter la raison pour laquelle le risque est exclu de l'agrégation et continuer à surveiller le risque. L'actuaire ne peut pas d'emblée exclure un risque qui fait l'objet d'une couverture ou autrement atténué. Il faudrait plutôt modéliser à la fois le risque et la compensation du risque, y compris tout risque de base (efficacité de la couverture) et tout nouveau risque introduit (risque de contrepartie de couverture).

Selon le cadre d'évaluation des risques, le modèle pourrait inclure certaines nouvelles polices émises après la date d'évaluation. Le cas échéant, il importe de tenir compte des sources de risque supplémentaires apportées par la nouvelle police y compris, sans s'y limiter, l'incertitude au sujet des volumes de production, de la gamme de produits et du circuit de distribution. Il pourrait être justifié de procéder à d'autres analyses de sensibilité.

4.7.2 Avantages de la diversification

La diversification est une pratique qui consiste notamment à investir dans divers titres et à vendre divers produits, etc., de sorte qu'une faillite ou un effondrement économique les touchant n'aura pas de conséquences désastreuses. La diversification a des avantages puisque tous les facteurs de risque ne sont habituellement pas parfaitement corrélés (ou à 100 %), ce qui aura pour résultat final que la position de risque globale sera inférieure à la somme de toutes les positions de risque. Par exemple, les résultats de mortalité et d'intérêt dans un scénario intégré de un en 200 ans seront moins marqués que les résultats dans

chacun des résultats de mortalité de un en 200 ans et des résultats d'intérêt de un en 200 ans.

Il faut établir des hypothèses de corrélation entre les risques pour mesurer les avantages de la diversification. Le processus pour établir des hypothèses est abordé à la section 5.1. Il importe en outre de souligner que les corrélations historiques observées ne sont peut-être pas représentatives de la manière dont les risques se sont comportés au cours d'une année extrêmement défavorable. Par exemple, tandis que la mortalité et les rendements des actions n'affichent habituellement aucune corrélation, dans une situation de pandémie, les marchés boursiers s'effondreraient fort probablement.

Il se peut que les corrélations historiques observées entre les facteurs de risque (par exemple, variations de la courbe de rendement, rendement des actions, chocs de mortalité et variations au chapitre des perspectives futures) ne soient pas directement applicables en tant qu'hypothèses de corrélation entre les montants de risque (par exemple, capital pour l'intérêt, capital pour les actions et capital pour la mortalité). Le signe de la corrélation qui bascule quand l'exposition d'une société aux risques est contraire à celle des corrélations observées est l'exemple le plus simple à cet égard. Par exemple, si le rendement des actions et les taux d'intérêt sont positivement corrélés de manière totale (100 %), mais que la société est à risque en raison des baisses des marchés boursiers et des hausses des courbes de rendement, le capital pour les actions et le capital pour l'intérêt seraient alors négativement corrélés à 100 %.

4.7.3 Mise en œuvre des hypothèses de corrélation

Voici les deux approches de base pour tenir compte des hypothèses de corrélation en agrégeant les risques :

- Corréler les chemins stochastiques au moyen d'une approche intégrée d'évaluation des risques; ou
- Agréger les montants de risque au moyen d'approches statistiques.

Bien que la mise en œuvre de l'approche intégrée représente dans l'ensemble un plus grand défi, ladite approche fournit un moyen plus exact de saisir les avantages de la diversification. Plutôt que d'estimer les corrélations entre les montants de risque, les corrélations sont estimées entre les facteurs de risque qui sont plus faciles à observer. Or, la mise en œuvre de ces corrélations dans des générateurs de scénarios économiques peut représenter un défi selon la structure de celles-ci. Le fait de corréler les variables aléatoires des générateurs de scénarios ne fera pas nécessairement en sorte que les séries de chemins stochastiques affichent la même corrélation. On examinerait habituellement les séries de chemins pour confirmer qu'ils sont tels que prévu.

Si on n'applique pas un modèle intégré, l'actuaire peut donc intégrer les montants de risque à l'aide d'une approche statistique. L'approche de matrice de corrélation est celle qui est la plus couramment utilisée, où le montant de risque global correspond à :

$$\sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} \times \text{montant_de_risque}_i \times \text{montant_de_risque}_j}$$

Les hypothèses suivantes sont implicites dans l'approche de la matrice de corrélation : les montants de risque sont normalement distribués; les montants de risque sont mesurés en fonction de la moyenne; et, les corrélations sont valides tout au long de la distribution.

Une autre approche statistique à l'égard de l'agrégation des montants de risque consiste à utiliser une copule. Les copules décrivent le lien entre les quantiles (c.-à-d., rangs) des distributions des montants de risque plutôt que les liens directs des montants de risque en soi. Ainsi, les copules permettent d'éviter plusieurs des contraintes des distributions des montants de risque entraînées par l'approche de la matrice de corrélation, exigeant habituellement seulement que le lien entre tout facteur de risque et son montant de risque soit monotone. Par contre, l'approche de la copule introduit la complexité et l'hypothèse sous-jacente que le lien entre les quantiles est bien décrit par la copule choisie.

4.7.4 Allocation des avantages de la diversification

Qu'on utilise des modèles intégrés ou des modèles autonomes, il est impératif pour prendre des décisions optimales en ce qui concerne le risque / rendement, d'explorer en mode descendant et de décomposer le résultat en composantes de risque et(ou) de produit. Par exemple, l'actuaire allouerait d'abord le capital global de la société aux unités opérationnelles pour comparer la contribution de chaque unité au rendement de la société sur le capital. L'allocation des avantages de la diversification est un exercice subjectif, aucune approche unique n'étant la bonne. Voici certaines approches courantes :

- Au pro rata : Allouer les avantages de la diversification au pro rata proportionnellement au capital avant-diversification d'une composante. Cette approche risque de sous-évaluer les avantages de la diversification de composantes plus petites, en particulier s'il y a des composantes négatives.
- Au pro rata sur la contribution « dernier entré » : Pour chaque composante, les avantages nominaux de la diversification sont mesurés en supposant que cette composante est la plus récente intégrée au processus d'agrégation. Les avantages réels de la diversification sont alors alloués au pro rata proportionnellement aux avantages nominaux de la diversification d'une composante.
- Marginale : Les avantages de la diversification peuvent être alloués de sorte que le capital après-diversification d'une composante en résultant, quand il est unitisé (à savoir, divisé par l'exposition au risque), représente la hausse qu'afficherait le capital diversifié global total pour une unité d'exposition supplémentaire.
- Conserver dans le « corporatif » : Tous les avantages de la diversification peuvent être conservés dans le « corporatif ». Cependant, si chaque unité opérationnelle tarife sur une base avant-diversification, cela pourrait entraîner une tarification non concurrentielle.

Dans le cadre d'une approche qui alloue les avantages de la diversification aux unités opérationnelles, le capital après-diversification d'une unité opérationnelle variera par suite de modifications dans d'autres unités opérationnelles. Par exemple, l'approche marginale aura tendance à allouer une plus grande part des avantages de la diversification aux plus petites unités opérationnelles, ce qui améliore considérablement le rendement ajusté de leur capital. Au fur et à mesure que ces activités prennent de l'expansion, la part des avantages de la diversification qui leur revient diminuera et la société pourrait réaliser qu'elle a fixé à

un niveau insuffisant le prix des produits de ces unités. Il est utile de prendre en compte le risque et les conséquences découlant de l'utilisation de ces avantages de la diversification dans une méthode de tarification marginale. Pour cette raison et pour d'autres, il est peut-être souhaitable d'avoir recours à des approches d'allocation différentes pour des applications différentes. Par exemple, une approche différente peut être utilisée pour la mesure du rendement des polices en vigueur par rapport à la tarification des nouvelles polices.

4.7.5 Dépendances des risques

Dans la conception du modèle, il est utile d'établir une distinction entre les éléments qui peuvent être modélisés séparément et regroupés par la suite sans occasionner une perte d'exactitude et les éléments qui introduisent nécessairement des approximations quand ils sont modélisés séparément. Deux gammes de produits distinctes peuvent être modélisées individuellement et combinées avec exactitude tant et aussi longtemps que la corrélation des facteurs de risque est prise en compte.

Quand les risques d'un produit sont modélisés séparément, il est pratiquement certain que des approximations seront introduites. Il peut s'agir de conséquences de deuxième ordre relativement mineures comme celles qu'on constaterait si on estimait le total de la provision pour écarts défavorables (PÉD) en mesurant chaque PÉD individuellement en fonction de la réserve non majorée et en en faisant la somme plutôt qu'en superposant chaque PÉD par-dessus la dernière.

Dans le cas des produits avec garanties, l'incidence de l'interaction peut être appréciable si, par exemple, aucun des facteurs de risque analysés individuellement ne serait suffisant pour rendre les garanties dans le cours, mais qu'ils le feraient sur une base corrélée intégrée. En outre, on ne tient pas compte de la dépendance causale des risques (échéances dynamiques, détérioration de la mortalité) si les risques sont analysés individuellement, même si une pratique courante consiste à intégrer ces dépendances à l'analyse du risque à la source.

Il y a aussi les dépendances des risques à l'échelle des portefeuilles. Par exemple, le recouvrement fiscal des pertes dépend du résultat intégré parmi tous les risques au sein d'une entité juridique. Une approche courante consiste à mesurer les risques avant impôt et à ensuite estimer les recouvrements fiscaux dans l'ensemble.

Si l'actuaire n'est pas convaincu que l'erreur introduite par la modélisation des éléments individuellement est acceptable, Sinon, alors les éléments peuvent être modélisés sur une base intégrée ou il peut avoir recours à d'autres méthodes pour saisir l'incidence de l'interaction.

4.7.6 Concentration des risques

Dans tout cadre d'évaluation des risques, la prise en compte de la concentration des risques est une considération principale. D'après le forum des chefs de la gestion des risques (CGR), la faillite de la plupart des sociétés d'assurances peut être attribuée au risque de concentration. En voici des exemples :

- Mortalité : Concentration de vies dans un endroit physique.
- Insuffisance de l'actif : Concentration d'actifs dans une seule entité.

- Recouvrement des coûts d'acquisition différés (CAD) : Concentration de polices auprès d'un petit nombre de clients qui pourraient les abandonner.

Les modèles basés sur les principes reflètent le risque de concentration directement, mais habituellement même les modèles avancés commencent par des hypothèses de simplification, par exemple que les vies assurées sont indépendantes et les portefeuilles d'actifs, bien diversifiés. Ces hypothèses de simplification seraient habituellement validées et si elles ne sont pas adéquates, l'actuaire peut directement considérer le risque de concentration ou mettre en œuvre des politiques et pratiques pour surveiller et limiter les concentrations.

Même si elle est dans l'ensemble raisonnable, une hypothèse de simplification pourrait permettre de mesurer adéquatement les risques, mais pourrait ne pas convenir aux fins d'une analyse d'optimisation des risques. L'analyse d'optimisation d'un modèle simple aboutira habituellement à des situations extrêmes (par exemple, 100 % du capital alloué à une police ou 100 % des actifs investis dans une catégorie) dans lesquelles les hypothèses de simplification en soi ne seront plus valides. Il est utile d'examiner les hypothèses de simplification à la lumière de la solution optimale.

4.7.7 Segments de l'excédent par rapport aux segments du passif

Idéalement, les segments du passif et de l'excédent doivent être modélisés ensemble. On calculerait le montant de l'excédent requis au départ de manière à ce que les actifs des deux segments combinés soient suffisants à la fin de la période de référence du risque pour acquitter la provision terminale. Il est difficile de le faire pour plusieurs raisons, notamment le fait que les stratégies de placement des segments varient probablement et que, s'ils sont modélisés ensemble, il faudrait procéder à des transferts de modélisation entre les segments. Une approche consiste à modéliser les segments du passif en soi en supposant que les fonds nécessaires pour acquitter la provision terminale seront transférés de l'excédent à la fin de la période de référence du risque. Ensuite, l'excédent est modélisé séparément pour déterminer la part additionnelle de l'excédent qui est au départ nécessaire pour répondre aux exigences de fonds des segments du passif à la fin de la période de référence du risque. Les transferts entre les segments pendant la période de référence du risque ne sont pas pris en compte, ce qui est une approximation raisonnable si la période de référence en question est courte. Les résultats de l'analyse sur le segment de l'excédent peuvent être unitisés. Par exemple, il faut au départ $1+x$ dollars pour garantir qu'un dollar sera disponible à la fin de la période de référence du risque en vertu du niveau de confiance spécifié dans le cadre. $1+x$ peut ensuite être utilisé en tant que facteur de majoration appliqué aux besoins déterminés pour les segments du passif afin de calculer le capital combiné nécessaire.

Quand on analyse séparément les segments de l'excédent et du passif, on ne connaît pas le montant de l'excédent qui est nécessaire tant que le capital total n'a pas été déterminé. Cela peut influencer sur la composition globale des risques et donc sur les avantages de la diversification. Si l'incidence est importante, des itérations pourraient s'imposer.

4.8 Conception des modèles stochastiques

Un modèle stochastique, par définition, comporte au moins une variable aléatoire et traite explicitement de l'interaction de la variable avec le temps. Une simulation stochastique a

recours à un échantillon statistique de simulations répétées du même modèle. Ces simulations sont parfois désignées simulations Monte-Carlo, car elles ont recours à des variables aléatoires.

Les modèles de simulation stochastique seront habituellement ceux qui conviennent le mieux pour évaluer le risque de queue relatif aux variables économiques, par exemple, les taux d'intérêt et le rendement des actions. Cette approche peut aussi être appliquée aux risques d'assurance. Pour élaborer un modèle de simulation stochastique, il faut générer ou choisir une série de scénarios économiques et d'assurance qui sont un volet clé de la mise en œuvre et du fonctionnement de ces modèles et qui méritent donc une considération spéciale.

Divers algorithmes de génération de scénarios économiques et d'assurance (GSE) ont été mis au point et en œuvre sous forme de logiciels en vente libre ou par des sociétés dans leurs modèles exclusifs. Chaque GSE sera habituellement fonction du choix de bon nombre de valeurs de paramètre conformément au modèle mathématique sur lequel il est fondé. On estime d'habitude ces valeurs de paramètre à l'aide soit des données historiques (approche concrète) soit des valeurs actuelles du marché (approche neutre à l'égard du risque), ce qui est une tâche difficile qui dépend du marché géographique et économique pertinent au portefeuille d'assurance faisant l'objet de la modélisation.

Les projections fournies par le GSE sont générées par voie stochastique à l'aide d'un générateur de chiffres pseudo aléatoires. D'habitude, de nombreuses projections sont établies et il importe de se pencher sur la fiabilité et la qualité statistiquement confirmée du générateur aléatoire dans le cadre d'un très vaste ensemble de scénarios.

Les étapes préliminaires de la génération des chiffres aléatoires et de leur utilisation afin de produire des scénarios de variables économiques/d'assurance pendant la période de projection requise sont facilement séparables de l'application de ces scénarios à un modèle de flux monétaires. Cette façon de procéder offre une latitude dans la conception du modèle permettant de choisir parmi les solutions disponibles quant aux générateurs de chiffres aléatoires ou aux générateurs de scénarios économiques/d'assurance ou aux deux.

Dans la conception d'un modèle d'évaluation des risques de travail, l'actuaire peut envisager une certaine marge de manœuvre dans le choix des GSE au fil du temps, y compris l'autorisation d'importer à titre d'option des scénarios calculés au préalable.

Pour qu'un GSE soit crédible dans l'optique des applications opérationnelles, il serait possible de l'utiliser aux fins de multiples applications au sein de la société. Idéalement, il serait utilisé pour ce qui suit :

- Évaluation du capital, tarification, GAP et autres processus décisionnels stratégiques;
- Toutes les branches d'assurance, toutes les économies applicables, toutes les périodes de référence et à la fois actifs et passifs;
- Ensemble de la société sur une base intégrée.

Cela signifie que le GSE serait intégré à toutes les variables économiques, intégré à toutes les économies applicables et intégré à toutes les catégories d'actif et qu'il serait en mesure de saisir la dynamique tant à court qu'à long terme. En pratique, un seul GSE risque d'être

beaucoup trop compliqué pour convenir à toutes les situations ci-haut. Cependant, il importe que la raison pour laquelle on utilise des GSE différents dans des situations différentes soit solide, validée et documentée.

