

Gestion du risque

Publié par l'Institut canadien des actuaires,
Casualty Actuarial Society et Society of Actuaries

SECTION CONJOINTE
DE LA GESTION
DU RISQUE

REVUE 35 • AVRIL 2016



En quoi consiste un modèle CAT?

par Therese Krebs
page 18

- 3 Le coin du président
par Mark Yu
- 4 Lettre de la rédaction
par Robert He
- 5 Huitième sondage annuel sur les risques émergents
par Max J. Rudolph
- 7 Comprendre les risques associés à un avenant de GRV pour les rentes fixes liées à un indice
par Pawel Konieczny et Jae Jung
- 13 Incidence des risques posés par le chômage et le sous-emploi
par Kailan Shang
- 18 En quoi consiste un modèle CAT?
par Theresa Krebs
- 22 Qu'est-ce que la vérification des modèles?
par Stéphanie Beaulne
- 24 La gestion des risques des régimes de retraite et la finance d'entreprise
par Liaw Huang et Minaz Lalani
- 26 Rapport 2016 sur les risques globaux
par le World Economic Forum

Publié par



Canadian
Institute of
Actuaries



Institut
canadien
des actuaires



SOCIETY OF
ACTUARIES

Gestion du risque

REVUE 35• AVRIL 2016

Publié par le Conseil de la Section conjointe sur la gestion du risque de la Casualty Actuarial Society, de l'Institut canadien des actuaires et de la Society of Actuaries.

Ce communiqué est gratuit pour les membres de la section. Les numéros courants sont disponibles sur le site Web de la SOA (www.soa.org).

Pour se joindre à la section, il suffit de mettre la main sur le formulaire d'adhésion affiché dans la page Web de la Section conjointe sur la gestion du risque à <http://www.soa.org/jrm>.

Cette publication est fournie dans un but informatif et éducatif seulement. La Society of Actuaries n'endosse pas, n'émet ni une assertion ni une garantie relativement au contenu et renonce à toute responsabilité liée à l'utilisation ou au mauvais usage des renseignements qu'elle renferme. Cette publication ne peut être interprétée à titre de conseils professionnels ou financiers. Les idées, points de vue et opinions exprimés sont ceux des auteurs et ne sont pas nécessairement ceux de la Society of Actuaries.

© 2016 Institut canadien des actuaires, Casualty Actuarial Society et Society of Actuaries. Tous droits réservés

SECTION 2016 DIRIGEANTS

Rédacteur

Robert He
courriel : robert.he@guggenheiminsurance.com

Dirigeants

Mark Yu, FSA, MAAA
Président

Frank Reynolds, FSA, FICA, MAAA
Vice-président

Baoyan Liu (Cheryl), FSA, MAAA
Trésorière

Membres du conseil

James Epstein, ASA, CERA, MAAA,
S. Anders Ericson, ACAS, CERA, MAAA
C. Ian Genno, FSA, FICA, CERA
Robert He, FSA, CERA
Yangyan Hu, FSA, EA
Tom McIntyre, FCAS, CERA, MAAA
Mark Mennemeyer, FSA, MAAA
Kevin Olberding, FSA, CERA, MAAA
Thomas Weist, FSA, FCAS, MAAA

Personnel de la SOA

Kathryn Baker, rédaction
courriel : kbaker@soa.org

David Schraub, associé
courriel : dschraub@soa.org

Leslie Smith, spécialiste de soutien aux projets
courriel : lsmith@soa.org

David Hunter
Infographie

Le coin du président

par Mark Yu

Si tout va bien, au moment où vous lirez ce numéro, l'hiver ne sera plus qu'un lointain souvenir et le printemps sera arrivé chez vous. Comme professionnel du risque, je prête attention à la « volatilité » qui m'entoure. Outre celle des marchés boursiers, j'ai remarqué l'instabilité inhabituelle des conditions météorologiques : dans le Connecticut, où j'habite, les températures peuvent varier de plus de 15 °C d'un jour à l'autre! Skieur enthousiaste détenteur d'un laissez-passer saisonnier, je vois combien cette volatilité affecte négativement la valeur intrinsèque de mon laissez-passer. Météo mise à part, j'aimerais profiter de ce « mot du président » pour souligner les activités de formation stimulantes que la Section conjointe sur la gestion du risque (SCGR) met en place pour 2016 et comment, à titre de membre, vous pouvez en bénéficier.

- **Recherche.** Ces trois dernières années, environ 400 000 \$ ont été engagés dans le budget de recherche de la SCGR. Deux projets de recherche clôturés fin 2015 font l'objet de rapports, disponibles depuis peu à l'adresse soa.org/jrm. Le présent numéro contient un résumé de ces deux projets, intitulés « Risk Implications of the Unemployed and Underemployed » et le « Rapport sur le sondage sur les risques émergents ». À ce sujet, je vous invite à consulter notre site Web, qui contient des exemplaires téléchargeables des précédents documents de recherche et appels à essais. D'autres projets de recherche qui bénéficient d'un financement portent notamment sur le rôle de chef national de gestion des risques, sur l'adhésion des parties prenantes en GRE, sur l'incertitude des paramètres et sur les changements climatiques. Nous restons évidemment ouverts à de nouveaux thèmes, n'hésitez donc pas à les soumettre à la présidente du comité de recherche, Louise Francis.
- **Assemblée publique virtuelle.** Le 31 mars 2016, nous avons tenu notre deuxième assemblée publique, afin de partager notre expérience et nos connaissances au sujet du dispositif ORSA. Cet événement gratuit s'est avéré une excellente occasion pour les participants, qui ont pu échanger au sujet des défis que pose la mise en œuvre de ce dispositif et des meilleures pratiques dans le domaine.



- **Webémission.** La SCGR commanditera, dans les prochains mois, les webémissions suivantes : Le professionnalisme, Les taux d'intérêt et les générateurs de scénarios économiques, et L'incidence des changements climatiques. Nous avons invité des conférenciers de talent pour évoquer ces questions et vous invitons à profiter de ces outils efficaces pour vos besoins en formation continue. Six autres webémissions sont prévues pour le second semestre de 2016 : restez à l'affût!

Dans un monde de plus en plus complexe et de plus en plus instable (les fluctuations de température en sont un exemple), les professionnels du risque font face à des thématiques et à des tendances nouvelles passionnantes. La SCGR leur offre des contenus éducatifs de grande qualité. Les membres de la Society of Actuaries (SOA), de l'ICA et de la Casualty Actuarial Society (CAS) qui forment le conseil de la SCGR nous représentent bien. Convaincue que la diversité stimule la croissance et l'innovation, la Section s'efforce d'aborder des sujets liés à différentes disciplines. Nous vous invitons à vous impliquer avec nous : présentez-vous aux élections du conseil, écrivez un article, intégrez-vous à un sous-groupe de travail, organisez une webémission ou faites part de vos idées et de vos opinions. Il suffit d'un courriel. N'hésitez pas à nous contacter! ■



Mark Yu, FSA, MAAA, est un professionnel de la gestion du risque d'entreprise et du capital à General Re-New England Asset Management à Farmington (CT). On peut le joindre à mark.yu@grneam.com.

Note de la rédaction

par Robert He

Dans ce nouveau numéro du périodique *Gestion du risque*, c'est avec plaisir que l'équipe de la rédaction offre aux lecteurs des articles sur divers sujets qui suscitent une réflexion. Cela illustre l'énorme impact que les professionnels de la gestion des risques ont sur notre économie et notre société en général.

Deux articles portent sur les risques figurant en tête de la liste de surveillance des professionnels du risque. « Huitième sondage annuel sur les risques émergents » de Max Rudolph et « Rapport 2016 sur les risques globaux » présentent la façon dont les gestionnaires des risques partout dans le monde priorisent leurs efforts. Dans les deux articles, la définition du « risque » va au-delà du risque économique et des risques liés aux marchés financiers. Nous avons ainsi une vision élargie des « risques » auxquels nous sommes confrontés. Si vous êtes une personne du genre purement marchés financiers, ces deux articles pourraient vous intéresser.

Dans l'article intitulé « Comprendre les risques associés à un avenant de GRV pour les rentes fixes liées à un indice » de Pawel Konieczny et Jae Jung du cabinet Numerix, il est question de rentes fixes liées à un indice (RFI). Comme les ventes de RFI continuent d'augmenter, cet article arrive à point nommé et présente certaines idées pratiques sur la façon de composer avec quelques grands problèmes de modélisation.

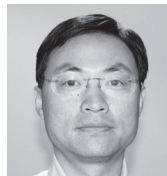
Kailan Shang a publié un document de recherche sur le site Web de la SOA intitulé « Incidence des risques posés par le chômage et le sous-emploi ». L'article figurant dans ce bulletin résume des points clés du rapport de recherche et conclut que les scénarios de crise plausibles portant sur le marché du travail sont aussi utiles pour évaluer la capacité d'une entreprise à prendre des risques.



Les articles intitulés « En quoi consiste un modèle CAT? » et « Qu'est-ce que la vérification des modèles? » portent tous les deux sur les modèles. Dans le premier, Theresa Krebs explique en détail les divers aspects d'un modèle CAT. Dans « Qu'est-ce que la vérification des modèles? », Stéphanie Beaulne illustre le processus de validation des modèles.

Dans « La gestion des risques des régimes de retraite et la finance d'entreprise », Liaw Huang et Minaz Lalani présentent des idées visant à combler l'écart entre la théorie et la pratique dans la gestion des risques des régimes de retraite. Cet article est un extrait et s'appuie sur le rapport de recherche de la Society of Actuaries publié en août 2015.

Comme d'habitude, nous tenons à remercier spécialement David Schraub et Kathryn Baker pour nous avoir aidés à préparer ce numéro d'avril. ■



Robert He, FSA, CERA, est vice-président GAP et Marchés des capitaux au cabinet Guggenheim Insurance à Indianapolis (IN). On peut le joindre à robert.he@guggenheiminsurance.com.

Huitième sondage annuel sur les risques émergents

par Max J. Rudolph

Les pratiques de gestion du risque évoluent constamment, au fil de la mise au point de nouvelles méthodes et de l'adoption de nouvelles dispositions réglementaires. Selon certains, les sommets d'avant-crise qu'atteignent les principaux indicateurs, comme le crédit sur marge, dénotent une bulle spéculative. Les risques émergents non économiques ont été omniprésents dans l'actualité en 2014, les risques géopolitiques ayant pris de l'ampleur en raison de l'intervention de la Russie dans les anciens États soviétiques de la Crimée et de l'Ukraine, et une épidémie d'Ébola en Afrique de l'Ouest nous ayant rappelé les effets dévastateurs que les maladies infectieuses peuvent avoir sur la croissance économique. Le cyberrisque continue d'évoluer de façons nouvelles et effrayantes, les entreprises et les gouvernements livrant une lutte perdue d'avance pour tenter d'avoir le pas sur les pirates. Le sondage sur les risques émergents de cette année, le huitième, rend compte de ces changements. Les risques géopolitiques et technologiques émergents se sont accrus et prennent la place des risques économiques.

L'évolution rapide de la réglementation et du cyberrisque relègue les risques économiques au second rang dans les priorités des gestionnaires du risque. Dans tous les sondages, les tendances révèlent que les gestionnaires du risque avaient vu venir les risques émergents avant qu'ils ne soient généralement reconnus, ce qui montre l'utilité de telles enquêtes pour faire des prédictions lorsque le risque augmente ou diminue.

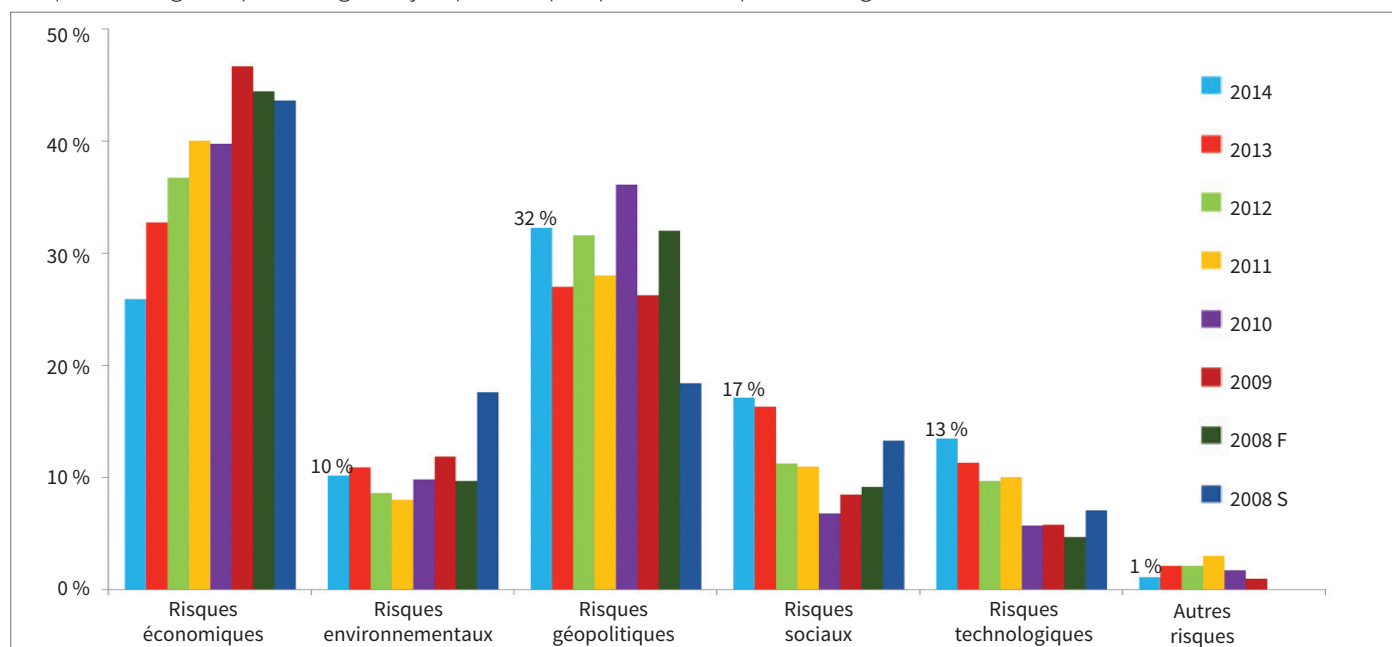
À la fin de 2014, les manchettes géopolitiques et technologiques confirmaient les résultats, la *cybersécurité* et *l'interdépendance des infrastructures* surpassant la *volatilité financière* comme principal risque émergent. Parmi les sujets préoccupants les gestionnaires du risque, citons l'État islamique, les tensions entre la Russie et l'Ukraine, les bulles spéculatives et le fardeau de la réglementation.

Qu'advient-il des régions côtières aux populations croissantes alors que le changement climatique entraîne une élévation du niveau de la mer et des événements météorologiques extrêmes? Le vieillissement de la population dans le monde développé a aussi des répercussions importantes sur le maintien des infrastructures. Comment réagissons-nous aux enjeux de ce genre?

LES CINQ PRINCIPAUX RISQUES ÉMERGENTS

Chaque fois que le sondage est réalisé (printemps 2008, automne 2008, puis tous les ans par la suite), on constate des mouvements subtils des opinions, parfois en raison d'événements récents, parfois en raison des expériences vécues par les répondants. La catégorie des risques économiques cède du terrain à celles des risques géopolitiques et technologiques (quand au plus cinq risques émergents sont choisis) et ne compte plus que pour 26 %.

Figure 1
Risques émergents par catégorie (jusqu'à cinq risques choisis par sondage)



Les catégories des risques sociaux (légèrement en hausse à un nouveau sommet) et environnementaux (légèrement en baisse) ont toutes deux obtenu des résultats supérieurs à 10 %. La catégorie des risques géopolitiques vient en première place (32 %), cinq des sept risques de cette catégorie s'étant accrus. En tête de liste des risques de cette catégorie, tous parmi les 10 premiers, mentionnons le *terrorisme international* (41 %, en hausse par rapport à 27 %), l'*instabilité régionale* (37 %, en hausse par rapport à 29 %) et les *États en faillite ou en cours de faillite* (28 %, en baisse par rapport à 29 %). Les risques ayant atteint des niveaux records depuis l'instauration du sondage sont les *guerres entre États et guerres civiles* (19 %) et la *cybersécurité et l'interdépendance des infrastructures* (58 %, grand meneur avec des résultats en hausse pour la sixième année de suite). Les risques liés à l'*évolution des taux de change* (7 %), au *dur atterrissage de l'économie chinoise* (27 %), à la *volatilité financière* (44 %), au *désengagement par rapport à la mondialisation* (8 %) et au *changement démographique* (23 %) ont tous atteint un creux.

La cybersécurité a fait son chemin jusqu'à la première place dans la liste des risques émergents; cette année, 58 % des répondants au sondage l'ont classée parmi les cinq principaux risques émergents, comparativement à 21 % en 2009. Ce risque retenait déjà l'attention il y a cinq ans, et a atteint un nouveau sommet chaque année depuis.

L'évolution des quatre principaux risques choisis montre que les tendances qui ressortent du sondage sont fiables. La cohérence générale des résultats d'un sondage à l'autre est très rassurante. L'émergence de risques comme la *cybersécurité et l'interdépendance des infrastructures* (3, 3, 2 et 1 au cours des quatre dernières années) révèle bien à quel point les préoccupations s'éloignent de la catégorie des risques économiques. Dans le dernier sondage, seule la *volatilité financière* se trouvait parmi les quatre principaux risques, alors que dans chacun des trois sondages précédents, deux risques économiques se trouvaient parmi les cinq principaux risques.