4.9 Capital réglementaire par rapport à l'évaluation interne des risques

Il est hautement souhaitable d'utiliser les mêmes modèles de base aux fins tant de l'évaluation interne des risques que de la détermination du capital réglementaire. Or, les modèles peuvent être configurés différemment si, par exemple, la mesure interne des risques est fondée sur une mesure financière différente ou si elle évalue le capital à un niveau de confiance différent.

Certaines considérations qui varient selon qu'il s'agit d'une évaluation du capital réglementaire ou d'une évaluation interne du capital sont abordées dans les sous-sections suivantes.

4.9.1 Éléments pouvant éventuellement être standardisés

Il y aurait peut-être lieu de standardiser à l'échelle de l'industrie certains éléments des modèles avancés. Il conviendrait habituellement de le faire si :

- Le modèle sert à déterminer le capital réglementaire ou ses résultats sont communiqués à l'extérieur;
- La configuration de l'élément en question est nécessairement subjective; et
- L'élément et les répercussions de celui-ci se retrouvent dans toutes les sociétés.

Voici des éléments qui pourraient être standardisés :

- Le cadre de solvabilité;
- La méthode d'évaluation du capital;
- Les scénarios économiques; et(ou)
- Les exigences en matière du risque opérationnel.

Il serait dans l'ensemble souhaitable d'établir des normes de calibrage des scénarios économiques plutôt que de standardiser les chemins en soi. Les scénarios standardisés pourraient ne pas donner de résultats pertinents dans toutes les situations, peut introduire un risque systémique à l'échelle de l'industrie et nuire à la fois à l'élaboration des modèles et à leur utilisation répandue au sein de la société.

4.9.2 Profil de risque

Les modèles de capital prennent en compte les mesures prévues de la direction, par exemple, les stratégies de réinvestissement et les pratiques de crédit d'intérêt des polices vie universelle. Voici des questions sur lesquelles il vaut la peine de se pencher.

- Les mesures prévues de la direction doivent-elles aussi refléter les mesures fondées sur le fait que le profil de risque actuel est décalé ou qu'il dévie de ce qui était prévu?
- Le traitement devrait-il être le même peu importe si le profil de risque actuel est plus ou moins risqué que ce qui est prévu?

Au nombre des exemples des variations prévues du profil de risque, notons les modifications au chapitre de l'appariement de l'actif et du passif, l'ajout de nouveaux programmes de couverture et les changements dans le montant cédé en réassurance.

Le capital réglementaire reposerait habituellement sur un point du profil de risque temporel puisque le fait de projeter les variations du profil est subjectif et que le marché peut évoluer avant que les modifications ne soient apportées au profil de risque. L'actuaire ne jouerait cependant pas avec les règles, par exemple fermer la position de risque tout juste avant la date de l'évaluation et la rouvrir peu après.

Toutefois, les variations prévues au chapitre du profil de risque peuvent être prises en compte dans l'analyse interne des risques et communiquées si elles sont appréciables. En ce qui concerne le capital réglementaire, ces variations s'inscriraient dans l'évaluation qualitative.

4.10 Avancés par rapport à standard

Les cadres de capital réglementaire devraient offrir aux sociétés, à l'égard de chaque risque, le choix entre des méthodes définies, allant des modèles standard aux modèles avancés. Il est probable que les sociétés s'efforceraient de se tourner vers les modèles avancés relativement à tous les risques importants. En particulier, il y aurait lieu d'instaurer un modèle avancé quand il est justifié de s'attendre à ce que les résultats varient considérablement de ceux d'un modèle standard, que la différence soit supérieure ou inférieure.

Les modèles standard ont pour objet de couvrir la plupart des produits offerts dans l'industrie et ils ont donc tendance à faire preuve de conservatisme. Voici des raisons pour lesquelles des modèles avancés ne sont pas adoptés :

- Les ressources disponibles pour bâtir et tenir à jour des modèles avancés sont insuffisantes;
- Les données spécifiques à la société qui sont disponibles sont insuffisantes pour garantir que les résultats d'un modèle avancé témoignent un peu plus que ceux d'un modèle standard du profil de risque de la société ; ou
- On ne connaît pas suffisamment le comportement du risque pour être en mesure de bâtir un modèle avancé.

On s'attend à ce que les organismes de réglementation préparent des directives supplémentaires sur le choix des modèles avancés plutôt que standard. Par exemple :

- Une fois un modèle avancé élaboré, il est peu probable qu'une société sera autorisée à revenir à un modèle standard, mis à part quand une situation évolue et que le modèle avancé ne convient plus, tel que défini ci-haut.
- Une fois un modèle avancé à l'égard d'un certain risque élaboré, il sera probablement requis pour tous les produits pour lesquels ce risque est important.

5. MISE EN ŒUVRE DES MODÈLES

Dans cette section, nous nous penchons sur les enjeux de la mise en œuvre, du fonctionnement et de l'utilisation du modèle, une fois le modèle (ou les modèles) théorique pertinent choisi.

5.1 Formulation et utilisation des hypothèses

Les hypothèses comportent une grande variété d'intrants de modèle qui, en règle générale, correspondent à chacun des risques qui sont inhérents aux polices faisant l'objet de la modélisation et qui ont des conséquences financières, soit directement soit indirectement. Les principales hypothèses dont il faut tenir compte aux fins de l'évaluation des risques ont trait aux anticipation des taux d'intérêt, de la croissance de la valeur des actions, de la mortalité, de la morbidité, du niveau et de la fréquence des sinistres, des dépenses, des déchéances et de l'insuffisance des actifs. Il importe de se rappeler que cette liste n'est pas nécessairement exhaustive, puisque les hypothèses requises varieraient de concert avec la nature de la situation qui fait l'objet d'une modélisation.

5.1.1 Hypothèses par rapport aux paramètres

D'habitude, les hypothèses ne sont pas objectivement fondées sur des caractéristiques réelles ou sur des éléments contractuels des passifs ou des actifs faisant l'objet de la modélisation; elles font plutôt appel à certains aspects du jugement, à des estimations ou à une opinion au sujet des résultats futurs. Ainsi, le choix des hypothèses en ce qui a trait aux résultats attendus et le choix, l'intégration et la transparence des marges de risque inhérentes à ces hypothèses, s'il y a lieu, sont des considérations principales, conformément au cadre du modèle.

Les détails du contrat, par exemple, le volume ou les niveaux actuels des primes des polices d'assurance, sont réputés être des données et non des hypothèses et il en sera question dans une autre section.

Les paramètres sont une catégorie spécifique d'intrants d'un modèle pouvant contrôler certains aspects du fonctionnement ou des résultats du modèle. Par exemple, on peut utiliser les paramètres pour choisir à partir d'une gamme de valeurs facultatives qui représentent différents algorithmes de modélisation ou qui adaptent ces algorithmes. Par conséquent, la question des marges de risque n'est habituellement pas pertinente pour le choix de ces paramètres.

Dans le cas des composantes des modèles internes qui génèrent des variables financières applicables globalement au modèle aux fins des applications stochastiques (par exemple, courbes de rendement ou taux de croissance des marchés boursiers), il se peut qu'il faille des paramètres pour adapter le modèle mathématique sous-jacent utilisé pour générer ces valeurs. Ces paramètres sont des intrants essentiels qui peuvent directement et d'une manière importante influencer sur les résultats de l'utilisation du modèle et sont donc généralement établis au moyen de techniques de calibrage ou choisis selon des critères standardisés ou prescrits pour garantir la comparabilité. Ces paramètres se rapprochent des hypothèses et il faut faire preuve de vigilance pour s'assurer que les marges sont adéquates, efficacement appliquées au modèle et clairement indiquées dans la documentation appuyant les résultats.

Le risque de mal établir les paramètres et les éventuelles conséquences de cette situation seraient habituellement en compte dans le fonctionnement et l'utilisation du modèle et dans toute évaluation du risque opérationnel effectuée par la fonction de la société responsable de la gestion des risques.

5.1.2 Paramètres opérationnels

Des paramètres opérationnels peuvent être intégrés au modèle logiciel pour contrôler les éléments de la modélisation, par exemple :

- La période de projection du modèle;
- L'intervalle de temps utilisé dans les calculs du modèle au fur et à mesure qu'il évolue dans la période de projection; et
- La fréquence à laquelle certains processus fondamentaux, par exemple, réinvestissement et désinvestissement des flux monétaires cumulés, sont exécutés.

Modifier ces paramètres pourrait correspondre à activer et désactiver une approximation du fait que les paramètres peuvent éventuellement influencer sur les résultats calculés et le délai d'exécution du modèle de manière appréciable. Par conséquent, il est impératif de faire connaître les configurations utilisées et de tester et valider périodiquement les conséquences de l'établissement de chaque paramètre.

5.1.3 Sélection des hypothèses

La sélection et la justification des hypothèses est un processus complexe et essentiel qui s'appuierait habituellement sur les normes de pratique actuarielle et les notes d'orientation portant spécifiquement sur ces hypothèses. L'actuaire prendrait en compte que l'objet du modèle est l'évaluation de la solvabilité et le calcul du capital requis ainsi que du type de modèle et du cadre spécifiques mis en œuvre.

L'élaboration de normes explicites et d'autres directives relatives à l'établissement des hypothèses et à la sélection des marges dépasse la portée du présent document; or, les considérations générales que voici sont pertinentes.

Les hypothèses seraient sélectionnées à la lumière de ce qui suit :

- Les résultats historiques (concrets) ou les cours du marché en vigueur (neutres à l'égard du risque) selon ce qu'il convient pour le cadre du modèle;
- La pertinence en ce qui concerne notamment les polices, la catégorie d'investissement et le contexte géographique / politique faisant l'objet de la modélisation;
- La capacité du modèle tel que mis en œuvre d'appliquer et de refléter avec exactitude l'hypothèse formulée; et
- L'incidence de l'hypothèse et la sensibilité des résultats du modèle aux variations de cette hypothèse.

Les préoccupations relatives à la capacité de définir ou de mettre en œuvre d'autres hypothèses indépendantes n'influeraient pas, en théorie, sur la sélection d'une hypothèse. Autrement dit, l'actuaire n'utiliserait pas les craintes à l'égard de la validité, de la

pertinence ou de la volatilité d'une hypothèse, même une hypothèse dont l'incidence est jugée importante, pour se justifier de faire preuve de moins de prudence dans la sélection d'une autre hypothèse, sans les communiquer et en établir le bien-fondé.

5.1.4 Résultats de la société par rapport à ceux de l'industrie

Pour formuler des hypothèses à partir de résultats historiques (dans le cas des modèles concrets), il faudra habituellement avoir recours à un certain agencement pondéré des résultats propres à la société et de ceux de l'industrie ou du marché. Quand c'est possible et pertinent de le faire pour les résultats futurs projetés, la sélection des hypothèses devrait s'appuyer sur les résultats historiques.

Quand il s'agit d'une hypothèse pour laquelle les résultats futurs ne devraient pas varier de manière appréciable entre les branches d'assurance ou les portefeuilles spécifiques, les résultats de l'industrie pertinents seraient alors réputés être les plus crédibles sous l'angle statistique en raison du volume plus élevé. Le cas échéant, on accorderait probablement plus d'importance aux résultats de l'industrie, allant peut-être même jusqu'à exclure les résultats de la société.

Quand les résultats de la société varient de ceux de l'industrie ou sont plus détaillés et que ces écarts peuvent être expliqués de manière rationnelle et qu'on peut à juste titre s'attendre à ce que la situation ne change pas, on pourrait mettre plus d'accent sur les résultats de la société. Or, l'actuaire accorderait une attention continue plus importante à la documentation, à la divulgation, à l'analyse de la sensibilité et à l'examen périodique. La pondération des résultats de la société par rapport à ceux de l'industrie peut être appuyée de manière rationnelle, cohérente et objective, hypothèse par hypothèse afin d'éviter de faire une sélection avantageuse des résultats au profit de la société.

Quand les résultats historiques appariés aux caractéristiques de la police faisant l'objet de la modélisation ou au contexte dans lequel le résultat prévu est présumé se produire ne sont pas disponibles, il y aurait peut-être lieu de faire preuve d'un jugement raisonné, de préférence appliqué pour modifier les résultats qui sont disponibles. Il faut accorder plus d'attention à la documentation, la divulgation, l'analyse de sensibilité et l'examen périodique de ces hypothèses qui ne sont pas appuyées.

Dans le cas extrême d'un nouveau produit ou risque, quand l'utilisation d'hypothèses non appuyées dans le cadre d'un modèle interne aurait des conséquences importantes sur le capital requis total produit par un modèle, il serait peut-être préférable d'envisager d'avoir temporairement recours à des hypothèses standardisées ou même à un modèle standardisé. Des situations du genre seraient habituellement cernées et réglées de manière adéquate avant qu'elles ne présentent une exposition importante et, quand des modèles standard ou des hypothèses standardisées ne sont pas disponibles, il prendrait des mesures dynamiques pour en élaborer.

5.1.5 Granularité du modèle et des hypothèses

Un modèle peut fonctionner en fonction d'un niveau complet de détail « élément par élément » pour les actifs et les passifs des polices en vigueur et être en mesure de différencier les hypothèses à un niveau ténu de granularité. Par ailleurs, les éléments faisant l'objet de la modélisation peuvent être présumés suffisamment homogènes pour être modélisés en regroupements ou cohortes ou en utilisant des données représentatives

plutôt que les données réelles, sans que cela n'ait un effet important sur l'exactitude des résultats modélisés.

L'actuaire choisirait la granularité des hypothèses :

- À la lumière de la granularité sélectionnée des éléments faisant l'objet de la modélisation;
- En tenant compte de la difficulté accrue que représentent la communication, la gestion, l'examen, la validation et la mise à jour des hypothèses spécifiques à un niveau de granularité très ténu;
- En tenant compte de la granularité des études sur les résultats actuels ou prévus qui pourraient être utilisées pour appuyer ou réviser l'hypothèse dans l'avenir;
- En tenant compte de l'incidence sur l'exactitude des résultats et du temps d'exécution du modèle.

5.1.6 Validation des hypothèses

Il importe de valider l'application des hypothèses du modèle dans deux optiques :

- Pour confirmer que les hypothèses sélectionnées sont raisonnables; et
- Pour confirmer que ces hypothèses sont uniformément mises en œuvre dans le cadre du modèle réel.

Pour confirmer le caractère raisonnable des hypothèses, on peut procéder à un examen indépendant de l'élaboration des hypothèses et des études sur les résultats à l'appui, à un examen comparatif de l'industrie ainsi qu'à un contrôle ex-post. Pour valider la mise en œuvre, on peut procéder à un examen indépendant du codage, comparer les résultats en vertu d'hypothèses standard plus simples et en analyser l'écart et faire un contrôle ex-post.

L'examen comparatif consiste à comparer les hypothèses sélectionnées avec celles appliquées par les autres institutions et l'ensemble de l'industrie, dans la mesure où cette information est disponible. Quand les hypothèses sélectionnées varient considérablement de celles de l'industrie, il faut des motifs valables démontrant que les risques sont différents et appuyés par des pratiques différentes. Par exemple, si le ratio prêts hypothécaires / valeurs des biens immobiliers de la société est habituellement inférieur à celui de l'industrie (d'où un risque moindre et de meilleures cotes de prêt utilisées dans les modèles), il s'expliquerait habituellement par des politiques, lignes directrices opérationnelles, produits et pratiques propres à la société et une meilleure souscription des risques de prêt plutôt que par une surévaluation des évaluations de biens immobiliers. Cela s'applique aussi aux résultats de mortalité qui sont meilleurs que la moyenne.

Le contrôle ex-post consiste à comparer les résultats historiques à ceux produits par le modèle courant. Il permet de valider tant le caractère raisonnable que la mise en œuvre des hypothèses. Le contrôle ex-post présente certaines variations.

- Le modèle courant peut être exécuté soit à une date d'évaluation historique en utilisant les données correspondantes sur les polices en vigueur soit à la date d'évaluation courante en utilisant les données courantes sur les polices en vigueur. Si on a recours à une date d'évaluation historique, il faut tenir compte des nouvelles

polices émises depuis. La date d'évaluation courante peut être utilisée si le modèle a la capacité de projeter rétrospectivement.