Année	2011	2012	2013	2014
1	Volatilité financière	Volatilité financière	Volatilité financière	Cybersécurité/interdépendance des infrastructures
2	États en faillite ou en cours de faillite	Instabilité régionale	Cybersécurité/interdépendance des infrastructures	Volatilité financière
3	Cybersécurité/interdépendance des infrastructures	Cybersécurité/interdépendance des infrastructures	Explosion des prix des actifs	Terrorisme international
4	Dur atterrissage de l'économie chinoise	États en faillite ou en cours de faillite	Changement démographique	Instabilité régionale



Ces résultats ont évolué différemment au fil du temps selon le risque, certains augmentant de façon régulière (*terrorisme international* — risque n° 11, *cybersécurité et interdépendance des infrastructures* — risque n° 22) et d'autres diminuant aussi de façon régulière (*choc des prix de l'énergie* — risque n° 1, *évolution des taux de change* — risque n° 2).

PERSPECTIVES D'AVENIR

L'année 2015 a été la plus chaude jamais enregistrée. Un événement climatique extrême n'attend pas l'autre—fortes tempêtes en Australie, sécheresse en Californie, fonte des glaces en Arctique et en Antarctique, tempêtes s'apparentant à des ouragans de plus en plus fréquentes. Dans le monde de la finance, l'avenir penche d'un côté vers des taux directeurs des banques centrales en hausse et de l'autre, vers des économies où la déflation et la récession sont choses courantes. Les tensions régionales s'accroissent, en partie en raison de la baisse des prix du pétrole. Le cyber-risque fait régulièrement les manchettes, les sociétés d'assurance santé joignant les rangs des victimes des pirates. Qu'arrivera-t-il ensuite? Quels sont les risques émergents avec lesquels nous devons composer l'an prochain, dans cinq ans, dans 20 ans? Comment interagiraient-ils avec les autres risques et événements? Comment peut-on se préparer? Les réponses déboucheront sur des occasions pour certains. Serez-vous de ceux-là? ■



Max Rudolph est le fondateur du cabinet conseil Rudolph Financial Consulting, LLC, où il prodigue des conseils sur les risques et les investissements, notamment sur la mise en œuvre éclairée du dispositif ORSA. On peut le joindre à max.rudolph@rudolph-financial.com.

Comprendre les risques associés à un avenant de GRV pour les rentes fixes liées à un indice

par Pawel Konieczny et Jae Jung

RÉSUMÉ

Les garanties de retrait à vie (GRV) sont assorties de risques différents selon qu'elles sont rattachées à des rentes fixes liées à un indice ou à des rentes variables. Dans le présent article, nous évaluons les risques associés à l'avenant de GRV et analysons comment les différents modèles possibles influent sur l'évaluation des risques. Nous explorons en particulier les incidences de l'amélioration de l'estimation des plafonds futurs.

INTRODUCTION

Les garanties d'assurance sont de nature exotique parce qu'elles doivent tenir compte non seulement de paramètres actuariels (p. ex. la mortalité), mais aussi des garanties des marchés financiers, en plus de devoir être adaptées à un niveau plus détaillé.

Comme les dérivés exotiques sont généralement très sensibles à toutes sortes d'hypothèses de modélisation, il est clair qu'une modélisation appropriée est essentielle pour les assureurs, qui sont confrontés à des marges bénéficiaires de plus en plus étroites et à de faibles revenus de placements.

Les options à cliquet (méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées) sont une série d'options prenant effet de façon différée — la tarification d'une telle caractéristique pourtant simple est assez difficile à établir. Quand on offre une garantie liée à un indice (comme une garantie de retrait à vie [GRV] en vertu d'une rente fixe liée à un indice), on constate que la garantie peut hériter de la même sensibilité. On peut même être confronté à une modification encore un peu plus exotique, soit une GRV reposant sur la méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées elle-même fondée sur un indice à volatilité contrôlée.

DÉFINITION DU CONTEXTE

Dans les prochaines sections, nous posons les hypothèses qui sous-tendent notre analyse et, par souci d'exhaustivité, nous rappelons certaines définitions normalisées.

Nous nous concentrons sur l'exploration de l'influence de la valeur du plafond dans un modèle point à point sur la tarification et les paramètres grecs d'une police assortie d'un avenant de GRV.

Actualisation du plafond dans le cadre d'un modèle point à point

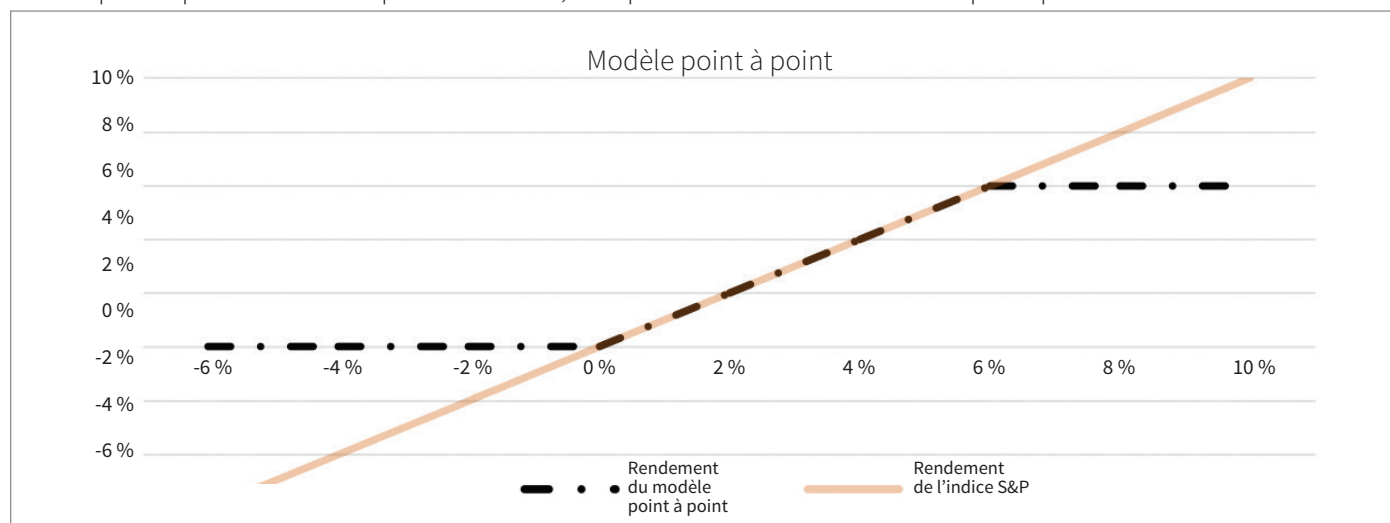
Afin d'examiner différentes approches de modélisation pour l'établissement d'un plafond, il faut poser certaines hypothèses, les plus pertinentes pour l'analyse. Ces hypothèses portent notamment sur la modélisation de l'indice, sur le compte général et le budget, ainsi que sur la stratégie de couverture.

Modélisation de l'indice

Même s'il s'agit du cas le plus simple, nous allons nous concentrer sur une indexation de point à point pour illustrer le concept d'actualisation du plafond.

Figure 1

Modèle point à point assorti d'un plancher de 0 %, d'un plafond de 6 % et d'un taux de participation de 100 %



La structure point à point

Le plafond correspond à une limite sur le rendement d'une police comprenant une rente fixe liée à un indice (RFI). Les RFI sont assorties d'un plafond et d'un plancher. Le plafond facilite le contrôle des coûts et réduit les coûts associés à l'établissement d'un plancher. Pour le titulaire de police, le plancher correspond à la garantie indicielle qu'il achète; pour réduire ses coûts, il renonce à un gain potentiel (déterminé par le plafond).

Les assureurs peuvent redéfinir les plafonds à chaque année de renouvellement. Dans le cadre des simulations, ce plafond ne change généralement pas. Il est toutefois raisonnable de tenir compte de la nature dynamique de ce paramètre dans la simulation.

Le plafond est déterminé à partir du budget disponible provenant du rendement du compte général ainsi qu'à partir des conditions du marché (coût des options en vertu d'une stratégie de couverture statique).

Nous traitons ensuite de l'établissement du compte général, mais par souci d'exhaustivité, rappelons d'abord certaines structures pertinentes des rentes variables et des rentes fixes liées à un indice aux fins de comparaison.

Les formules ci-dessous correspondent à la croissance indicielle pour les rentes variables et pour les rentes fixes liées à un indice (deux des trois méthodes les plus utilisées : méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées et méthode point à point) :

- Rendement des fonds pour les rentes variables

$$\text{Rendement des fonds} = \frac{S_T}{S_0} - 1 \quad \text{¶}$$

- Mécanisme du taux crédité pour les rentes fixes liées à un indice

$$\text{Point à point} = \min \left(\text{plafond}, p \cdot \max \left(0, \frac{S_T}{S_0} - 1 \right) \right) \quad \text{¶}$$

Somme des valeurs mensuelles plafonnées

$$= \max \left(0, \sum \min \left(\text{plafond}, \frac{S_i}{S_{i-1}} - 1 \right) \right)$$

où p correspond au taux de participation (formule point à point).

À travers le prisme des formules de calcul du résultat à l'échéance des options d'achat et de vente, il est clair que la méthode point à point et la méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées présentent une structure assimilable à des options.

Dans le cas des rentes variables, le capital est investi directement dans des fonds et il n'y a pas d'options. En revanche, des crédits indiciaires sont consentis pour les rentes fixes liées à un indice en fonction du rendement. Le risque de marché est transféré du titulaire de la police à l'assureur.

Budget des options

La modélisation du compte général constitue un problème courant dans de nombreuses branches d'assurance, y compris celles des rentes variables et des RFI. Le compte général comprend principalement un portefeuille diversifié de titres à revenu fixe comme des bons du Trésor, des obligations de sociétés et des titres hypothécaires. Il jouit du rendement des taux d'intérêt, des écarts de taux et des primes de structure.

En vertu d'une rente fixe, on crédite aux titulaires de police le revenu du portefeuille, moins un certain écart; dans le cas d'une rente indexée, ce crédit est remplacé par une option sur actions.

Dans le cadre de l'étude, nous utilisons un taux de swap 10 ans comme approximation du taux crédité. Il s'agit d'une hypothèse raisonnable et, qui plus est, relativement facile à simuler.

Le taux de swap 10 ans évolue au fil du temps et de façon indépendante pour chaque scénario, tout comme les indices d'options utilisés pour déterminer le plafond approprié compte tenu du budget.

Hypothèses relatives à la stratégie de couverture

En règle générale, les sociétés d'assurances doivent envisager une stratégie de couverture statique ou dynamique. Dans le présent article, nous nous concentrons sur une couverture statique.

Une stratégie de couverture statique est idéale pour l'indice sous-jacent. Toutefois, en raison du non-appariement entre les hypothèses de déchéance et les résultats, il est possible qu'il y ait surcouverture.

En revanche, une couverture dynamique exige que la stratégie de couverture soit répliquée dans la codification et que la valeur des actifs soit réévaluée tout au long de la projection.

On peut aussi établir une couverture portant à la fois sur la police de base et sur l'avenant de GRV.

ANALYSE – ACTUALISATION DU PLAFOND

Ce problème est le sujet principal du présent article. Nous examinons deux approches :

- Un plafond statique de 4 %
- Un plafond dynamique déterminé comme suit :
 - o Budget des options estimé selon le taux de swap 10 ans
 - o Obtention des valeurs de rachat européennes à l'aide de la méthode Monte Carlo pour les options américaines
 - o Calcul du plafond/de l'écart sur options d'achat à l'aide du budget des options et des prix des options
 - o Actualisation annuelle du plafond

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

Détails de la police d'assurance modélisée :

Police de base

- Point à point
- Age : 60 ans
- Valeur du compte au début de la projection : 100 \$

Avenant de GRV

- Taux de cumul de 5 %
- Frais d'avenant de 0,85 %
- Début des retraits à 72 ans, à 6 % des prestations de base

La simulation donne les résultats suivants :

	Plafond statique	Plafond actualisé
Valeur actualisée (frais - réclamations)	(0,26) \$	2,23 \$
Frais de GRV équitables	0,88 %	0,61 %
Delta (\$)	0,043 \$	0,040 \$
Rho (\$)	0,335 \$	0,605 \$

On voit tout de suite que pour cette situation particulière (et dans ces conditions de marché), le plafond actualisé est associé à une valeur actualisée supérieure; par conséquent, des frais inférieurs pourraient être proposés au client. On constate aussi que le plafond actualisé est plus sensible aux taux d'intérêt. C'est normal, puisque le budget pour le plafond (et donc le niveau du plafond) dépend maintenant du niveau des taux d'intérêt (taux de swap 10 ans).

Il importe de souligner que les résultats dépendent des conditions du marché, qui peuvent renverser les résultats obtenus pour un plafond statique et un plafond actualisé. Cela dépend de la relation entre les niveaux des taux d'intérêt et l'hypothèse relative au plafond dans le cas d'une stratégie statique.

Par ailleurs, il est intéressant d'examiner les réclamations et les frais moyens :

Figure 2

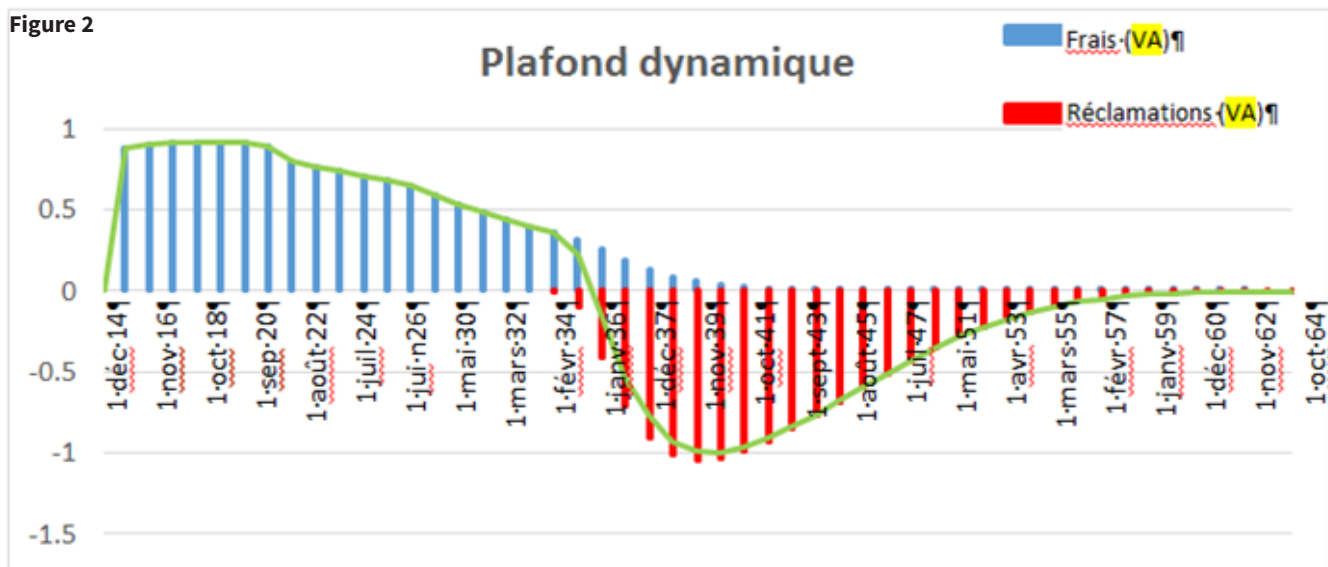
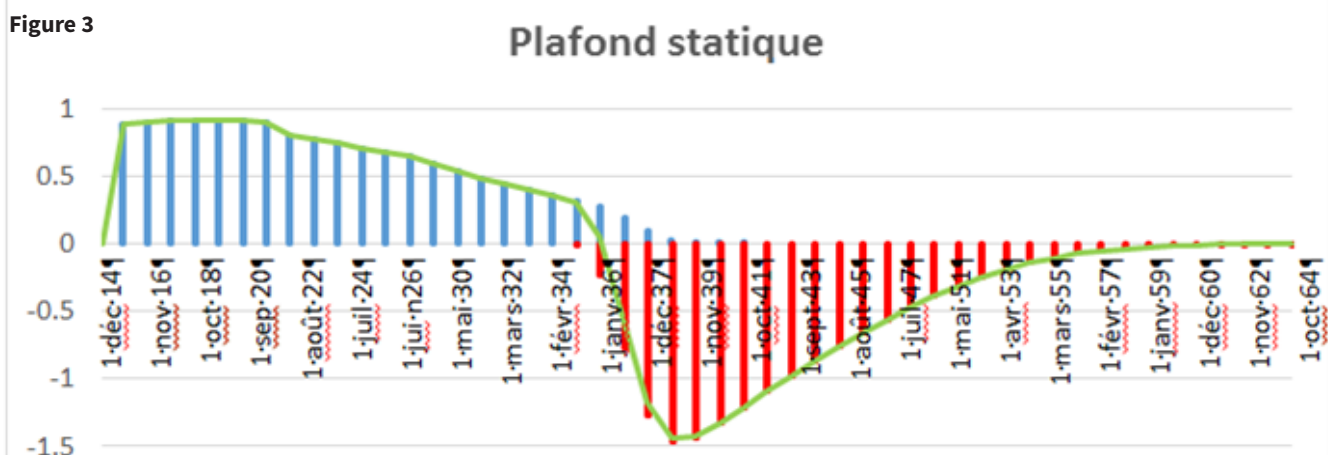


Figure 3



On constate que les réclamations (en moyenne) commencent plus tôt lorsque le plafond est dynamique. C'est normal parce qu'il y a des scénarios dans lesquels le plafond demeure sous le plafond statique de 4 %, ce qui entraîne une valeur accumulée inférieure et des réclamations qui se produisent plus tôt. En parallèle, les réclamations sont moins importantes en raison de la structure par échéances qui permet d'avoir un plafond supérieur à 4 %.