- Il est possible de modifier certaines hypothèses du modèle courant pour améliorer la concordance aux résultats historiques. Tout écart entre les hypothèses utilisées pour correspondre aux données historiques et celles utilisées pour projeter de manière prospective serait justifié, peut-être sur la base de pratiques modifiées ou parce que les hypothèses prospectives reflètent un bloc de résultats plus crédibles que ceux pris en compte pendant la période du contrôle ex-post.

Quand il n'est pas pratique de procéder à un contrôle ex-post, une solution consiste à examiner les résultats projetés découlant du modèle par rapport à des approximations ou des repères raisonnables, par exemple, l'histoire récente ajustée en fonction notamment de l'inflation et de la croissance ou des plans d'activités.

Pour plus de détails sur la validation et le calibrage, prière de se reporter à la section 6.

5.1.7 Application de marges aux hypothèses de meilleure estimation

Les marges appliquées aux hypothèses ont pour objet de tenir compte de l'incertitude entourant ces hypothèses. Il y a lieu de se pencher sur les sources d'incertitude que voici qui peuvent caractériser une hypothèse ou un risque.

- Volatilité s'entend de la variation aléatoire que la plupart des risques affichent. Compte tenu de la répartition statistique d'un risque, une observation donnée peut s'inscrire n'importe où dans cette distribution.
- Catastrophe s'entend d'événements extrêmes. Il arrive souvent que les modèles mathématiques décrivent bien la répartition du risque à la plupart des niveaux de probabilité, mais non dans les queues extrêmes. Si c'est le cas, des ajustements ou des provisions spécifiques pourraient s'imposer.
- Incertitude de niveau s'entend de la mauvaise estimation de la moyenne courante des résultats sous-jacents (peut-être en raison du manque de données crédibles, de la piètre qualité des données ou du fait que les résultats sont fondés sur des polices semblables, mais non identiques).
- Incertitude de tendance s'entend du fait que les résultats futurs peuvent varier des résultats attendus (peut-être en raison des tendances séculaires).

Que ces sources d'incertitude soient explicitement ou implicitement prises en compte, il importe d'examiner chacune des sources, qu'une marge suffisante soit appliquée à toutes les sources dans leur ensemble et qu'on fasse preuve de vigilance pour ne pas compter en double les marges.

Des marges sont appliquées pendant la période de référence du risque et à la provision terminale. Les marges appliquées pendant la période de référence du risque correspondraient habituellement à un niveau beaucoup plus extrême que celles appliqués à la provision terminale.

Les marges peuvent être appliquées de diverses façons. Il est possible de procéder comme suit pour modéliser l'incertitude pendant la période de référence du risque et de la provision terminale.

- Les approches déterministes s'appuient sur le choix de scénarios conservateurs (reposant peut-être sur une analyse statistique ou sur une analyse de sensibilité et le jugement) qui sont souvent mis en œuvre en appliquant une marge directement au scénario prévu. Par exemple, on pourrait relever de manière réaliste les taux de mortalité prévus dans un modèle déterministe de projection des flux monétaires en apportant un ajustement spécifique tel que x % ou k décès par 1 000.
- Les approches stochastiques génèrent de multiples valeurs de l'hypothèse suivant une répartition statistique définie et choisissent ensuite un résultat conservateur fondée sur une probabilité donnée. Par exemple, on pourrait utiliser une mesure de l'ECU fondée sur la moyenne des premiers y % de scénarios dans une simulation stochastique des résultats de mortalité des contrats individuels.

Pour mesurer l'incertitude de la provision terminale, il est possible d'avoir recours aux autres approches que voici :

- Les approches neutres à l'égard des risques permettent d'évaluer la valeur marchande du titre ou du passif à la fin de la période de référence du risque et, par définition, elles intègrent une marge de la valeur marchande implicite.
- L'approche du coût du capital permet d'estimer la marge qui doit être appliquée à la provision terminale, outre les passifs de meilleure estimation, pour générer un rendement adéquat sur le capital qu'il faudrait mettre de côté pour appuyer ces passifs.

On peut avoir recours à un agencement des quatre approches ci-haut pour couvrir les diverses sources d'incertitude d'un risque donné ou à une approche pour couvrir toutes les sources en même temps. Une approche stochastique est préférable à une approche déterministe quand le risque est asymétrique à condition de pouvoir estimer de manière raisonnable la répartition des probabilités sous-jacentes. Quand des approches différentes sont appliquées à des sources d'incertitude ou des risques différents, l'actuaire justifierait les différences et éviterait habituellement d'appliquer l'approche la plus vigoureuse ou la plus conservatrice dans chaque cas.

Le risque de modèle, tel que défini à la section 4.2, comporte des éléments d'erreur de traitement et d'incertitude générale.

- L'élément d'erreur de traitement est un risque opérationnel. À l'instar des autres risques opérationnels, l'actuaire le gérerait au minimum, dans ce cas à l'aide de mécanismes de contrôle, de la validation et de l'examen. Le risque résiduel serait abordé dans le cadre de l'évaluation du risque opérationnel. Il n'y aurait habituellement pas lieu d'intégrer aux modèles une marge pour les autres risques afin de tenir compte de l'élément d'erreur de traitement du risque de modèle.
- L'élément d'incertitude générale comprend les sources d'incertitude décrites ci-haut et justifie l'intégration directe de marges au modèle. En particulier, si on applique un processus stochastique pour tenir compte du risque de queue et le mesurer de manière adéquate, on pourrait tout de même devoir intégrer des marges supplémentaires au moment d'établir les paramètres du processus stochastique et de le calibrer si, par exemple, la spécification de la répartition des probabilités régissant ce processus est incertaine. Cette marge supplémentaire pour tenir compte

de l'incertitude des paramètres peut être implicite sous forme d'un calibrage conservateur et(ou) standardisé, de la sélection d'un niveau d'ECU plus élevé que celui qui serait autrement adopté ou du choix d'une distribution à queue épaisse dans la distribution de l'hypothèse sous-jacente.

L'actuaire indiquerait toujours clairement dans la documentation la présence, le niveau et la raison des marges dans l'établissement des paramètres et explicitement appliquées aux hypothèses et communiquer cette information de manière pertinente afin d'éviter la redondance ou le double emploi menant à un niveau de marges excessif.

La direction de l'ajustement approprié à apporter à une hypothèse (c.-à-d. le signe approprié de la marge) n'est pas toujours évident pas plus qu'il n'est facile de prévoir les répercussions quantifiées de la marge, spécialement en association avec les autres marges et au fur et à mesure que les résultats se rapprochent de la queue au chapitre des résultats dans l'ensemble. Compte tenu des interactions entre les hypothèses, il importe de tester le retrait des marges au cas par cas et de manière uniforme afin de vérifier si chacune a eu l'incidence attendue et de vérifier l'importance relative prévue de l'incidence de chaque marge sur les autres. Une analyse du genre se ferait à divers points du modèle et à diverses durées.

Les éléments dynamiques des modèles de projection des flux monétaires qui génèrent de l'incertitude pourraient aussi prendre en compte les marges. Il s'agit notamment des déchéances dynamiques reposant sur les mouvements du marché, de l'établissement des caractéristiques non garanties des produits qui sont contrôlées par la direction et de la détérioration de la mortalité découlant des déchéances antisélectives. Ces marges seront habituellement déterminées par voie déterministe en choisissant des formules causales conservatrices.

5.1.8 Choisir les hypothèses des scénarios de niveau de stress

La plupart des résultats déclarés, que ce soit ceux d'une société ou ceux de l'industrie, sont les résultats habituels du marché et de l'expérience et il est prudent de prendre en compte la pertinence des résultats observés lorsque l'actuaire prévoit les résultats dans des circonstances inhabituelles et défavorables. Les hypothèses relatives au comportement des titulaires de polices, en particulier, pourraient ne pas refléter les tendances déjà observées quand les résultats d'au moins l'un des secteurs pertinents deviennent considérablement défavorables. Des conditions macroéconomiques inhabituelles, par exemple, de faibles taux d'intérêt soutenus ou des hausses soudaines de la mortalité comme peuvent en causer une pandémie ou une catastrophe naturelle, pourraient bien être assorties d'autres aberrations au titre des résultats habituels. Même si aucune science exacte ou logique ne peut être utile pour prévoir ces aberrations, l'éventuelle incidence de celles-ci peut être prise en compte et intégré, quand il est pratique de le faire, aux résultats déclarés ou à tout le moins indiquée dans ceux-ci. Des techniques futuristes pourraient aider l'actuaire à comprendre cette éventuelle incidence.

Pour prévoir les variations des hypothèses historiques dans le cadre des scénarios de niveau de stress, l'actuaire pourrait tenir compte de l'interdépendance des hypothèses des résultats observés. Voici des exemples à cet égard :

- L'incidence des tendances économiques sur les taux de rétablissement d'invalidité;

- La baisse des taux de déchéance des contrats à prime garantie en vertu de scénarios défavorables de mortalité de la population;
- La mortalité antisélective découlant de la hausse des taux de déchéance;
- L'incidence sur les taux de déchéance des produits avec options ou garanties intégrées de l'évolution au fil du temps des principaux facteurs de la valeur pour le titulaire;
- La désintermédiation des titulaires en raison des variations des taux d'intérêt.

5.2 Mise en œuvre de la TI

La TI est un volet et un outil habilitant importants de tout modèle et cadre d'évaluation des risques. Le modèle utilisé pour évaluer le capital requis aux fins de l'évaluation de la solvabilité ou de l'évaluation interne des risques représente la somme du cadre théorique sous-jacent, de la mise en œuvre de la TI qui vise à mettre en vigueur ce cadre et des données et hypothèses servant à la mise en œuvre de la TI. Il importe de comprendre que la mise en œuvre de la TI fait partie intégrante du modèle ainsi que l'éventuel effet des diverses stratégies et décisions en matière de TI à part des autres composantes. Parallèlement, la mise en œuvre de la TI s'éloignerait idéalement suffisamment de la manière dont le modèle est bâti pour éviter de devoir totalement mettre à nouveau en œuvre le modèle par suite des mises à niveau de la technologie. Il n'est pas toujours facile de le faire.

5.2.1 Objectifs de la TI

La mise en œuvre de la TI a pour objet premier de suivre fidèlement la méthodologie du modèle mise en application de sorte que les résultats calculés seront précisément ceux que pourraient prévoir un observateur ou un examinateur chevronné indépendant avisé et qu'on puisse porter attention aux hypothèses et aux données quand on utilise le modèle et non aux distorsions non voulues découlant de la mise en œuvre.

Un deuxième but consiste à trouver une solution adéquate sur le plan économique pour ce qui est de la mise en œuvre, de la maintenance et des mises à niveaux futures, en ne perdant pas de vue les diverses applications du modèle tout en ayant un rendement acceptable au chapitre de la configuration, de la maintenance et du délai d'exécution.

Dans certains cadres, par exemple, ceux qui pourraient laisser prévoir une simulation stochastique à un niveau élément par élément, il se peut qu'il devienne inévitable de faire des compromis en établissant des approximations ou en simplifiant les données ou les hypothèses choisies, pour composer avec les contraintes du délai d'exécution. La mise en œuvre de la TI :

- serait transparente quant à l'utilisation de chacune de ces approximations;
- appuierait l'option de l'exécution sans ces approximations, si c'est possible, afin d'en étudier et d'en évaluer l'incidence.

La technologie évolue constamment au chapitre de la puissance et de l'innovation et il serait utile que la mise en œuvre prévoie la capacité d'exécuter sans limites sur le plan des scénarios et des données plutôt que de bâtir en composant avec des restrictions permanentes.

5.2.2 Transparence de la méthodologie, des hypothèses et des paramètres

Les utilisateurs finaux de l'information s'en remettent considérablement aux personnes qui gèrent les modèles et à celles qui vérifient l'information en cours de route. Un modèle informatique est souvent désigné « boîte noire » puisque l'utilisateur du modèle, sans parler de l'auditoire cible des résultats, peut difficilement en voir et en comprendre les rouages internes. La logique interne de la plupart des modèles est habituellement très abstraite et peu accessible pour les utilisateurs finaux de l'information générée par ces modèles, souvent davantage au fur et à mesure que le logiciel gagne en complexité et en souplesse et la mise en œuvre, en efficacité opérationnelle. Les formules peuvent être appliquées en code en utilisant des fonctions partagées pour représenter des opérations complexes récurrentes et les calculs fondamentaux qui sont exécutés à répétition peuvent être remaniés en modèles non habituels purement pour des raisons de vitesse.

Pour des raisons de confiance, de validation, de facilité d'examen et de maintenance, il importe de garantir une certaine transparence quant à la méthodologie mise en œuvre et aux hypothèses et paramètres choisis et appliqués. Il ne s'agit pas de permettre à l'utilisateur de vérifier les détails exacts des formules appliquées puisque cette vérification détaillée exige la même expertise et connaissances technologiques du modèle que du codage initial. On peut garantir la transparence en offrant suffisamment de latitude pour obtenir des résultats détaillés, y compris les résultats d'étapes intermédiaires dans le cadre d'un calcul complexe, et pour tester facilement l'incidence sur le modèle d'autres configurations et hypothèses et confirmer les hypothèses qui ont été appliquées dans le cadre d'un test donné.

Pour atteindre un rendement acceptable à un coût raisonnable, il incombe aux développeurs de choisir les moyens les plus efficaces, efficaces et faciles à mettre à jour pour traduire les hypothèses introduites en hypothèses utilisées et effectuer de manière uniforme des calculs répétitifs. Or idéalement, cela ne se ferait pas au détriment de la transparence et de la facilité de mise à jour des hypothèses intégrées au modèle. Il importe donc d'accorder une priorité suffisante à la conception de l'interface utilisateur et à la facilité d'utilisation et la transparence de celle-ci.

Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer des approximations pour permettre d'optimiser le rendement au chapitre du délai d'exécution, mais cela accroît le besoin de transparence spécialement en ce qui a trait à l'application et l'incidence des approximations. Il est utile de clairement documenter toutes les approximations inhérentes à la conception et à la mise en œuvre du modèle. L'actuaire isolerait et cernerait habituellement les approximations discrétionnaires issues d'une compression des données, de la simplification des hypothèses ou d'autres méthodes de calcul de sorte qu'il soit plus aisé d'en contrôler et vérifier l'utilisation et d'en quantifier les répercussions.

5.2.3 Séparation des données et des hypothèses

Les intrants des modèles sont réputés inclure des données de base concernant les passifs et les actifs ainsi que des hypothèses régissant les résultats futurs tel que les prédit le modèle. Quand le niveau de granularité de ces hypothèses est peu élevé, la mise en œuvre de la TI peut autoriser l'intégration des hypothèses aux données. Cette approche serait utilisée avec prudence, car il importe d'être en mesure de surveiller, de documenter et de tester le choix

des hypothèses dans le traitement d'un modèle. L'intégration des hypothèses aux données peut compliquer ces processus et rendre les hypothèses appliquées moins transparentes.

Cette intégration des hypothèses ne se ferait que dans le cadre d'un processus bien documenté et contrôlé offrant des options commodes pour rajuster et redéfinir les hypothèses intégrées.

5.2.4 Contrôle des changements

L'actuaire planifierait à l'avance, dans le cadre de la mise en œuvre de la TI, les méthodes et techniques de contrôle des changements pour toutes les composantes du modèle. Les calculs du modèle sont une composante importante des rapports sur les résultats financiers et sur les mesures de risque qui sous-tendent les décisions opérationnelles essentielles à la vigueur et l'intégrité de la société. Il faut donc bien comprendre et contrôler les changements au chapitre de la mise en œuvre de la TI des processus de calcul du modèle et des hypothèses appliquées tout en prévoyant un niveau acceptable de latitude et de productivité pour tester ces aspects du modèle et les mettre à jour. Il est souvent plus facile de le faire en ayant recours à des environnements de test et de production, chacun doté de niveaux adéquats de contrôles d'accès.