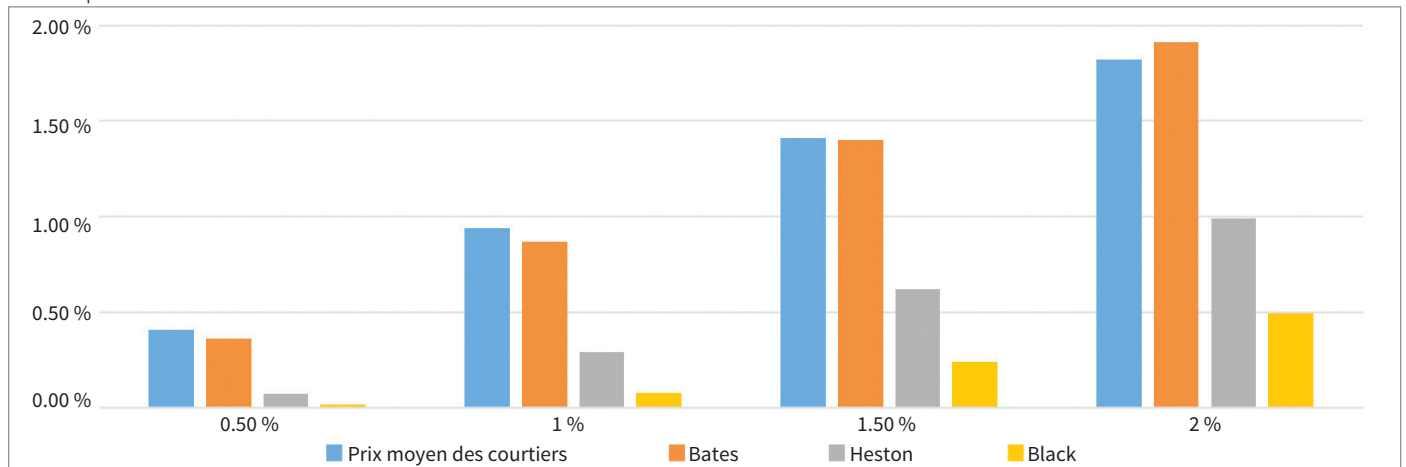
Les options à effet différé peuvent être sensibles aux hypothèses de modélisation. Nous présentons ci-dessous un autre exemple de la grande différence que peut faire le choix du modèle de marché.

MÉTHODE DE LA SOMME DES VALEURS MENSUELLES PLAFONNÉES : ILLUSTRATION DE L'INCIDENCE DU CHOIX DU MODÈLE DE MARCHÉ

La méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées (cliquets) constitue un choix populaire pour les RFI. La modélisation de ces valeurs peut toutefois se révéler ardue; nous expliquons ci-dessous les incidences de cette méthode sur les prix.

Dans le cas d'un contrat de base faisant l'objet d'une stratégie de couverture statique par l'achat d'options de gré à gré, il faut modéliser le prix de ces options dans l'avenir. Le graphique ci-dessous illustre l'ampleur des incidences des différents modèles de marché sur les prix :

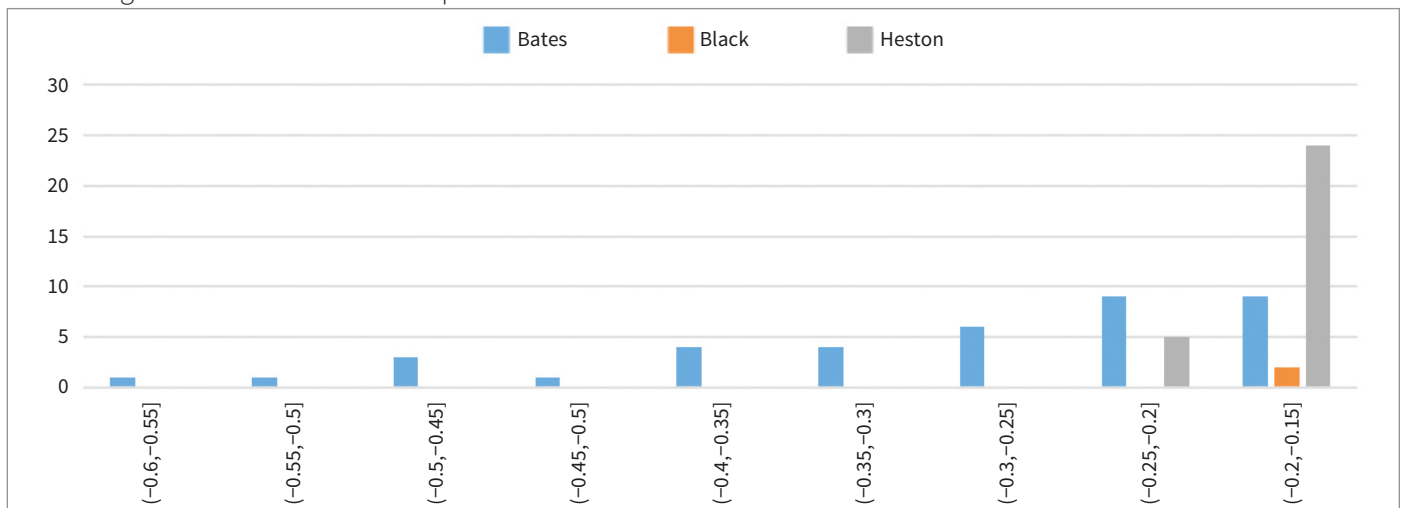
Figure 4
Prix selon la méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées, comparativement aux prix des contreparties en date du 24 février 2015



On constate que le choix du modèle de Bates pour établir la tarification de ces contrats donne le prix le plus proche de ceux du marché, mais surtout que les autres choix (Heston et Black) donnent des valeurs considérablement inférieures.

Ces différences notables s'expliquent par la répartition des rendements pour les différents modèles (étalonnés en fonction des mêmes données du marché). Pour mieux illustrer cette observation, le graphique ci-dessous montre l'extrémité de gauche de la répartition des rendements pour les modèles de Bates, de Heston et de Black étalonnés en fonction des mêmes données du marché.

Figure 5
Extrémité gauche de la distribution simple des rendements



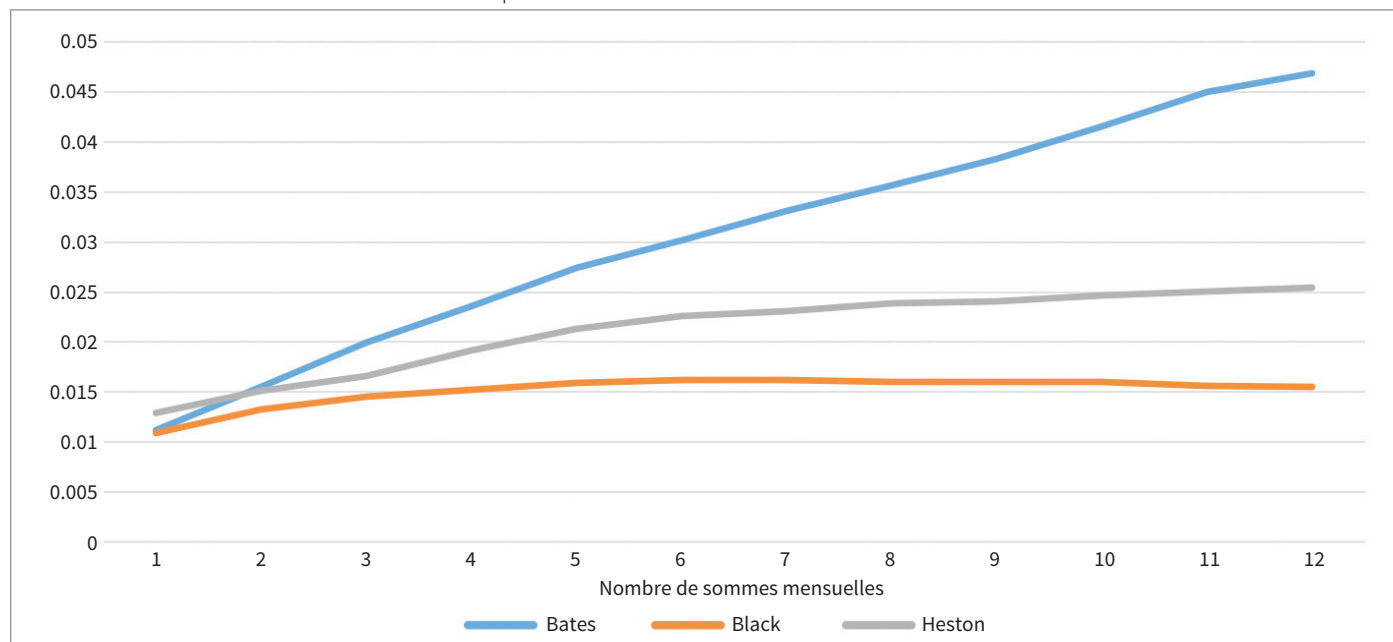
Pour assurer la lisibilité du graphique, nous avons omis le reste de la distribution.