5.2.5 Examen, reproduction et maintien des activités

La mise en œuvre de la TI d'un modèle serait idéalement conçue de manière à permettre des processus importants, par exemple, l'examen, la reproduction et le maintien des activités outre la maintenance et le fonctionnement du modèle. Il importe que l'examen des hypothèses et de la configuration du modèle ainsi que la reproduction de l'exécution d'un modèle donné soit appuyé. Par exemple, dans le cas des modèles s'appuyant sur des processus stochastiques pouvant exiger des générateurs de chiffres aléatoires, il importe d'atteindre le caractère aléatoire adéquat et de tout de même être en mesure de reproduire une exécution donnée, s'il y a lieu.

La nécessité d'appliquer une technologie puissante et avancée pour réaliser des délais d'exécution acceptables peut faire en sorte que la mise en œuvre de la TI des modèles d'évaluation des risques soit dispendieuse et, dans une certaine mesure, particulière à l'infrastructure de TI de la société. Les plans de reprise après sinistre et de maintien des activités prévoiraient la reprise d'une capacité de modélisation uniforme et vérifiable dans un délai raisonnable par suite de la perte soudaine du site principal en vertu de divers scénarios. Dans le délai de reprise, l'actuaire ne perdrait pas de vue que le modèle sert à des fins de gestion et opérationnelles et non seulement au calcul annuel du capital requis. Il sera toutefois probablement moins urgent de remettre immédiatement en service les processus d'évaluation des risques que d'autres fonctions opérationnelles essentielles.

5.2.6 Conception en vue des futures mises à niveau technologiques

Que la mise en œuvre initiale de la TI réalise les objectifs visés en matière de rendement et de capacité ou non, l'actuaire pourrait prévoir les progrès technologiques utiles inévitables. Il est préférable de prévoir la mise en application de ces progrès dans le cadre d'un modèle sans devoir procéder à une refonte totale du modèle pour les raisons suivantes :

- Il sera plus facile de mettre en application et d'utiliser la nouvelle technologie en temps opportun et de manière plus rentable; et

- Cela réduira les coûts des ressources pour valider et tester à nouveau la mise en œuvre dans la mesure où les éléments comme le codage et l'application des hypothèses n'ont pas changé.

5.2.7 Considérations relatives aux logiciels internes par rapport aux logiciels tiers

La TI peut être mise en œuvre en tout ou en partie en ayant recours à un logiciel tiers. Les préoccupations concernant le choix, la maintenance, le contrôle et la validation des logiciels tiers s'appliquent tout autant aux logiciels mis au point par des professionnels internes pourvu que le but consiste à satisfaire aux spécifications des utilisateurs.

Il importe que les logiciels tant conçus à l'interne qu'achetés soient :

- Souples et faciles à améliorer pour composer avec les besoins et les attentes au niveau du rendement qui changent et pour mettre en application et exploiter les progrès technologiques;
- Bien testés, robustes et pertinents dans les conditions opérationnelles proposées; et
- Bien contrôlés pour ce qui est de l'application des mises à jour des codes, des systèmes et des plates-formes matérielles.

Quand le logiciel est acheté ou exploité sous licence, il importe de prendre en compte la réputation et la permanence du fournisseur si la maintenance incombe à celui-ci ainsi que la possibilité qu'il se retire du marché ou qu'il ne soit pas en mesure d'offrir le soutien nécessaire et les répercussions qui en découleraient.

5.3 Données opérationnelles

5.3.1 Données opérationnelles réelles par rapport au modèle opérationnel

Dans toute la mesure du possible, l'actuaire utiliserait en tant qu'intrant du modèle de travail la totalité des données opérationnelles tenant compte des contrats d'assurance réels et des actifs investis réels détenus à la date de l'évaluation du capital ou de l'analyse des risques sans les rajuster. Spécialement quand une analyse stochastique s'impose, la prise en compte des considérations relatives au délai d'exécution et l'évaluation de l'importance relative des résultats pourraient mener à l'application de diverses techniques de réduction des données qui sont habituellement désignées compression de modèle.

Voici des exemples de technique de compression de modèle :

- Regroupement de contrats semblables en fonction des caractéristiques par exemple, police, catégorie de risque, âge à l'émission et date d'émission;
- Substitution d'un groupe présumé de polices identiques reflétant en moyenne les caractéristiques du groupe; ou
- Élimination de blocs de contrats mineurs ou de diverses prestations, accompagnée peut-être d'une hausse compensatoire des volumes de contrats plus significatifs.

Les exemples ci-haut décrivent la compression des données sur le passif. Des techniques semblables peuvent être appliquées pour compresser celles sur l'actif.

La compression de modèle est, de par sa nature, une technique d'approximation et il faut donc surveiller et contrôler minutieusement l'importance relative des conséquences de

l'approximation. Du coup et quand il est possible de le faire, il faut comparer les calculs de l'analyse des risques avant et après la compression afin de quantifier ces conséquences. Des tests comparatifs visant à quantifier les conséquences en question peuvent toutefois être effectués sur des parties représentatives de l'ensemble du portefeuille ou sur un échantillon et donner des résultats utiles. Il importe donc de concevoir et de mettre en œuvre des techniques de compression de modèle qui sont souples, dans l'ensemble et par bloc, à l'égard du choix des règles de compression, notamment du nombre de points de modèle utilisés pour chaque bloc de polices.

Idéalement, les techniques de compression mises en œuvre offriraient des options pour supprimer la totalité de la compression et pour contrôler le degré de compression à l'égard d'une gamme de produits ou de régime. Il sera ainsi plus facile de vérifier l'incidence de la compression et de rajuster le degré de compression au fil du temps puisque l'importance du bloc par rapport à l'ensemble des polices évolue et que les nouvelles capacités de la TI permettent de raccourcir les délais d'exécution.

Pour des raisons semblables, il est approprié que les processus de compression soient transparents et repérables dans les paramètres de contrôle et les hypothèses définissant la méthode de préparation des données opérationnelles.

5.3.2 Utilisation de sources de données communes

Les données opérationnelles qui sont déjà validées et peut-être transformées au moyen d'un autre processus, par exemple, un système d'évaluation, pourraient être une source de données opérationnelles commode et rentable aux fins de l'évaluation des risques, pourvu que les transformations ou les compressions exécutées dans le cadre de cet autre processus n'aient pas altéré la valeur et l'exactitude des données initiales.

L'extraction des données opérationnelles des systèmes d'administration, la validation des données comme convenant aux fins visées et le fait de vérifier si les données extraites représentent de manière complète et fidèle des actifs et les passifs d'une entité d'assurances sont des aspects importants que des vérificateurs internes et externes doivent périodiquement examiner. Il est donc préférable que les données préparées, validées et appliquées aux fins des processus d'évaluation servent, si possible, de point de départ à l'analyse des risques et à l'évaluation du capital, même si les données doivent être davantage comprimées pour composer avec les contraintes des délais d'exécution applicables aux modèles d'évaluation des risques. Cette approche collabore à garantir une uniformité et une qualité comparables à celles appliquées aux rapports financiers.

5.3.3 Techniques de validation de totaux de contrôle

Les résultats des modèles de risque, tout comme la production des systèmes de rapports financiers, pourraient comporter les principaux nombres totaux statistiques, par exemple, le nombre de contrats, le volume des prestations et les montants des primes. Ces types de vérification aident à confirmer la nature continue et complète des données opérationnelles introduites au modèle et la cohérence avec les systèmes d'administration et les autres applications. Les totaux servant au contrôle seraient disponibles avant et après l'application des techniques de compression et après le calcul du capital requis. Quand il y a eu compression, il faudra peut-être faire preuve de jugement pour déterminer si les variations des totaux de contrôle sont raisonnables et cohérents avec la technique de compression.

Ces variations seraient habituellement clairement expliquées dans la documentation à l'appui et validées périodiquement.

5.3.4 Utilisation de fichiers de données générés avant la date du rapport

Il se peut que les délais d'exécution des modèles d'évaluation des risques soient très longs pour permettre de procéder à une analyse exhaustive des risques sur l'ensemble d'un portefeuille de polices par voie stochastique. Il se peut aussi que ces modèles ne soient pas pratiques pour les processus essentiels de préparation des rapports financiers qui sont assortis de délais serrés à moins qu'ils ne soient appliqués aux données opérationnelles générées à une date antérieure à celle de la préparation du rapport et peut-être même avant que les données ne soient utilisées à d'autres fins de déclaration. Il s'agit d'une technique d'approximation qui exigerait habituellement que certains rajustements pertinents soient apportés aux résultats autrement produits, par exemple :

- Généralisation des résultats de l'analyse des risques sous forme de facteurs qu'on peut appliquer aux données opérationnelles de la date réelle du rapport;
- Projection des données opérationnelles à la date du rapport avant d'exécuter le modèle.

Quand des données opérationnelles d'une date antérieure sont utilisées dans un modèle, il importe de prendre en compte ce qui suit :

- La date opérationnelle des données sur lesquelles le modèle est exécuté est-elle transparente pour tous les utilisateurs et clairement indiquée dans les résultats du modèle?
- Le modèle suppose-t-il un écart de temps précis entre l'extraction des données et la préparation du rapport ou est-il capable de réagir à l'écart réel chaque fois ou compenser pour cet écart afin de faciliter la réduction ou l'élimination d'une technique d'approximation du genre?

5.4 Processus

5.4.1 Souplesse d'utilisation

Même si les modèles sont principalement élaborés en ne perdant pas de vue l'utilisation qui en sera faite, notamment le cadre de solvabilité et la méthode de calcul visés, il est préférable que le modèle et ses résultats puissent servir à appuyer beaucoup de processus. Si c'est pratique de le faire compte tenu des attentes au chapitre des coûts et du rendement, ils pourraient aussi être conçus dans l'objectif général de témoigner fidèlement de tous les flux monétaires importants découlant des passifs et des actifs devant être modélisés et reproduire de manière réaliste les répercussions importantes correspondantes sur les états financiers, pour les raisons que voici :

- En utilisant périodiquement les résultats d'un modèle interne à de multiples fins de gestion des polices, notamment tarification et gestion du risque opérationnel, la société fait la preuve de son engagement envers la validité et l'utilité du modèle aux fins de l'évaluation du capital réglementaire.
- La capacité d'exécuter de multiples processus et d'extraire d'un modèle les résultats de divers calculs rehausse la transparence du modèle et offre plus de

- En appliquant le modèle d'évaluation des risques à de multiples fins, la société expérimente davantage et comprend mieux le modèle et l'incidence des diverses hypothèses et augmente sa capacité de détecter les problèmes opérationnels ou les erreurs théoriques dans la construction du modèle ou les problèmes que présentent les données et les hypothèses appliquées à l'utilisation du modèle. Ceci justifie des améliorations au chapitre de la précision et de l'utilité des résultats découlant du modèle.

Il se peut qu'il soit difficilement réalisable ou inapproprié d'avoir recours à des modèles à usage général pour évaluer le capital, car leur fonctionnement ou leurs résultats sont trop détaillés pour procéder en temps opportun à une analyse des risques spécifique nécessitant des centaines d'itérations de scénario, surtout compte tenu de la technologie et des techniques d'analyse des risques d'aujourd'hui. En outre, le cadre d'évaluation des risques pourrait être incompatible avec les autres fins, ce qui entraînera des différences importantes. Par exemple, si un cadre d'évaluation des risques applique une période de référence du risque d'un an et(ou) définit la provision terminale sur une base conforme au marché, des changements importants pourraient s'avérer nécessaires par rapport à un modèle d'évaluation reposant sur la MCAB.

Lorsqu'un modèle interne est spécifiquement conçu au départ pour évaluer le capital et les risques, l'actuaire peut chercher à en élargir l'application en l'améliorant sans cesse, puisque les techniques de modélisation et les applications technologiques évoluent au fil du temps. Par exemple, on pourrait partager des composantes des modèles à usage général et des modèles d'évaluation des risques dans la mesure où il est pratique de le faire sans compromettre la méthodologie et le rendement au titre du délai d'exécution des modèles d'évaluation des risques.

5.4.2 Contrôle ex-post

Le contrôle ex-post s'entend du processus consistant à valider un modèle au moyen des hypothèses historiques réelles appliquées à un fichier d'éléments en vigueur et à comparer les flux monétaires et les résultats financiers projetés du modèle, qui peuvent être générés par le modèle, aux résultats connus. Même si ce processus permet de confirmer dans une certaine mesure le fonctionnement de base du modèle dans des circonstances opérationnelles et en vertu d'hypothèses habituelles, il ne peut être appliqué pour valider le fonctionnement du modèle dans des conditions extrêmes qui ne se sont probablement pas matérialisées dans le passé.

Il peut aussi s'avérer utile d'effectuer d'autres formes de test sur les données historiques dans le cadre desquels certaines hypothèses sont établies à des valeurs neutres ou artificielles dans le but de facilement confirmer l'incidence des autres hypothèses sur les résultats, comparativement aux résultats enregistrés.

5.4.3 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité est un processus important qui sert à la fois à valider le fonctionnement d'un modèle et à fournir des renseignements utiles à la direction. L'analyse de sensibilité s'entend de la détermination de l'effet supplémentaire des

modifications déterminées au préalable à des hypothèses uniques ou à des agencements d'hypothèses sur les résultats modélisés calculés. On peut vérifier la validité d'un modèle en rationalisant les résultats observés de l'analyse de sensibilité reposant sur des changements limités apportés aux hypothèses uniques.

L'analyse de sensibilité est plus facile si la TI appliquée au modèle permet de facilement modifier les hypothèses et paramètres de base. Idéalement, ces modifications seraient souples pour permettre d'apporter des changements additifs et multiplicatifs au cours d'une période limitée.

Il est possible d'obtenir de l'information supplémentaire à l'intention de la direction en comparant la sensibilité relative de divers blocs de polices aux mêmes changements additionnels aux hypothèses de base ou en comparant la sensibilité relative des mêmes blocs de polices à ces changements à des moments différents. Les organismes de réglementation et la direction des sociétés pourraient profiter du fait d'être en mesure de comparer les résultats des analyses de sensibilité standardisées entre les sociétés ou au fil du temps.

5.4.4 Calibrage des modèles

Le calibrage des paramètres appliqués dans ces modèles en fonction des récents résultats spécifiques au marché est un processus important qui doit être périodiquement effectué, spécialement quand on a recours à des modèles mathématiques pour représenter la distribution de probabilités de certaines hypothèses, par exemple, les mouvements des valeurs des actifs ou des courbes de rendement au fil du temps.

Le calibrage de ces modèles pourrait être appuyé par des caractéristiques qui facilitent la vérification des changements apportés aux paramètres des modèles suivant une manière méthodique qui permet de choisir l'agencement pertinent des valeurs des paramètres produisant la concordance la plus juste avec les résultats et de vérifier si des changements mineurs apportés à ces paramètres ne produisent pas dans les faits une meilleure concordance.

5.4.5 Application des processus de calcul à certains blocs ou certaines polices

Bien que le modèle a pour objet de traiter de manière rapide et efficace de volumes importants de polices possiblement police par police en vertu de scénarios possiblement multiples, il importe aussi à des fins de transparence et de validation d'être en mesure de visionner et de reproduire les calculs du modèle sur des polices uniques ou des sous-ensembles précis de polices et de varier certaines hypothèses pour en observer les répercussions à ces niveaux.

5.4.6 Archivage et reproduction des modèles

L'utilisation d'un modèle interne est une application financière majeure qu'on serait habituellement en mesure de reproduire et de vérifier. Il est donc essentiel de pouvoir reproduire les résultats obtenus d'une application antérieure du modèle à une certaine date de déclaration et appuyer l'enquête détaillée sur les calculs du modèle à divers degrés de précision ou de granularité. Ceci signifie l'élaboration d'un processus d'archivage produisant facilement une copie de sauvegarde de toutes les composantes du modèle (les données opérationnelles historiques, code du modèle ou exécutables, les détails complets de l'ensemble des hypothèses et paramètres et les définitions des routines de tous les

processus et calculs nécessaires pour générer les principaux résultats) de sorte qu'on puisse au besoin reconstruire le modèle, peut-être au moyen d'une machine différente à un emplacement éloigné, et l'utiliser pour produire des résultats identiques.

5.4.7 Extrants des modèles

À des fins tant de vérification que d'examen interne, il est utile de pouvoir extraire d'un modèle des rapports qui documentent les hypothèses réellement appliquées par bloc de polices ou même par police individuelle. En comparant les détails des hypothèses, on peut isoler les incohérences et ainsi contribuer à convaincre la direction que les hypothèses ont été mises en œuvre tel que prévu. La documentation sur les hypothèses est aussi utile pour l'examen externe du caractère raisonnable des hypothèses qui est indépendant de la mise en œuvre du modèle.