On constate, comme on s’y attendait, que les modèles de Bates et de Heston ont une extrémité gauche plus longue que le modèle de Black. En outre, le modèle de Bates va beaucoup plus loin dans l’échelle des rendements négatifs que le modèle de Heston. Toutes ces caractéristiques sont pertinentes pour la méthode de la somme des valeurs mensuelles plafonnées. En tirant d’une distribution

semblable sur le plan qualitatif et en plafonnant les rendements (par la somme des valeurs mensuelles plafonnées), on fait ressortir encore davantage ces différences.

Pour étayer cette observation à l’aide de chiffres réels, nous proposons le graphique suivant, qui illustre les prix établis par la somme des valeurs mensuelles plafonnées en vertu de différents modèles et selon le nombre de périodes prises en compte dans la somme.

Figure 6
Prix selon la somme des valeurs mensuelles plafonnées - Plafond de 3 %

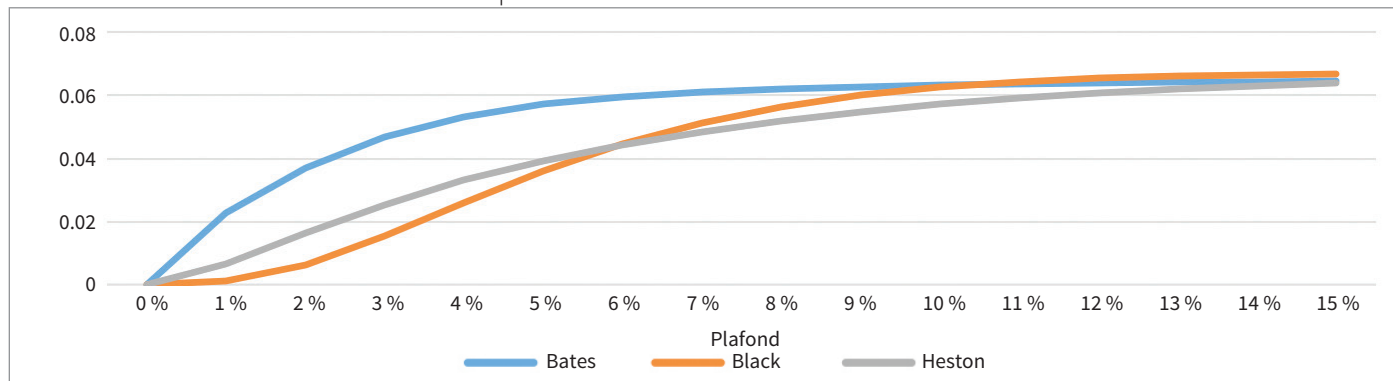


En outre, on s’attend à ce que la valeur du plafond ait une influence notable sur les résultats. Pour mieux le comprendre, il suffit de penser aux similitudes entre l’application d’un plafond et la forme de la courbe de la fonction de distribution cumulative d’une distribution donnée. Quand le plafond est (artificiellement) élevé, son effet sur la somme des valeurs mensuelles plafonnées est limité et on se trouve à évaluer uniquement le plancher. On s’attend donc à ce que tous les modèles donnent une évaluation

similaire. En revanche, si on définit un plafond égal à zéro (voir la formule pour le calcul de la somme des valeurs mensuelles plafonnées), on obtient une valeur nulle pour la somme des valeurs mensuelles plafonnées, quel que soit le modèle.

La forme de la courbe (l’abscisse correspondant à la valeur du plafond et l’ordonnée, à la valeur de la somme des valeurs mensuelles plafonnées) dépend de la distribution des rendements. Pour compléter ce volet de l’étude, voici un graphique illustrant ces résultats :

Figure 7
Valeur de la somme des valeurs mensuelles plafonnées





SOMMAIRE

Dans le présent article, nous examinons certains des problèmes auxquels les sociétés d'assurances peuvent être confrontées lorsque vient le temps de modéliser les rentes fixes liées à un indice. Nous montrons que ces défis peuvent avoir des répercussions de taille, qui doivent être prises en compte dans la modélisation. Les options à effet différé ainsi que les choix relatifs à la modélisation (plus précisément le choix de la distribution des rendements) — qui interviennent dans l'actualisation des plafonds ainsi que dans l'établissement des prix par la somme des valeurs mensuelles plafonnées doivent être considérés soigneusement, car ils ont des incidences considérables. ■



Pawel Konieczny, Ph.D., FRM, est vice-président, Solutions d'assurance et solutions client, à Numerix, New York (NY). On peut le joindre à pkonieczny@numerix.com.



Jae Jung, FSA, est actuaire, Solutions client, à Numerix, New York (NY). On peut le joindre à jjung@numerix.com.

Enterprise Risk Management

How do we govern it?

www.cia-ica.ca/ERM

La gestion du risque d'entreprise

Comment la gouverner ?

www.cia-ica.ca/GRE



Canadian
Institute of
Actuaries



Institut
canadien
des actuaires

Incidence des risques posés par le chômage et le sous-emploi

par Kailan Shang

L'article résume certains points clés du rapport de recherche intitulé *Risk Implication of Unemployment and Underemployment*, consultable à : <http://www.soa.org/Research/Research-Projects/Risk-Management/2015-risk-implications-unemployment-underemployment.aspx>.

Le marché du travail constitue un élément crucial du système économique. La population active est l'un des principaux facteurs de production, et le revenu d'emploi que touchent ses membres représente une importante source de revenu. Le revenu affecte de nombreux aspects de l'économie, notamment la consommation, l'épargne, les taux d'intérêt réels et les politiques budgétaires. Le chômage, l'un des enjeux clés abordés dans les politiques macroéconomiques, signale un déséquilibre entre l'offre et la demande sur le marché du travail. Il a un impact direct sur la consommation, l'épargne, la production et l'investissement. Les décideurs utilisent le taux de chômage pour mesurer l'activité économique et la stabilité sociale. Le sous-emploi, qui n'est pas calculé dans le taux de chômage standard, renvoie aux travailleurs à temps partiel involontaires ou surqualifiés. Comme le chômage, le sous-emploi signale une offre excédentaire sur le marché du travail et, en raison de son incidence, le secteur de l'assurance, qui fait partie du système économique, est exposé à l'incertitude sur le marché du travail.

Le chômage et le sous-emploi importent aux sociétés d'assurances non seulement en raison de leur incidence sur les hypothèses économiques, mais aussi de leur impact direct sur leur secteur. **La compréhension approfondie du chômage et du sous-emploi peut faciliter les prévisions économiques, les hypothèses d'assurance et la gestion des risques par les actuaires.**

TAUX DE CHÔMAGE ET DE SOUS-EMPLOI

Chaque mois, le Bureau of Labor Statistics (BLS) publie six différentes mesures de la sous-utilisation de la main-d'œuvre :