La souplesse dans la préparation d'autres rapports fournissant des produits secondaires d'un calcul, par exemple, flux monétaires détaillés ou éléments du calcul de la réserve, peut aussi contribuer à comprendre le fonctionnement du modèle et à faciliter les examens de vérification. À ces fins, l'actuaire prévoirait donc la capacité de contrôler la périodicité des extrants des valeurs financières (mensuels, trimestriels ou annuels) dans les limites de la granularité offerte dans la mise en œuvre du modèle.

5.5 Résultats et analyse

5.5.1 Souplesse des rapports

Idéalement, les rapports seraient disponibles à divers degrés de granularité et de périodicité pour être utiles à la direction et à des fins de vérification et de validation du modèle. L'analyse de l'attribution ou l'analyse et l'explication de la variation des résultats d'une période à l'autre pourrait nécessiter suffisamment de composantes détaillées pour décomposer et comprendre le fonctionnement du modèle ou même reproduire les changements de manière indépendante, à tout le moins à un point unique du modèle. Pour effectuer une vérification pratique, il faudra peut-être que les rapports soient immédiatement visibles en format visuel ou sauvegardés dans des formats communs, par exemple, bases de données ou chiffriers, ou qu'il soit possible de les y exporter.

5.5.2 Validation des rapports adaptés

Les processus de validation cibleront habituellement les résultats des calculs produits par le modèle et déclarés en tant que rapports standard ou par défaut. À des fins de souplesse d'utilisation, il y a lieu d'intégrer la capacité de définir des outils de préparation des rapports adaptés, pourvu que les risques et les enjeux supplémentaires découlant de l'utilisation de ces rapports soient pris en compte dans les processus de validation et de contrôle. Ces risques augmentent proportionnellement au degré d'adaptation autorisé, aux options pour intégrer des lignes de rapport fondées sur des formules et au nombre de titres de ligne définis par les utilisateurs.

5.5.3 Terminologie et format standard

L'utilisation d'une terminologie et d'un format standard peut réduire de manière appréciable le risque de modèle et opérationnel. Les applications du modèle peuvent présenter une identification ou une invitation de saisie des hypothèses claire et précise et présenter des étiquettes de résultats calculés claires et complètes et conformes à l'usage

standard des termes opérationnels ou techniques, par exemple, les éléments des états financiers. Cela contribuera à éviter la confusion ou la mauvaise interprétation des invitations de saisie et des résultats des modèles, tant au sein de la société que par les examinateurs externes.

Il est utile que les manuels de l'utilisateur et les écrans d'aide adoptent également la terminologie standard et se conforment à l'usage de celle-ci dans le système.

La présentation des intrants et des extrants (par exemple, la définition des unités des valeurs financières, l'utilisation des proportions par rapport aux pourcentages et la présentation des dates) se conformerait sans cesse à l'usage standard et serait clairement documentée dans l'interface et les rapports, s'il y a lieu.

5.6 Mise en œuvre des modèles stochastiques

Un modèle stochastique est une imitation de la réalité. Il s'agit d'une technique qui produit des estimations statistiques et pas nécessairement des résultats exacts. La modélisation stochastique est un outil important de la trousse à outils de mesure des risques d'une société. Il importe de se rappeler que la modélisation stochastique est en partie de l'art et en partie une science qui s'appuie en partie sur le jugement et en partie sur le bon sens.

Les modèles stochastiques, en raison de leur nature, sont complexes et leur délai d'exécution est long, spécialement quand ils sont appliqués pour évaluer la solvabilité. Par exemple, pour une mesure de queue de confiance élevée (99 % ou plus), il faudra tester des milliers de scénarios afin de mesurer le risque de queue avec des résultats raisonnablement stables.

Les résultats produits par la modélisation stochastique ne sont pas toujours intuitifs. Il importe de bien comprendre les points forts et les limites d'un modèle et sans cesse en vérifier le caractère raisonnable. Pour une modélisation du genre, il faut souvent envisager autrement les problèmes, les enjeux, les résultats et les éventuelles solutions. Il importe également de prendre en compte l'exposition plus grande au risque de modèle et au risque opérationnel inhérente à la complexité accrue de la modélisation stochastique.

Dans certaines circonstances, il y a peut-être lieu d'apporter des ajustements à la méthode de modélisation afin de réduire le délai d'exécution. Pour composer avec les limites pratiques des ressources matérielles disponibles au chapitre du délai d'exécution total, diverses approximations ont été conçues aux fins de la modélisation stochastique. En voici deux exemples :

- **Choix de scénarios représentatifs** : Cette technique vise à remplacer un ensemble plus grand de scénarios par un nombre moins grand avec des facteurs de pondération attribués de manière à ce que chaque scénario testé représente un sous-ensemble de scénarios originaux semblables.
- **Traitement prédictif des scénarios** : L'analyse de tous les scénarios appliqués au modèle opérationnel permet de choisir certains indicateurs dans les résultats, ou dans le scénario, qui permettent de prédire avec fiabilité si le scénario fait partie des X % pires. Puis, lorsqu'il faut exécuter les modèles réels, tous les scénarios sont présélectionnés en fonction de critères s'appuyant sur les facteurs permettant de prédire et sont soit totalement mis de côté ou raccourcis si les résultats provisoires

prédisent qu'ils ne seront pas parmi les pires scénarios ou qu'ils n'auront pas un effet important sur la réponse. Étant donné que l'algorithme de prédiction ne sera pas tout à fait exact, le nombre de scénarios exécutés satisferait habituellement à une proportion du seuil prédictif supérieure à la mesure du risque de queue éventuellement utilisée. Par exemple, pour en arriver à une mesure de l'ECU de 95 %, il serait peut-être prudent d'exécuter les scénarios anticipés pour engendrer 10 % des pires résultats et d'appliquer une ECU de 50 % à cet ensemble de 10 %.

L'efficacité des algorithmes utilisés pour appliquer ces méthodes pourrait varier selon la conjoncture courante, l'ensemble particulier de scénarios générés et les modèles opérationnel et d'actifs auxquels ils sont appliqués. Donc, il peut être approprié d'utiliser ces techniques avec prudence. En outre, étant donné que ces techniques sont comparables à des approximations, valider leur efficacité et en confirmer les répercussions exigent beaucoup de travail. Pour bien valider, il faut exécuter tant l'ensemble intégral que l'ensemble réduit de scénarios et l'exécution de ce genre d'approche pourrait bien prendre plus de temps que si on n'y avait pas recours, l'avantage acquis de l'exécution en soi étant restreint au court délai de préparation des rapports.

Certaines techniques de réduction de scénarios pourraient avoir pour effet que les résultats se limiteront à un certain point de la distribution. Pour comprendre un risque et tenir compte des avantages de la diversification entre les risques, il y a souvent lieu d'estimer toute la distribution des risques.

6. VALIDATION ET CALIBRAGE DES MODÈLES

Les expressions validation du modèle et calibrage du modèle sont parfois interchangeables; les deux renvoient au processus visant à garantir qu'un modèle est efficace dans une situation générale et dans la situation particulière à l'étude.

Dans le présent document, *validation* s'entendra du processus consistant à prouver qu'un modèle de travail est valide, c'est-à-dire qu'il reproduit de manière raisonnable certains résultats connus ou générés indépendamment ou que le logiciel du modèle met fidèlement en application les concepts techniques et théoriques intégrés à sa conception. *Calibrage* s'entend du processus consistant à établir des paramètres et des hypothèses qui conviennent à la situation particulière à l'étude.

Par exemple, l'actuaire *validerait* qu'un modèle qui vient d'être élaboré fonctionne dans l'ensemble. Ensuite, il le *calibrerait* en fonction de la situation à l'étude et d'habitude, le *recalibrer périodiquement* pour tenir compte notamment des nouveaux taux d'intérêt et des nouveaux taux de rendement des actions, suivant la nature de la situation.

Le calibrage revêt une importance spéciale dans le cas d'un modèle s'appuyant sur une analyse stochastique fondée sur des scénarios économiques. Étant donné que chaque générateur de scénarios économiques est régi par des paramètres, l'actuaire calibrerait ceux-ci de manière à ce que la mise en œuvre spécifique du modèle économique produise des résultats conformes aux résultats historiques ou aux données actuelles du marché (suivant que le modèle reflète une évaluation pratique ou conforme au marché). Idéalement, la paramétrisation serait également pertinente pour la société, ses activités et les situations applicables à la date de l'analyse.

6.1 Validation conceptuelle

La validation conceptuelle confirme que le modèle prend en compte de manière adéquate les risques et les situations qui doivent être couvertes conformément au cadre choisi. Chaque caractéristique différente du risque (mauvaise estimation, détérioration, volatilité et catastrophe) serait abordée soit implicitement par le modèle soit par des ajustements explicites externes au modèle.

Un modèle s'appuierait d'abord sur un cadre valide sur le plan conceptuel – ce cadre peut être validé par des ouvrages de recherche externes ou de la recherche interne. Par exemple, même si bien des ouvrages de recherche publiés appuient l'hypothèse que les rendements du marché boursier se comportent la plupart du temps de manière plus ou moins lognormale, d'autres soutiennent l'hypothèse que les distributions produites par les modèles lognormaux à changement de régime conviennent davantage quand les queues de la distribution revêtent un intérêt. Il ne serait pas nécessairement mauvais d'utiliser une distribution variant considérablement de l'une ou l'autre de ces distributions si pour une hypothèse du genre, la raison pour laquelle celle-ci convenait à la tâche en question était rigoureusement documentée.

Dans la même veine, de nombreuses publications sont disponibles qui décrivent des approches raisonnables à l'égard de la modélisation de la volatilité des taux d'intérêt et des sinistres. Pour utiliser d'autres modèles que ceux-ci, il faudra démontrer la raison pour laquelle la méthode choisie est davantage (ou tout autant) appropriée que l'une des approches conventionnelles.

Même s'il adopte des approches conventionnelles ou publiées, dans un environnement différent ou une application différente, le modèle conventionnel pourrait ne pas nécessairement convenir. Il importe pour l'actuaire de savoir qu'il devra toujours faire preuve d'un certain jugement pour choisir les modèles.

6.2 Validation de la mise en œuvre

Le processus de validation de la mise en œuvre consiste à démontrer que la mise en œuvre du modèle (p. ex., un programme informatique) fonctionne de manière conforme à la validation conceptuelle et aux données et paramètres réels dont il est question.

Il y a plusieurs façons de valider la mise en œuvre, mais aucune n'est parfaite et certaines peuvent s'avérer plus faciles que d'autres dans des situations différentes. On se sert habituellement d'une certaine combinaison des approches dont en voici des exemples :

- Valider les formules de calcul des composantes : Aux fins de la validation, les modèles peuvent être construits de manière à permettre d'analyser les calculs et les valeurs provisoires. Par exemple,
 - Les modèles génèrent habituellement des valeurs au niveau des polices, par exemple, les valeurs au comptant et les prestations de décès. L'actuaire peut rapprocher ces valeurs avec les systèmes d'exemples de polices à des fins d'uniformité.
 - Les taux d'intérêt et les rendements des marchés boursiers peuvent être considérés en soi pour confirmer leur caractère raisonnable et la gamme des résultats générés.

- Les flux monétaires peuvent être validés en fonction d'autres modèles possiblement déterministes.
- Vérifier des cas simples : Il est possible de générer des scénarios de résultat et de placement qui sont suffisamment simples pour procéder à une vérification manuelle et(ou) au moyen de chiffriers. Par exemple, les taux d'intérêt sont présumés être uniformes et les déchéances sont présumées être de zéro jusqu'à la n^e année, puis de 100 %. Si un modèle ne correspond pas à ce critère, c'est qu'il n'est pas valide. Cependant, le fait que ce critère est satisfait dans des situations simples ne prouve pas complètement que le modèle est valide dans des situations plus complexes.
- Accroître graduellement la complexité : Des éléments de complexité peuvent être ajoutés un à la fois, soit séparément soit en combinaison. Par exemple, un modèle pourrait être exécuté sans réduction, puis des réductions pourraient être ajoutées une à la fois. Chacun de ces changements peut être examiné pour voir s'il produit une variation justifiable dans les extrants du modèle. Les résultats imprévus ne sont pas nécessairement mauvais. Ils pourraient de fait indiquer que le modèle fait ce qu'il est censé faire en mettant en lumière ces résultats imprévus. Toutefois, il importe de confirmer les résultats.
- Vérifier des scénarios choisis : Un modèle peut être bâti pour permettre l'exécution de scénarios déterministes. Les résultats peuvent être revus aux fins de leur caractère raisonnable ou comparés à d'autres modèles qui ne peuvent exécuter que des scénarios déterministes. Bien qu'il puisse être difficile de valider directement les résultats d'un modèle qui intègre de nombreuses hypothèses différentes, il peut s'avérer plus pratique de valider les résultats additionnels de certaines analyses de sensibilité (c.-à-d., substituer à une hypothèse un petit montant défini) pour valider le caractère raisonnable, si le rapprochement n'est pas exact.
- Vérifier des cas individuels ou extrêmes : Une fois le modèle en mode d'exécution, chacun des scénarios peut être visualisé pour en vérifier le caractère raisonnable. Par exemple, comment le scénario qui produit le 99^e percentile se compare-t-il au scénario qui produit le 95^e percentile? À quoi ressemble le scénario du 99^e percentile par rapport à un scénario de la pire situation donné? Si des valeurs extrêmes sont utilisées pour diverses hypothèses, le modèle se comporte-t-il encore de manière rationnelle et produit-il des résultats utiles et conformes à l'hypothèse utilisée? En forçant de manière artificielle une hypothèse à un cas extrême, des lacunes dans les rouages internes du modèle ou dans la façon dont les hypothèses interagissent peuvent parfois se révéler, puisqu'une partie des résultats du modèle pourrait ne pas être conforme aux attentes en vertu de ce scénario. C'est particulièrement important pour les éléments dynamiques (p. ex., taux d'intérêt crédités, déchéances qui varient selon les rendements du marché, stratégies de réinvestissement, etc.) où des formules qui fonctionnent bien dans une fourchette opérationnelle normale pourraient ne pas saisir le comportement de la direction et des titulaires dans des situations extrêmes.
- Comparer avec d'autres modèles : Si un modèle produit de manière indépendante ou une version antérieure du modèle courant est disponible, les résultats peuvent alors être rapprochés à ces modèles dont les intrants sont semblables. Des écarts ne

sont pas nécessairement un signe d'erreur, mais il importe d'être en mesure de les expliquer. Par exemple, le modèle témoigne fidèlement d'un changement qu'on avait l'intention d'apporter et en supprimant ce changement, il reproduit en fait le résultat antérieur. La vérification confirme notamment que les éléments du modèle pour lesquels l'actuaire ne s'attendait pas à un changement n'ont pas changé.

- Comparer avec des modèles factoriels publiés : De nombreuses formules factorielles de calcul du capital, par exemple, les facteurs du BSIF en vigueur pour les fonds distincts, ont été élaborées à l'aide d'une approche fondée sur un modèle. Les caractéristiques du produit et les autres hypothèses sur lesquelles ces modèles étaient fondées proviennent de sources publiées. Dans la mesure où il est possible de prendre en compte ces caractéristiques et hypothèses dans un nouveau modèle, ce modèle devrait raisonnablement reproduire les résultats factoriels publiés.
- Examiner les résultats de divers niveaux d'agrégation : On peut se faire une idée en examinant si l'agrégation à divers niveaux produit ou non des avantages de la diversification. Quand un risque clé est économique, le fait d'agréger les gammes de produits qui sont exposées au même risque économique ne produirait habituellement pas d'avantages de la diversification. Dans le cas contraire, il enquêterait sur le modèle et expliquerait les résultats. Les risques non économiques, par exemple, le nombre de décès, produiraient des avantages de la diversification quand des vies différentes sont en cause.