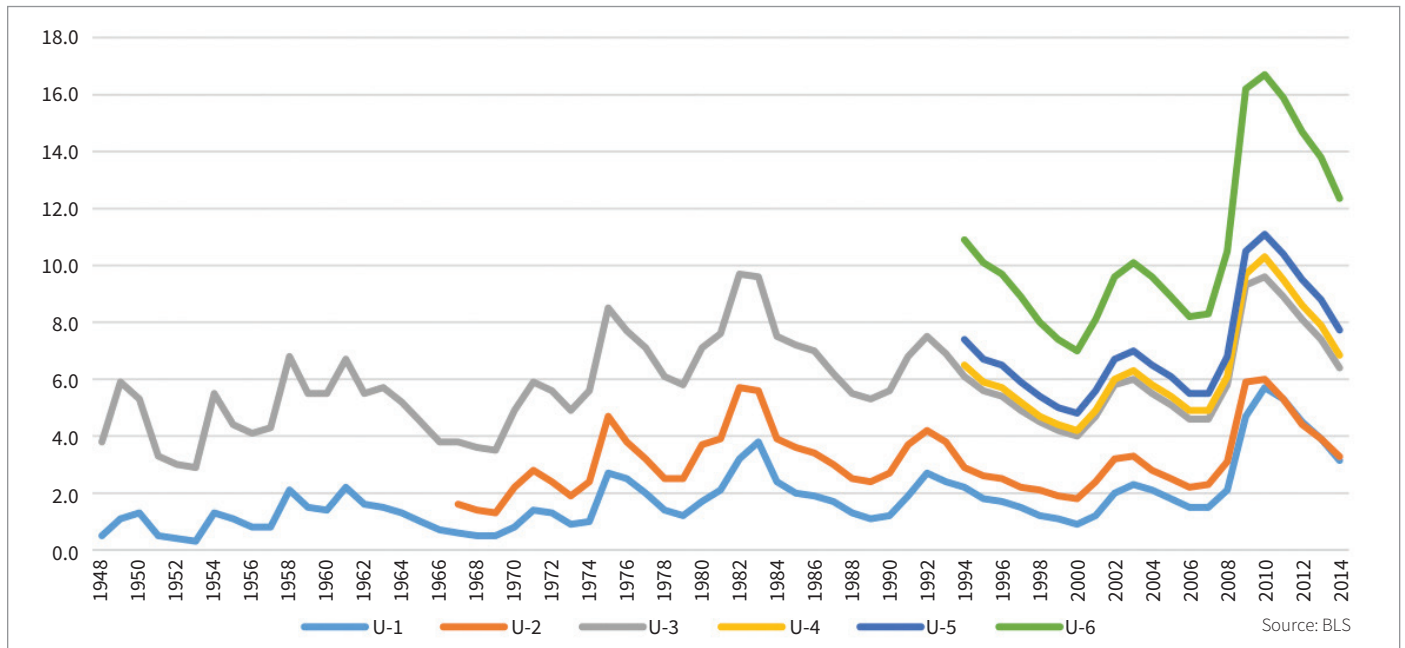


1	Taux U-1 :	Personnes en chômage pour 15 semaines ou plus Population active
2	Taux U-2 :	Personnes ayant perdu leur emploi + personnes ayant terminé un emploi temporaire Population active
3	Taux U-3 :	Chômeurs Population active, taux de chômage officiel
4	Taux U-4 :	Chômeurs + travailleurs découragés ¹ Population active + travailleurs découragés
5	Taux U-5 :	Chômeurs + travailleurs marginalement occupés ² Population active + travailleurs marginalement occupés
6	Taux U-6 :	Chômeurs + travailleurs marginalement occupés + travailleurs à temps partiel involontaires Population active + travailleurs marginalement occupés

La figure 1 montre la valeur historique des six mesures de 1948 à septembre 2014, lorsqu'elle est disponible. La différence entre les taux U-6 et U-5 peut être considérée comme une mesure temporelle du sous-emploi.

Selon les données empiriques, les six mesures sont fortement corrélées. Donc, même si le taux de chômage officiel (taux U-3) n'englobe pas toutes les variables qui nous intéressent, il sert d'indicateur des changements dans les autres composantes.

Figure 1
Autres mesures de la sous-utilisation de la main-d'œuvre aux États-Unis (%)



PRATIQUES DE MODÉLISATION EXISTANTES

Un sondage sur les pratiques de modélisation du chômage et du sous-emploi dans la collectivité actuarielle a été effectué. L'utilisation de l'information sur le chômage et le sous-emploi pour formuler des hypothèses est limitée, comme le montrent les résultats du sondage ci-dessous.

Une explication possible est la forte corrélation entre le marché du travail et l'économie globale. La considération d'autres variables économiques tient compte implicitement, dans une certaine mesure, de l'impact du chômage et du sous-emploi. Malgré l'utilisation limitée de l'information sur le chômage et le sous-emploi dans la modélisation actuarielle, cela constitue une occasion d'amélioration à l'avenir.

Figure 2
Résultats du sondage sur le chômage

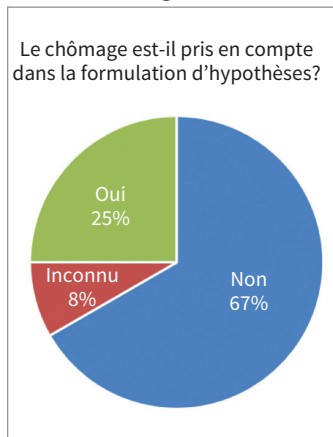
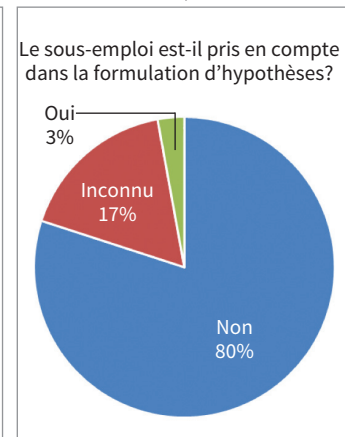


Figure 3
Résultats du sondage sur le sous-emploi



HYPOTHÈSES ÉCONOMIQUES

Pour arrêter les hypothèses économiques, il faut considérer l'état futur du marché du travail. L'aspect clé n'est pas le lien causal, car il est difficile de déterminer si le marché du travail cause les changements dans d'autres variables économiques ou vice versa. Par exemple, lorsque le taux d'intérêt est élevé, les personnes sont plus portées à épargner au lieu de consommer, ce qui entraîne un fléchissement de l'investissement et des offres d'emploi. Dans cette situation, on peut s'attendre à un taux de chômage élevé. D'ailleurs, un taux de chômage élevé peut inciter les banques centrales à modifier leurs politiques monétaires de sorte à réduire les taux d'intérêt.

Une hausse du chômage se produit normalement durant une récession, qui est accompagnée du creusement de l'écart de taux, de la réduction des taux d'intérêt et d'inflation, et de l'accroissement de la volatilité du marché boursier. Les taux de chômage et de sous-emploi peuvent servir d'indicateurs de

changements futurs d'autres variables économiques. En période d'expansion économique, ce lien demeure ambigu.

EXPÉRIENCE DU SECTEUR DE L'ASSURANCE

Outre les hypothèses économiques générales, le chômage et le sous-emploi peuvent aussi affecter l'expérience de produits offrant des prestations de chômage. Ils révèlent une perte possible de revenu des ménages. La réduction du revenu peut donner lieu à la déchéance de polices, à la diminution du paiement des primes à l'avenir ou du volume de nouvelles affaires, etc.

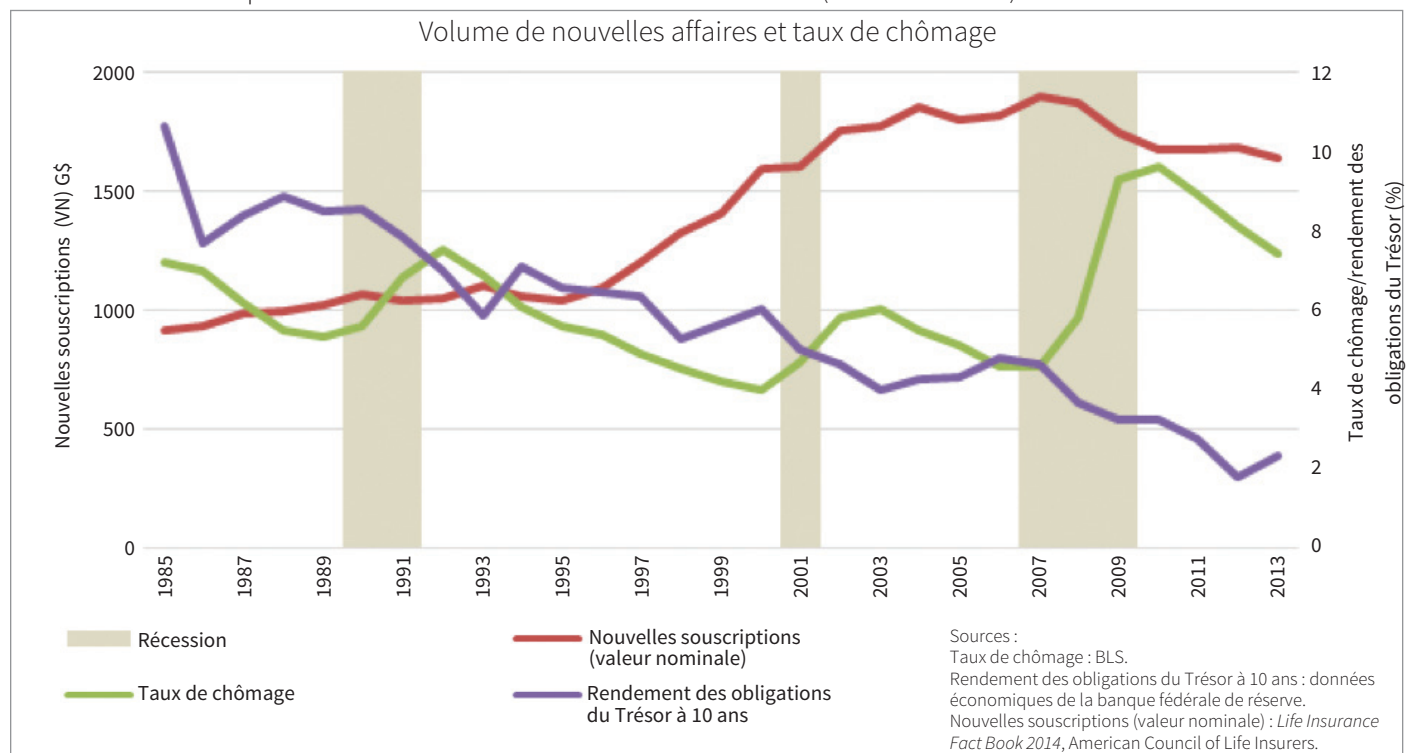
La figure 4 montre le volume de nouvelles polices d'assurance-vie individuelles aux États-Unis d'après la valeur nominale, de 1985 à 2013. Les zones grises sont les trois périodes de récession (1991, 2001 et 2007-2009). Les taux de chômage et de rendement des obligations du Trésor à dix ans sont aussi illustrés. En période de récession, le volume de nouvelles affaires diminue et s'accompagne de la hausse du taux de chômage et de la réduction du rendement des obligations du Trésor. Toutefois, **le taux chômage est un meilleur prédicteur de la faible croissance des affaires que le rendement des obligations** pour les raisons suivantes :