Ayant validé un modèle en général, le processus de calibrage consiste à ajuster les intrants (p. ex., taux de déchéance et rendement des placements) et les caractéristiques des produits en fonction des situations à l'étude. Comme avec l'exercice de validation, il importe d'expliquer la variation des extrants du modèle par rapport aux cas de validation, p. ex., la volatilité des placements s'est modifiée et ainsi les queues des résultats se sont épaissies, mais les points centraux sont à peu près les mêmes.

Les marges ajoutées aux paramètres des intrants sont assujetties aux mêmes considérations que les marges aux fins d'évaluation dans le cadre d'autres travaux d'actuariat. Par exemple, il démontrerait que l'orientation des marges produit une hausse du résultat ou du capital : des marges plus élevées conviennent quand les données sont moins fiables.

6.3 Contrôle des données et des changements

N'importe quel modèle d'évaluation des risques pourrait être assujetti aux mêmes vérifications qui seraient habituellement appliquées à d'autres travaux d'actuariat. L'actuaire validerait habituellement les données, par exemple, les fichiers des polices en vigueur ou des actifs. Il vérifierait dans les écrans des intrants pour s'assurer que les hypothèses voulues ont été vraiment saisies.

Si le modèle est modifié de quelque façon que ce soit, des contrôles de la gestion des changements s'assurent que les changements sont approuvés, validés et rapprochés. Des tests de validation choisis pourraient être effectués à nouveau après que les changements ont été effectués ou sur une base périodique pour confirmer que les résultats sont identiques à ceux produits dans les tests antérieurs.

6.4 Valider et calibrer un générateur de scénarios économiques

Un modèle de simulation stochastique peut comporter un générateur de scénarios économiques (GSE³) sous forme de module distinct ou de module intégré au modèle de travail. Il importe de tester, de valider et de calibrer le GSE en tant que composante distincte et de module du modèle de travail dans l'ensemble.

Le GSE a pour objet de générer de nombreux scénarios des résultats futurs possibles de toutes les variables de l'économie modèle. Pour évaluer la solvabilité, il importe que ces scénarios comprennent suffisamment de valeurs ou d'événements extrêmes qui demeurent plausibles. En raison du grand nombre de valeurs observées dans les scénarios générés, il testerait habituellement et validerait les valeurs générées à l'aide d'outils d'inspection et d'analyse automatisés et non d'une inspection visuelle.

Avant de fonder les décisions sur le GSE paramétrisé, l'actuaire analyserait les extraits pertinents du GSE qui ont été alimentés dans le modèle des flux monétaires. Idéalement, il procéderait à une analyse statistique détaillée pour comparer les scénarios économiques et les dossiers historiques. Même si l'histoire ne fournit qu'un scénario, il convient de procéder à un test en profondeur du modèle du GSE pour garantir que les principales caractéristiques des données historiques peuvent se matérialiser dans les scénarios générés par le GSE avec des probabilités qui sont raisonnables comparativement au dossier historique. Dans le cadre de l'analyse en question, l'actuaire examinerait diverses caractéristiques, par exemple, l'asymétrie, l'aplatissement et les quantiles des queues. Il testerait également les caractéristiques propres à certaines variables économiques.

À l'égard des taux d'intérêt, par exemple, voici certaines questions clés qu'il conviendrait d'examiner :

- Le modèle produit-il des taux d'intérêt négatifs?
- Le modèle peut-il permettre des cycles très longs de taux d'intérêt élevés ou bas?
- Le modèle est-il autorégressif et, le cas échéant, la vigueur de la régression est-elle adéquate?

Quand des rendements boursiers sont générés, il pourrait mesurer les rendements annuels maximaux positifs et négatifs et le nombre de passages de régime à faible volatilité à régime à grande volatilité (si applicable au modèle) ainsi que les rendements moyens et leur volatilité.

Le calibrage revêt une importance particulière pour un modèle ayant recours à une analyse stochastique fondée sur des scénarios économiques et ne se ferait qu'une fois le GSE testé et validé. Quand il est utilisé comme intrant dans un outil d'évaluation fondé sur la valeur marchande, le GSE doit être calibré en fonction des cours des titres et des dérivés en vigueur sur le marché et des courbes de rendement et des dérivés connexes. Quand ils sont utilisés dans un cadre pratique, les rendements des actifs produits par le GSE à cette fin concorderaient habituellement de près avec les distributions déterminées par les dossiers historiques, en particulier dans les queues de la distribution représentant les extraits qui

³ L'expression GSE est utilisée ici pour inclure un générateur de scénarios stochastiques à l'égard d'un risque, y compris, sans s'y limiter, les taux d'intérêt, les rendements des marchés boursiers, les taux de mortalité, etc.

sont défavorables pour l'assureur. Pour que le GSE soit utilisé au fil du temps, il serait habituellement souvent mis à jour en fonction de l'évolution de la dynamique neutre à l'égard du risque et physique observable. Il faut donc instaurer un rigoureux système de gestion du GSE pour garantir qu'il est toujours à jour.

Le processus du calibrage comportera habituellement l'itération de la valeur de chaque paramètre de manière structurée et peut-être aléatoire et le calcul de la probabilité que les données historiques observées étaient fondées sur chaque ensemble de paramètres testés. Il utiliserait probablement les valeurs de paramètre avec le maximum de vraisemblance. Il est souhaitable de faire preuve de prudence avec ce processus, car les fonctions de vraisemblance peuvent avoir plusieurs maxima locaux. Les directives professionnelles et/ou des organismes de réglementation/de surveillance propres à chaque type de modèle, si elles sont disponibles, seraient observées en ce qui a trait au calibrage. Enfin, l'actuaire documenterait bien les procédures de test, de validation et de calibrage et les résultats de celles-ci et il doit être possible de les vérifier.

7. GOUVERNANCE

Dans la présente section, il est question des pratiques de gouvernance aux fins de l'utilisation des modèles d'évaluation des risques. En particulier, les modèles internes aux fins du calcul du capital ne conviennent que si les processus de gestion des risques d'une institution sont adéquats. Bien que les pratiques de gestion des risques soient le principal moyen pour protéger une institution contre les pertes, le capital est également disponible en cas de pertes.

Les exigences de capital s'appuyant sur des formules ont tendance à être conservatrices, car elles sont conçues pour s'appliquer de manière plus générale à une grande variété de produits. Étant donné qu'on s'attend habituellement à ce que les modèles internes produisent une exigence de capital davantage adaptée, le niveau global de conservatisme sera fort probablement moins élevé, d'où une plus grande confiance nécessaire à l'égard de la qualité des processus de gestion des risques et de gouvernance.

Pour résumer, il importe que les modèles de capital soient officiellement approuvés et contrôlés à tous les échelons de la direction et qu'ils soient conformes à toutes les pratiques de mesure et de gestion des risques.

7.1 Rôles, responsabilités, ressources

7.1.1 Approbations, examens, opinions, recours

L'adoption d'une méthode fondée sur un modèle, spécifiquement aux fins de la mesure du capital et de réglementation/surveillance, serait approuvée par le conseil d'administration sur la recommandation de la haute direction, de l'actuaire désigné (AD) et du chef de la gestion des risques (CGR) de la société. Les intervenants approuveraient après avoir bien compris l'application du modèle et ses répercussions en rapport avec les types des risques, le niveau de l'exposition et le cadre de gestion des risques de la société ainsi que les exigences de l'autorité de réglementation/de surveillance pour s'assurer que des stratégies de gestion du capital adéquates sont instaurées. Il est souhaitable que le conseil d'administration vérifie que la structure organisationnelle pertinente, les politiques et les ressources appropriées sont en place.

Il incomberait habituellement au chef de la direction et aux cadres supérieurs de voir à l'établissement d'un processus de gestion des risques qui est conforme aux pouvoirs délégués par le conseil d'administration. Il leur incomberait spécifiquement de s'assurer qu'une culture de gestion des risques est instaurée au sein de la société et que la portée de la fonction de la gestion des risques est complète et globale, les risques et modèles sous-jacents étant intégrés aux systèmes globaux de gestion des risques de la société.

Aux fins du calcul du capital, ce sont le CGR et l'AD qui pourraient être responsables de l'élaboration du modèle. L'AD devrait être chargé d'approuver l'opinion émise à l'égard de l'application et des résultats des modèles. Il lui incomberait aussi habituellement d'appliquer les modèles aux risques d'assurance et à l'agrégation des risques. Or, l'AD et le CGR ou le chef des finances pourraient se partager la responsabilité de l'application des modèles aux risques des actifs et aux autres risques opérationnels. Somme toute, il est impératif de coordonner les travaux de l'AD et du CGR ou chef des finances aux fins de l'application des modèles en général.

7.1.2 Politiques adéquates

Il est souhaitable que les responsabilités afférentes à chaque poste du système de gestion des risques soient écrites et que tous les titulaires les comprennent bien. Il s'agit notamment de documenter les politiques, les contrôles et les procédures inhérents au processus ou à la fonction de gestion des risques, par exemple, l'évaluation ou la mesure du capital, la modélisation stochastique, la validation et l'approbation. Il conviendrait d'instaurer, par exemple, un processus d'examen officiel par la fonction de la vérification interne pour garantir le respect des politiques, contrôles et procédures de gestion des risques. Le système de mesure des risques doit être bien documenté, articuler clairement les principes de base du système de gestion des risques et expliquer les techniques quantitatives appliquées pour mesurer le risque.

7.1.3 Expertise et outils adéquats

La capacité et l'expérience des cadres et des autres échelons ainsi que des organes d'approbation pour ce qui est d'évaluer et d'interpréter les risques seraient habituellement proportionnelles à la complexité des risques cernés et mesurés. Les connaissances de la société d'assurances seraient aussi habituellement tenues à jour et renouvelées au moyen de la formation continue des employés responsables de la modélisation des risques. Les divers niveaux hiérarchiques auraient une compréhension suffisante des modèles, y compris les limites de ceux-ci et leur applicabilité.

Il importe que les membres du personnel responsable des modèles possèdent ce qui suit :

- La capacité de travailler de manière interdisciplinaire dans le domaine du recensement et de l'évaluation des risques; et
- La capacité d'adapter les modèles et les systèmes de gestion des risques en fonction des plus récents développements.

Le modèle et la mise en œuvre en tant que solution de TI sont intrinsèquement liés et souvent, inséparables. Aucune restriction ne s'applique au type de solutions de TI ou de logiciels requis.

7.1.4 Recours à des ressources externes

On peut avoir recours à des ressources externes pour tout aspect de l'application du modèle; cependant, ces ressources satisferaient habituellement aux principes et pratiques de gouvernance en vigueur à la société ainsi qu'aux exigences professionnelles et des autorités de réglementation/de surveillance.

7.2 Caractéristiques de la politique et des pratiques de gestion des risques

7.2.1 Utilisation répandue du modèle de capital

Les résultats des modèles de capital interne feraient habituellement partie intégrante du processus de planification, de surveillance et de contrôle du profil de risque de la société. Même si le modèle était appliqué au complet au moins une fois l'an, on s'attend à ce qu'une société complexe réévalue ses risques périodiquement pendant l'année au moyen du modèle, s'il y a lieu. Il y aurait lieu de réévaluer la position de risque, peut-être notamment de tout calculer à nouveau, si le profil de risque de l'assureur se modifie de façon appréciable, ce qui pourrait se produire dans les situations que voici :

- Fusions ou acquisitions;
- Cessation de certaines parties des activités;
- Modification de la stratégie d'activités ou de placements;
- Nouvelles gammes de produits;
- Hausse/baisse importante du revenu primes; ou
- Hausse/baisse importante de la valeur des actifs.

Il importe d'utiliser activement des modèles de capital aux fins des prises de décisions, y compris de la gestion des risques/du capital et de l'allocation et la planification du capital et ils peuvent également être intégrés à la mesure du rendement et, par conséquent, à la rémunération de la direction. Il y aurait aussi lieu de coordonner de près les modèles utilisés pour déterminer le capital requis avec les processus de tarification et d'évaluation de la société, s'ils n'y sont pas intégrés.

On s'attendrait à ce que les mêmes hypothèses et modèles ou à tout le moins des hypothèses et modèles cohérents soient utilisés dans tous les secteurs de la société. Il pourrait y avoir des applications qui nécessitent des hypothèses ou des modèles différents ou des situations où ces différences sont pragmatiques. Il semble néanmoins raisonnable de conserver une cohérence entre les hypothèses liées à des phénomènes similaires.

7.2.2 Niveau de l'exposition au risque

Il revient à chaque assureur de déterminer les facteurs de risque auxquels la société est exposée. La haute direction est chargée de s'assurer que des limites d'expositions globales sont instaurées et approuvées par le conseil d'administration. Elle verrait aussi à ce que l'architecture de la répartition des limites et les systèmes de rapports à cet égard sont tels que la société est en mesure de garantir que l'exposition globale ne dépasse pas les limites établies. Un processus officiel permettant d'examiner les mesures de risque et, s'il y a lieu, de les intégrer au système et processus de gestion des risques serait en place. L'actuaire articulerait clairement et documenterait la répartition des limites et les liens de celles-ci

avec le modèle de gestion des risques, et les intervenants de chaque volet de l'activité auquel les limites s'appliquent doivent bien les comprendre.

7.3 Processus d'examen

Le processus d'examen est une étape importante pour garantir la vigueur et l'intégrité d'un modèle d'évaluation des risques, y compris de l'infrastructure des contrôles qui font partie intégrante du modèle et du cadre. En règle générale, il y a trois types d'examen :

- examen interne;
- examen externe; et
- examen des autorités de réglementation/de surveillance.

Le processus d'examen intégral qui s'appuie sur les trois types d'examen susmentionnés viserait habituellement tous les aspects des modèles d'évaluation des risques. Le type et la portée des examens peuvent, dans les limites établies, être propres à la société. Par exemple, pour une société dont la fonction de vérification interne est solide et le programme de conformité fondé sur les risques robuste, un examen externe pourrait être moins accentué (sous réserve des exigences professionnelles et des autorités de réglementation / de surveillance) alors que si le modèle d'une société fait l'objet d'un examen externe approfondi, les exigences en matière de vérification interne pourraient être moindres. Dans tous les cas, l'actuaire ferait preuve d'une certaine transparence pour ce qui est du recours aux trois types d'examen.

L'examen des hypothèses couvre autant les paramètres que les hypothèses en soi. L'examen des données porte sur le processus appliqué aux données et sur l'intégrité de celles-ci.

Quand un modèle est mis en œuvre, un examen intégral est habituellement entrepris. Il importe de faire preuve d'un soin particulier quand un modèle et sa mise en œuvre doivent d'abord être approuvés par l'autorité de réglementation/de surveillance. Si des modifications importantes y sont apportées, d'autres examens pourraient s'avérer nécessaires. Par modification importante, on entend notamment un changement de méthode, une variation dans la qualité des données et un recalibrage des paramètres donnant lieu à des changements substantiels au chapitre du capital cible, etc. L'actuaire documenterait habituellement les changements apportés aux hypothèses et en communiquerait les effets sur les résultats du modèle. Il tiendrait à jour une piste de vérification des modifications apportées aux modèles et aux hypothèses, y compris du bien-fondé des modifications.

Il est souhaitable que toutes les modifications substantielles apportées aux modèles fassent l'objet d'un examen, y compris sans s'y limiter :

- Changements au chapitre de la représentation ou de la compression des données opérationnelles et sur les placements;
- Choix des hypothèses ou des paramètres;
- Mise en œuvre ou application des hypothèses;
- Retrait ou introduction d'approximations;

- Changements au titre de l'application de la TI; et
- Correction d'erreurs.

Dans le cadre de l'examen du modèle, on pourrait prendre en compte d'autres examens de certains volets du modèle. Par exemple, un modèle de capital s'appuyant sur un modèle d'évaluation des réserves nécessiterait habituellement un examen de moindre envergure puisque les contrôles des systèmes d'évaluation auraient déjà été examinés et approuvés.

7.3.1 Examen interne

Il importe que le service d'examen interne (habituellement la fonction de vérification interne) soit indépendant des développeurs du modèle et ait les ressources et l'expertise suffisantes pour s'acquitter du mandat qui lui est confié. Le mandat serait habituellement clair. Si le service d'examen interne est appelé à vérifier la méthodologie et les hypothèses du modèle, alors il comporterait habituellement dans ses rangs des spécialistes en la matière. Les modèles seraient examinés aux trois ans et les modèles appliqués aux risques plus volatiles, plus souvent (p. ex., il peut être approprié que les modèles appliqués aux garanties de fonds distincts fassent l'objet d'un examen aux deux ans); les modifications importantes seraient examinées dans le cadre du processus de mise en œuvre. L'examen documenterait, à tout le moins, les constatations à l'égard de ce qui suit :

- La pertinence de la documentation du système et du processus de gestion des risques en ce qui concerne les modèles internes;
- L'organisation du service de contrôle des risques en rapport avec les modèles internes;
- L'intégration des mesures de risque produites par les modèles internes à la gestion périodique des risques;
- La portée des risques saisis par le modèle de mesure des risques;
- L'intégrité du système d'information de gestion;
- L'exactitude et l'exhaustivité des données d'assurance et de marché;
- La vérification de la cohérence, du moment opportun et de la fiabilité des sources de données utilisées pour exécuter les modèles internes; et
- L'exactitude et la pertinence des hypothèses utilisées.

7.3.2 Examen externe

On aurait recours à l'examen externe de concert avec l'examen interne et on peut l'appliquer à tous les aspects du modèle. Le mandat serait clairement défini. Si l'examen externe comporte une évaluation de la méthodologie et des hypothèses, alors il importe que les experts-conseils externes soient des professionnels chevronnés. À tout le moins aux trois ans, on procéderait à un examen externe indépendant de l'intégrité et de l'exhaustivité des données. La fréquence de l'examen serait fonction de la portée de celui-ci. Les travaux effectués par le vérificateur interne feraient aussi l'objet d'un examen. Les données d'exposition (position) sont habituellement examinées par un vérificateur externe dans le cadre de la vérification annuelle de la société.

7.3.3 Examen par l'autorité de réglementation/de surveillance

L'autorité de réglementation/de surveillance pourrait exiger d'approuver les modèles avant qu'ils ne soient instaurés ou s'en remettre à l'approbation du conseil d'administration. L'autorité de surveillance voudra être convaincue que tous les aspects du modèle sont adéquats, qu'ils respectent les exigences en matière de réglementation/de surveillance et qu'ils font l'objet d'un examen périodique. Diverses options aux fins de l'examen sont offertes à l'autorité de réglementation/de surveillance.

- Elle peut s'occuper d'une partie ou de la totalité de l'examen;
- Elle peut déléguer la responsabilité d'une partie du processus d'examen à des experts-conseils de l'extérieur;
- Elle peut vérifier si l'examen interne ou externe est adéquat.

Le choix de l'examen est fonction de la situation précise de la société et est à la discrétion de l'autorité de surveillance. Si les exigences qualitatives, quantitatives et organisationnelles définies par l'autorité de surveillance sont respectées, le modèle sera accepté et son utilisation sera approuvée. Cela ne veut en aucun cas dire que la société peut dire ouvertement que le modèle convient parce que l'autorité de surveillance l'a accepté.

7.4 Documentation

Pour que la haute direction, les organismes de contrôle et l'autorité de surveillance de la société puissent examiner le modèle et en contrôler la conformité avec les critères requis, il faut que le modèle soit documenté en conséquence. En particulier, il faut que la documentation sur le modèle permette au conseil d'administration, aux cadres et aux employés responsables de bien comprendre le cadre du modèle, la méthodologie appliquée, les hypothèses sous-jacentes ainsi que les limites de l'applicabilité du modèle. Il est souhaitable de documenter ce qui suit :

- Les principes sur lesquels les modèles reposent;
- Le cadre théorique général (par exemple, ce que les modèles tentent de saisir, mauvaise estimation, détérioration, volatilité et catastrophe);
- Les risques saisis et ceux qui ne le sont pas;
- Les branches d'assurance saisies et celles qui ne le sont pas;
- Les principales hypothèses (économiques, comportement des titulaires, mesures de la direction et atténuation des risques), la manière dont elles ont été établies et à savoir si elles tiennent compte du risque réel de la société;
- L'élaboration des techniques utilisées par l'institution pour satisfaire aux exigences de modélisation plus difficile; et
- Les approximations utilisées.

La documentation confirmerait habituellement que les normes applicables au modèle ont été respectées et que des hypothèses ou des tests standardisés généraux (s'il y a lieu) ont été utilisés.

Il faudra avoir recours à divers niveaux de documentation à l'intention du conseil d'administration, des cadres et des employés responsables du modèle.

La qualité et la précision de la documentation satisfieraient au critère visant à ce que des professionnels indépendants puissent comprendre les principales décisions au chapitre de la conception et en principe reproduire les résultats du modèle dans une fourchette raisonnable si tous les paramètres et les données sur l'exposition étaient disponibles. Les professionnels indépendants auraient l'expérience de la mise au point et de l'évaluation des modèles à l'intention des sociétés d'assurance et de réassurance et connaîtraient la modélisation des risques pertinents auxquels la société est exposée.

En ce qui a trait aux examens internes et externes, il est souhaitable de documenter le champ de l'examen, le type des rapports et la périodicité. L'actuaire conserverait les pistes de vérification issues des examens internes et externes et documenterait aussi les résultats des tests. Pour les scénarios affichant des vulnérabilités, une discussion des mesures pertinentes de la direction est justifiée.

La documentation à propos de la technologie utilisée serait habituellement complète de manière à appuyer le processus d'examen et d'approbation, peu importe s'il s'agit de solutions internes ou acquises à l'extérieur. Il y serait question des plans d'urgence (les mesures à prendre en cas de problèmes de TI) et des plans de reprise des activités (la manière de remettre les activités en marche après des problèmes de TI).

La documentation est appropriée pour toutes les modifications importantes apportées au modèle (tel que mentionné à la section 7.3) depuis l'évaluation précédente.

La documentation peut se présenter sous diverses formes, d'une note de service concise à une documentation totale, selon l'importance de l'information. Les fichiers, les documents de travail, les programmes et les ensembles de données seraient habituellement disponibles aux fins des vérifications sur place ou des examens par l'autorité de surveillance.

7.5 Conformité

7.5.1 Modèle et processus

Il incomberait habituellement au chef de la gestion des risques (CGR) ou à un autre agent désigné de s'assurer que les modèles sont utilisés conformément à la stratégie et aux politiques de gestion des risques de la société et aux exigences de l'autorité de réglementation/de surveillance. Le CGR ou l'autre agent désigné signalerait au conseil d'administration ou au comité délégué de celui-ci tout cas de non-conformité.

Il importe de donner au conseil d'administration l'assurance que les modèles sont en accord avec toutes les exigences, par exemple, les règles de l'autorité de réglementation / de surveillance (normes applicables au modèle ou modèles standard), y compris avec les conditions requises subséquentes à l'approbation, les politiques internes et les directives professionnelles. Cette tâche pourrait incomber au CGR ou à l'autre agent désigné. Voici les attributions qui seraient confiées.

- Les modèles de gestion des risques sont utilisés conformément aux politiques documentées;
- C'est à un cadre supérieur de l'institution qu'il revient de garantir que les modèles sont utilisés comme il se doit;

- Les modèles de gestion des risques sont examinés par des personnes ne participant pas à l'élaboration ou à l'utilisation périodique des modèles aux fins de la rigueur et de la pertinence et les résultats de ces examens sont documentés;
- Des contrôles appropriés sont instaurés pour voir à ce que les modifications apportées au modèle sont cernées, documentés et vérifiées;
- Il y a un processus d'analyse continue des variations des résultats modélisés d'une période à l'autre;
- Les modèles sont conformes aux éléments standardisés des modèles avancés;
- Les modèles sont conformes au guide de l'utilisateur aux fins de la modélisation;
- Les modèles tiennent compte des pratiques opérationnelles et des caractéristiques des produits réelles de l'institution (par exemple, tiennent compte des pratiques de couverture de la société).

7.5.2 Résultats

Les modèles internes visent à générer des données pertinentes visant à faciliter la gestion de la position de risque de la société dans les limites de l'exposition au risque global approuvées par le conseil d'administration. Habituellement, un processus officiel d'examen des mesures de risque et de toutes les modifications apportées aux modèles internes serait instauré. L'actuaire aurait une bonne compréhension de la répartition des limites et du lien de celles-ci avec le modèle interne et les documenterait pour chaque unité opérationnelle à laquelle les limites s'appliquent. La haute direction et le conseil d'administration examineraient périodiquement le résultat de l'analyse de sensibilité dont il faut tenir compte dans l'établissement des polices et des limites. Pour les scénarios qui affichent des vulnérabilités, une discussion des mesures de la direction pertinentes est justifiée. Ces stratégies mettraient l'accent sur la réduction des risques et la préservation du capital. L'actuaire modéliserait aussi les stratégies pour en quantifier les effets, si possible.

Habituellement, les résultats des modèles internes seraient comparés aux objectifs financiers. L'actuaire expliquerait tout écart appréciable.

8. RAPPORTS

8.1 Objectifs des rapports

Il importe de déclarer les résultats d'un modèle d'évaluation des risques d'une façon et à un degré de précision qui conviennent à l'objet du rapport de concert avec l'intervenant en cause.

Pour certains intervenants, il peut s'avérer suffisant et approprié de ne déclarer que quelques chiffres définitifs et d'inclure une déclaration confirmant que le rapport a été préparé conformément aux normes professionnelles et aux normes de l'autorité de réglementation/de surveillance pertinentes. Pour d'autres intervenants, il y aurait lieu de rendre compte de plus de détails au sujet des méthodes, de la validation et du calibrage du modèle. Le rapport a pour objet non seulement de transmettre les résultats, mais également de fournir suffisamment de documentation et de détails pour persuader l'intervenant que le résultat est adéquat.

Selon l'intervenant, il y aurait peut-être lieu d'expliquer le contexte dans lequel envisager les résultats modélisés et le degré de rigueur sous-tendant le modèle. Cette explication reposerait sur l'objet du modèle d'évaluation des risques, notamment la tarification, la valeur intrinsèque, la gestion du risque d'entreprise, la simulation de crise, le capital économique, le capital réglementaire, l'EDSC, l'évaluation du passif et tout autre but pertinent.

Si la méthodologie est publiquement divulguée, il sera plus facile de garantir la transparence et la comparabilité des modèles internes à l'échelle de l'industrie. Des rapports pertinents, en particulier s'ils sont publiquement divulgués, contribueraient aussi à promouvoir dans une certaine mesure des modèles et des normes de modèle plus efficaces au sein de l'industrie.

8.2 Types de rapport et fréquence

Il faut déclarer formellement les résultats officiels une fois l'an, mais certains rapports trimestriels formels simplifiés pourraient aussi s'avérer nécessaires. Des rapports informels internes plus fréquents sur divers aspects et tests peuvent être préparés pendant le processus de la mise en œuvre, par exemple. Les rapports sont nécessaires pour transmettre les résultats finaux du modèle, mais ils peuvent servir à mettre au point et à faire fonctionner des modèles internes pour documenter (ou vérifier) que les modèles :

- Sont mis au point en fonction de solides principes économiques;
- Tiennent compte des pratiques opérationnelles de la société; et
- S'appuient sur des données de base exactes et utiles.

Les rapports internes que s'échangeront les unités opérationnelles et le service de l'actuariat de la société augmenteront la probabilité de mettre au point des modèles qui tiennent compte comme il se doit des risques et de la gestion des risques de l'assureur.

Le rapport général sur les résultats sera probablement annuel et sera conforme à la présentation prescrite pour les autorités de réglementation/de surveillance en particulier, mais pourrait inclure plus de renseignements à l'intention des autres auditeurs. Il pourrait s'agir des relevés requis et des analyses des simulations de crise.

8.3 Communication périodique des résultats aux intervenants

Les rapports peuvent être adaptés aux besoins de chaque intervenant. Il y a cependant des éléments communs qui seraient habituellement intégrés aux rapports transmis à tous les intervenants. Par exemple, les rapports sur le capital comprendraient, sans égard à l'intervenant, ce qui suit :

- Le capital disponible par rapport au capital requis;
- Une ventilation du capital requis par type de risque;
- Une identification des avantages de la diversification;
- La sensibilité des résultats, y compris les intervalles de confiance; et
- Une comparaison par rapport aux périodes précédentes.

8.3.1 Gestion interne

Haute direction et conseil d'administration

Les membres de la haute direction et du conseil d'administration se préoccupent habituellement de la mise en place de mécanismes de vérification, de contrôle et de validation adéquats. Il ne s'intéresseraient normalement pas aux rouages véritables du modèle, sauf dans la mesure où ils leur permettent de mieux comprendre les points forts et les limites du modèle et de ses résultats.

Le rapport à l'intention de ces intervenants aurait pour objet de favoriser une bonne compréhension de la nature et de l'ampleur des risques de la société et de donner l'assurance qu'ils sont gérés et tarifés de manière pertinente. L'actuaire y expliquerait la manière dont les modèles sont appliqués à la gestion des risques.

Les principaux points forts et limites des modèles et de l'application de ceux-ci doivent être décrits de manière générale et il convient de discuter des mesures correctrices prévues ou recommandées par la direction. Le rapport indiquerait aussi que les modèles utilisés sont conformes aux politiques et procédures de la société, aux pratiques de l'industrie, aux exigences professionnelles et aux exigences réglementaires.

Unités opérationnelles et gestionnaire(s) des risques

Il faudra décrire à l'intention de ces intervenants les modèles, les hypothèses utilisées, la source des données et les résultats pour chaque branche d'assurance. Les changements par rapport au rapport précédent seraient mis en lumière.

L'actuaire analyserait les résultats du modèle par branche d'assurance et par risque principal, notamment les comparer avec les résultats des années antérieures et avec les résultats des autres tests (EDSC, approches simplifiées, tarification, etc.) pour aider à comprendre et à gérer les risques et le capital. Il y aurait lieu d'y intégrer une section de recommandations pour améliorer l'utilisation des modèles et donc, en faire profiter les pratiques de gestion des risques.

8.3.2 Examineurs

Examineurs s'entend notamment des autorités de réglementation / de surveillance, des vérificateurs internes et externes, des examineurs pairs et des agences de notation. Les examineurs s'intéressent habituellement à tous les détails au sujet d'un modèle qu'ils estiment pertinents pour leur évaluation afin de déterminer si le modèle est fiable et adéquat. Les préoccupations relatives aux renseignements confidentiels ou exclusifs seraient abordées dans la mission d'examen convenue avec l'examineur.

Le rapport à l'intention de ces intervenants aura pour point de mire le degré de rigueur de l'application des modèles et les modifications ou mises à jour apportées aux modèles; les validations effectuées et les contrôles en place y seront décrits. Si les modèles ne sont pas assujettis à une approbation préalable formelle, toute l'information qu'il faut soumettre avec le rapport d'approbation (se reporter à la section 8.6) figurerait aussi dans les rapports des examineurs. Si les modèles sont assujettis à une approbation préalable formelle, le rapport à l'intention des examineurs pourrait faire renvoi au rapport d'approbation pour plus de détails. Les résultats numériques courants et l'analyse des résultats fondée sur des

comparaisons avec d'autres approches et d'autres tests effectués figureraient également dans le rapport.

Les rapports rédigés dans le but de faire approuver par l'autorité de réglementation/de surveillance l'utilisation des modèles internes aux fins du calcul du capital requis devraient habituellement être détaillés. Ils pourraient être préparés conformément à chaque section et élément du présent document et aux autres exigences de l'autorité de réglementation/de surveillance.

8.3.3 Public

Les intervenants publics s'entendent des actionnaires et des titulaires, des analystes du marché et des investisseurs. Habituellement, ce ne sont que les chiffres définitifs et une déclaration confirmant que les résultats ont été obtenus en appliquant les normes professionnelles pertinentes qui seront présentés à ce groupe. Il convient de prendre note qu'en règle générale, ce groupe n'est pas au courant des renseignements confidentiels ou commercialement sensibles au sujet des taux, des structures de réassurance ou des techniques de traitement exclusif. Les rapports à l'intention des intervenants du public sont toutefois une bonne occasion de sensibiliser ceux-ci aux divers aspects des modèles et de leurs applications.

Les rapports à l'intention des intervenants du public mettent l'accent sur la comparabilité des modèles au sein de l'industrie et l'uniformité de ceux-ci avec les périodes antérieures afin de permettre à ces intervenants de prendre des décisions avisées. Le rapport indiquerait aussi que les modèles utilisés sont en accord avec les politiques de la société, les pratiques de l'industrie et les exigences de l'autorité de réglementation. L'actuaire expliquerait bien toutes les variations importantes des résultats.

Les renseignements relatifs aux scénarios, aux hypothèses et aux techniques qui ne sont pas confidentiels seraient utiles aux analystes du marché dans le cadre de leur examen. Le rapport pourrait comporter, par exemple, un sommaire de l'analyse des risques, tel que souvent fourni aux analystes du marché.

8.4 Autres rapports d'analyse sur les risques

Un modèle d'évaluation des risques pourrait éventuellement servir à préparer le rapport interne périodique sur le profil de risque actuel et la suffisance du capital de la société, mais aussi sur une base spéciale pour étudier l'éventuelle incidence de ce qui suit :

- Une opération proposée (acquisition, désinvestissement, nouveau projet);
- Une modification apportée à une politique (approche en matière de tarification ou hypothèses);
- Les stratégies d'atténuation des risques (transaction de réassurance ou activité de couverture); ou
- Certains événements environnementaux significatifs (catastrophe, changement économique, droit fiscal).

Ce rapport mettrait l'accent sur l'objet particulier et spécifique de l'analyse et l'information à ce sujet devrait y figurer. Il décrirait tout ajustement spécial apporté aux modèles généraux ou spécifiques existants utilisés à cette fin précise ainsi que tout test

effectué pour en mesurer l'effet. Des lignes directrices pourraient être prescrites pour ce rapport en particulier ou il faudrait peut-être prendre en compte de l'information donnée avant de préparer le rapport.

8.5 Rapports sur l'élaboration, la modification et la mise en œuvre des modèles

Les rapports périodiques sur l'état d'avancement des projets à l'intention des gestionnaires intermédiaires / gestionnaires des risques et des cadres supérieurs, avant la mise en œuvre réelle d'un modèle d'évaluation des risques internes faciliteront l'acceptation et l'adoption du modèle.

Un modèle pourrait être élaboré, modifié ou mis en œuvre par un bureau du « corporatif », une unité opérationnelle ou un tiers. Dans le cadre du processus d'élaboration du modèle, il faut informer tous les participants et communiquer avec eux pour faciliter la mise en œuvre de manière efficace et efficiente.

Ce type de rapport aurait pour objet d'informer les participants sur l'état d'avancement de l'élaboration du modèle et de solliciter leur opinion. Il pourrait s'agir d'un rapport portant spécifiquement sur quelques questions ou d'une mise à jour générale sur la situation actuelle et les prochaines étapes prévues. Ce type de rapport serait concis et fréquent pour tenir les personnes intéressées au courant et garantir une bonne coordination à l'échelle de la société. On y trouverait habituellement des détails sur les données, les hypothèses et les paramètres utilisés dans les modèles ainsi que les résultats et les applications du modèle. Le format pourrait être souple.

Il est approprié que ce type de rapport soit aussi simple que possible et facile à comprendre pour un vaste auditoire.

8.6 Rapport d'approbation

Ce rapport justifierait l'utilisation prévue d'un modèle interne aux fins du calcul du capital réglementaire ou les modifications significatives apportées à un modèle interne approuvé. Ce type de rapport respecterait probablement les lignes directrices sur le contenu prescrit.

Dans la demande d'approbation, l'actuaire documenterait, par section, les mesures prises par l'institution pour se conformer aux divers critères en mettant l'accent sur la gestion des expositions aux risques et l'utilisation des modèles internes dans la mesure de ces risques. L'application comprendrait, s'il y a lieu, de l'information sur la fréquence des vérifications et des examens du modèle, la documentation et un exemple de rapport.

Les éléments énumérés ci-après visent à mettre en lumière les aspects qui seront les plus importants au moment de préparer une application pour utiliser des modèles internes aux fins du calcul du capital requis.

Renseignements à communiquer :

1. Rôle du conseil d'administration et de la haute direction;
2. Infrastructure de gestion des risques;
3. Limites organisationnelles et opérationnelles;
4. Intégration du modèle;
5. Simulation de crise, validation et calibrage;

6. Politiques documentées;
7. Vérification interne;
8. Normes quantitatives applicables au modèle;
9. Technologie de l'information;
10. Exigences en matière de capital.

L'autorité de réglementation/de surveillance peut spécifier des exigences en ce qui concerne toute application. Ce type de rapport serait très officiel et la responsabilité en incombera à l'auteur, à la société et au conseil d'administration.

ANNEXE A
GLOSSAIRE

Expression	Définition
Actif total (ou cible) requis (ATR)	Une exigence en matière de capital s'appuyant sur la MBT dans laquelle les exigences sont fondées sur le niveau des actifs requis pour couvrir les marges et risques globaux traditionnellement couverts séparément dans les passifs et le capital requis.
Analyse de scénarios	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Simulation d'un ensemble de paramètres alternatifs au sein d'un modèle afin d'établir l'incidence sur le résultat. Voici des types d'analyses de scénarios : <ul style="list-style-type: none"> • Scénarios historiques; • Scénarios hypothétiques; • Ponctuels (p. ex., simulation de décisions stratégiques). Synonyme : Essai de scénarios Expressions connexes : Analyse de sensibilité, simulation de crise.
Analyse de sensibilité	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Simulation visant à tester la robustesse d'une relation ou d'une projection, compte tenu des divers changements apportés aux hypothèses sous-jacentes. Expressions connexes : Analyse de scénarios, simulation de crise. Une analyse de sensibilité permet d'estimer l'incidence d'au moins une petite variation dans un facteur de risque en particulier ou un nombre limité de facteurs de risque étroitement liés.
Approche standard	Une approche qui fait appel à des facteurs publiés pour déterminer les niveaux de capital. Ces facteurs pourraient être appliqués à des mesures simples, par exemple, valeur du fonds ou volumes d'assurance. Ils pourraient aussi être appliqués à des mesures plus avancées, par exemple, un écart-type ou une duration Macaulay. Par comparaison, se reporter à modèle avancé. L'approche standard est habituellement élaborée en appliquant un modèle avancé à certains types de produits standard et en traduisant ces résultats en une formule factorielle. L'approche standard comprend des situations dans lesquelles un calcul complexe, par exemple le passif des polices, est effectué à nouveau en utilisant une modification ou une hausse définie de la marge de l'un des intrants.
Capital économique requis	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Le total des actifs mesuré à la valeur conforme au marché requis à l'interne par un assureur en excédent de la valeur conforme au marché des obligations afin de réduire le risque de non-respect des obligations à une mesure de risque définie (p. ex., VAR, VARU et PED) et dans une période définie (p. ex., un an). Expression connexe : Capital économique disponible.

Expression	Définition
Contrôle ex-post	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Le processus consistant à comparer les résultats réels aux prévisions statistiques. Il est utilisé, par exemple, en tant que cadre statistique explicite pour vérifier si les pertes réelles sont en accord avec les pertes prévues dans les modèles VAR.
Évaluation conforme au marché	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : La pratique consistant à évaluer les actifs et les passifs en fonction des valeurs marchandes quand elles sont observables avec une qualité donnée (par référence au marché) et quand elles ne le sont pas, au moyen de techniques d'évaluation conforme au marché (par référence à un modèle). Expressions connexes : Valeur marchande, évaluation par référence au marché, évaluation par référence à un modèle.
Juste valeur	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Le montant pour lequel un actif pourrait être échangé ou un passif, éteint, entre des parties bien informées, consentantes et agissant dans des conditions de concurrence normale. Termes connexes : Opération sans lien de dépendance, valeur marchande, évaluation conforme au marché. Il s'agit d'un concept semblable à la valeur marchande, mais la juste valeur pourrait être un prix par référence au marché s'il n'existe aucun prix de marché effectif pour l'actif/le passif. Prenez note du fait qu'il y a divers concepts du prix de marché, en tenant spécialement compte des prix observés sur des marchés qui ne sont pas larges, actifs ou liquides ou quand il existe des marchés différents.
Méthode du bilan total (MBT)	Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Principe déclarant que le capital disponible et requis aux fins de solvabilité d'un assureur doit être déterminé en fonction de l'ensemble des actifs et des passifs tel que mesurés dans le bilan réglementaire de l'assureur et leur interaction. Il se pourrait qu'une version canadienne de la MBT n'impose pas l'utilisation des valeurs au bilan réglementaire.
Modèle avancé	Une approche pour calculer l'incidence des risques en déterminant directement la volatilité du résultat. Ce modèle comporte habituellement des prévisions des flux monétaires ou du versement des prestations. Par comparaison, se reporter à approche standard.
Modèle à formule explicite	Un modèle permettant de déterminer l'incidence des risques à l'aide de formules fondées sur les courbes de probabilité. Un exemple simple consisterait à présumer que les coûts des sinistres ont suivi une distribution normale avec une moyenne et un écart type déterminés et ensuite à déterminer le montant pour couvrir les risques qui sera un certain percentile issu de cette courbe. Par comparaison, se reporter à la simulation Monte Carlo.

Expression	Définition
Modèle de valeur extrême	<p>Tiré du glossaire de Solvabilité 2 : Modèles mathématiques et probabilistes qui fournissent des méthodes pour attribuer les probabilités aux queues de la courbe de distribution d'un type particulier de facteur de risque.</p> <p>La théorie de la valeur extrême couvre les deux principaux types de modèle que voici :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La distribution de la valeur maximale d'une séquence d'observations aléatoires en tant que distribution de référence pour des cas plus généraux. • La distribution des excédents au delà d'un seuil élevé.
Modèle déterministe	<p>Un modèle qui tient compte des scénarios déterministes (c.-à-d., des scénarios conçus individuellement ou choisis en fonction des résultats antérieurs ou en appliquant un jugement). Ces scénarios peuvent reposer sur des hypothèses de meilleure estimation avec ou sans marges supplémentaires ou des simulations de crise défavorables extrêmes.</p> <p>Par comparaison, se reporter à modèle probabiliste.</p>
Modèle interne	<p>Un modèle qui varie de l'approche standard pour prendre en compte les aspects qui sont propres à la situation de la société. Il s'agit habituellement d'un modèle avancé, en ce sens que certains travaux ont été effectués pour évaluer directement les flux monétaires et le versement des prestations.</p> <p>Aussi, tiré du glossaire de Solvabilité 2 : Système de gestion des risques aux fins de l'analyse par un assureur de la situation du risque global d'un engagement d'assurance, pour quantifier les risques et(ou) déterminer le capital requis en fonction du profil de risque propre à la société.</p>
Modèle probabiliste	<p>Un modèle qui tient directement compte de la volatilité d'un risque dans ses calculs – il pourrait s'agir soit d'un modèle à formule explicite soit d'un modèle Monte Carlo.</p> <p>Par comparaison, se reporter à modèle déterministe.</p>
Modèle stochastique	<p>Un modèle qui tient directement compte des risques en utilisant des scénarios stochastiques (c.-à-d., des scénarios multiples générés par un processus aléatoire reflétant une distribution statistique sous-jacente choisie) et une analyse statistique des résultats du modèle obtenus pour tous les scénarios.</p>

Expression	Définition
Risque d'incertitude des paramètres	<p>Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Une variation de la valeur causée par l'incertitude de l'estimation des paramètres appliqués à un modèle.</p> <p>Expressions connexes : Risque de modèle, risque opérationnel</p> <p>Les éventuelles sources de risque d'incertitude des paramètres comprennent, sans s'y limiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le nombre d'observations sur lesquelles reposent les meilleures estimations est limité parce que la période d'observations est trop courte; • La volatilité des observations rendent les estimations moins certaines; • La période pendant laquelle les observations ont été faites n'inclut peut-être pas certains cataclysmes qui devraient dans les faits être pris en compte dans les paramètres de la distribution; • La population observée est différente de celle faisant l'objet de la souscription; • Les observations comportent des données contaminées; • L'assurance à long terme est incertaine dans la projection des paramètres (diagnostique par rapport à prévision).
Risque de modèle	<p>Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Le risque qu'un modèle ne génère pas les bons résultats en raison d'une mauvaise spécification ou d'un mauvais usage du modèle.</p> <p>Expression connexe : Risque d'incertitude des paramètres</p> <p>Les éventuelles sources de risque de modèle comprennent, sans s'y limiter, ce qui suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation d'un modèle inadéquat; • L'utilisation et la mise en œuvre inadéquates des modèles; • Le choix de modèles inadéquats; • Erreurs dans les modèles ou les paramètres estimatifs; • Données insuffisantes ou inexactes; • Bon choix de modèle compte tenu de l'information disponible, mais écart réel par rapport au modèle à une étape ultérieure.

Expression	Définition
Risque opérationnel	<p>Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Risque d'une variation de la valeur causée par le fait que les pertes réelles encourues pour non-pertinence ou défaut des processus internes, des ressources humaines et des systèmes ou découlant d'événements externes (y compris le risque juridique) diffèrent des pertes prévues. Les risques opérationnels ont trait aux événements générateurs de pertes opérationnelles causés par des raisons internes ou externes, à l'exclusion de tous les risques financiers qu'une société a assumés dans l'attente d'un rendement financier.</p> <p>Expressions connexes : Risque commercial, risque de conformité, risque de dépenses, risque juridique, risque de gestion, risque de modèle, risque d'atteinte à la réputation et risque stratégique.</p>
Simulation Monte Carlo	<p>Une approche permettant de déterminer l'incidence des risques en générant des scénarios individuels par voie stochastique et en se penchant ensuite sur la gamme des résultats. Par comparaison, se reporter à modèle à formule explicite.</p>
Valeur à risque unilatérale (VARU, VAR unilatérale, ECU)	<p>Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : Une mesure de risque cohérente. Pour un niveau de confiance donné $1 - \alpha$ elle mesure la moyenne des pertes au delà du seuil défini (habituellement établi en tant que VAR pour un quantile donné), c.-à-d., la valeur moyenne conditionnelle, étant donné que la perte excède le percentile $1 - \alpha$.</p> <p>Abréviations : VARU, VAR unilatérale</p> <p>Synonyme : déficit prévu</p> <p>Expression connexe : valeur à risque</p>
Valeur à risque (VAR)	<p>Tirée du glossaire de Solvabilité 2 : La valeur à risque est un quantile d'une distribution et est utilisée en tant que mesure de risque (non cohérente).</p> <p>Abréviation : VAR</p> <p>Expression connexe : Valeur à risque unilatérale</p> <p><i>Par exemple, si la valeur à risque de douze mois avec un niveau de confiance de 95 % ($\alpha = 0,05$) représente un montant d'un million d'euros, cela veut dire qu'un assureur ne s'attendrait à perdre plus d'un million d'euros qu'une fois en 20 ans ($1/\alpha$).</i></p>

ANNEXE B
OUVRAGES DE RÉFÉRENCE SUR LE CADRE DE SOLVABILITÉ CANADIEN

Site Web du Bureau du surintendant des institutions financières (BSIF)

<http://www.osfi->

[bsif.gc.ca/app/DocRepository/1/eng/guidelines/capital/guidelines/MCCSR_cmt_f.pdf](http://www.osfi-bsif.gc.ca/app/DocRepository/1/eng/guidelines/capital/guidelines/MCCSR_cmt_f.pdf)

Site Web de l’Autorité des Marchés Financiers (AMF)

<http://www.lautorite.qc.ca/projets-speciaux/comite-consultation-solvabilite.fr.html>

Site Web de l’Institut canadien des actuaires (ICA)

http://www.actuaires.ca/members/organization/PC/RISK/PC_RISK_Docs_f.cfm?CODE=RISK (versions anglaises seulement)

- Version provisoire : Economic Capital: Calculation of Terminal Provision (Capital économique: calcul de la provision terminale)
- Priorités et calendrier préliminaire aux fins de l’élaboration du cadre de solvabilité
- Version provisoire : Risk based economic capital – Time horizon (Capital économique fondé sur les risques – Période de référence)
- Choix des mesures de risque adéquates pour le capital économique

Solvency II Glossary (Glossaire de Solvabilité 2) : Comité Européen des Assurances – Groupe Consultatif Actuariel Européen (version anglaise seulement) :

http://www.abi.org.uk/Display/File/Child/659/CEA_Solvency_II_Glossary.pdf