1. L'augmentation du taux de chômage a normalement entraîné une réduction du taux fédéral, et non l'inverse.

2. Durant la période des données, une augmentation du taux de chômage a toujours déclenché un ralentissement de la croissance des affaires. Cependant, une diminution du rendement des obligations du Trésor n'a pas toujours coïncidé avec ce ralentissement.
3. Aux environs de la période des trois récessions, les diminutions du rendement des obligations étaient à peu près de la même envergure. Toutefois, durant les deux premières récessions, le taux de nouvelles polices d'assurance-vie individuelles était presque nul. Au cours de la dernière récession, le volume de nouvelles polices a diminué sensiblement. Par contre, la hausse du taux de chômage était beaucoup plus forte durant la dernière récession qu'au cours des deux précédentes. Cela dénote que l'envergure du changement du taux de chômage peut aider à prédire l'importance des corrections dans la croissance des affaires.
4. Avec le faible niveau actuel du rendement des obligations du Trésor, si une nouvelle récession survenait dans un proche avenir, une diminution ultérieure est peu probable. C'est pourquoi le rendement des obligations est d'utilité limitée pour prédire la croissance du volume d'affaires au niveau existant.

Figure 4

Volume de nouvelles polices d'assurance-vie individuelles aux États-Unis (valeur nominale)



Le taux moyen annuel de nouvelles polices, calculé en fonction de la valeur nominale, se situait à 2,1 % pour la période de 1985 à 2013. Le tableau 1 présente les taux de nouvelles polices et la fluctuation du taux de chômage et du rendement des obligations du Trésor durant les trois périodes de récession. Il est évident que la fluctuation du taux de chômage est plus prédictive que celle du rendement des obligations.

Tableau 1
Volume de nouvelles polices d'assurance-vie aux États-Unis en période de récession

Période	Taux de nouvelles polices (valeur nominale)	Fluctuation du taux de chômage	Fluctuation du rendement des obligations du Trésor à 10 ans
1991	-2,6 %	1,2 %	-0,7 %
2001	0,4 %	0,7 %	-1,0 %
2008-2010*	-11,5 %	5,0 %	-1,4 %

*Le taux et les fluctuations ne sont pas annualisés pour toute la période de trois ans.

Aux fins de prédiction, la variable expliquée Y est l'écart annualisé entre le taux de nouvelles affaires et le taux de croissance moyenne de 2,1 %. La variable explicative X est la fluctuation annuelle du taux de chômage. Les trois points de données pour (X, Y) (0,7, - 1,7), (1,2, - 4,8) et (1,7, - 6,0) représentent les trois périodes 2001, 1997 et 2008-2010 respectivement. Dans ce modèle élémentaire, le taux de nouvelles affaires peut être projeté en fonction d'un taux de chômage prévisionnel par interpolation linéaire. Par exemple, si une hausse de 1 % du taux de chômage est anticipée, le taux de croissance serait de - 1,4 %. Dans le processus de planification des affaires, on peut établir une cohérence entre le taux de chômage et le taux de nouvelles affaires en se fondant sur le lien prédit.

SCÉNARIOS DE CRISE

L'instabilité du marché du travail peut être une cause majeure d'une crise économique. L'un des principaux objectifs des politiques économiques est de maintenir un taux de chômage faible et durable. Des scénarios de crise étroitement liés au marché du travail peuvent être élaborés. L'exemple suivant repose sur un scénario de crise qui commence par une hausse marquée du taux de chômage.

La crise financière de 2008 a provoqué une flambée du taux de chômage, qui est passé de 5 % avant la crise au sommet de 9,6 % en 2010. Sous l'effet d'une série de plans de stimulation économique, y compris l'assouplissement quantitatif et la réduction des taux d'intérêt, le taux de chômage a chuté à 5,3 % en juillet 2015.

Pourtant, le taux d'activité est passé de 66 % en 2006 à 62,6 % en juillet 2015. Cette baisse s'explique en partie par le vieillissement

de la population et les travailleurs découragés qui ont renoncé à chercher un emploi. Comparativement à la réduction du taux de 67 % en 1997 à 66 % en 2006, la récente chute du taux d'activité est surtout imputable aux travailleurs découragés. Les conditions actuelles du marché du travail ne se sont pas beaucoup améliorées, comme le démontre la réduction du taux de chômage. Par souci de simplicité, précisons qu'un point de pourcentage de la baisse de 3,4 % (soit de 66 % à 62,6 %) est attribuable à la population vieillissante, et 2,4 % aux travailleurs découragés.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, la durée moyenne d'un cycle économique aux États-Unis est de moins de sept ans. Le creux dans le dernier cycle économique date d'il y a six ans déjà (juin 2009³), donc il y a un risque non négligeable qu'une nouvelle récession survienne dans un proche avenir.

Le taux fédéral se situe à près de zéro depuis plus de six ans. Un taux négatif est possible mais, de toute évidence, la possibilité et l'incidence d'une réduction ultérieure des taux d'intérêt demeurent faibles.

Les marchés baissiers des produits de base, surtout le marché pétrolier, ont suscité des pertes d'emploi et une forte probabilité de taux d'inflation faible. Parallèlement, les travailleurs découragés pourraient essayer à nouveau d'intégrer le marché du travail. Ces facteurs combinés peuvent entraîner une poussée imprévue du taux de chômage. Si l'on suppose que la moitié des 2,4 % de travailleurs découragés essaient de rentrer sur le marché du travail, le chômage passerait de 5,3 % en juillet 2015 à 7,1 %⁴, ce qui poserait une série de difficultés aux sociétés d'assurances :



Les scénarios de crise plausibles portant sur le marché du travail sont aussi utiles pour évaluer la capacité d'une entreprise à prendre des risques.

1. *Volume réduit de nouvelles affaires* : En appliquant le modèle élémentaire par interpolation linéaire discuté ci-haut, un taux de nouvelles affaires de - 4,1 % est anticipé, dans la mesure où le taux de chômage hausse de 1,8 %.
2. *Taux de déchéance supérieur* : Des déchéances supplémentaires sont prévues, bien que leur incidence puisse différer sensiblement d'après la gamme de produits. Le taux de déchéance des polices d'assurance-vie individuelles aux États-Unis est passé de 6,4 % en 2007 à 7,6 % en 2008 (American Council of Life Insurers, 2014), puis a diminué progressivement pour s'établir au niveau d'avant la crise. Pour simplifier, le scénario de crise peut supposer une augmentation similaire du taux de déchéance, qui hausserait de 19 %.
3. *Faibles taux d'intérêt* : Les faibles taux d'intérêt devraient persister pour une période prolongée.
4. *Les faibles taux d'intérêt combinés au taux de chômage élevé pourraient compromettre la reprise* : Il est attendu que la prochaine récession sera beaucoup plus longue. Pour simplifier, on peut supposer une période de récession de cinq ans, soit le double de celle de la crise financière de 2008.

Ce scénario de crise probable peut servir à différentes fins, notamment la détermination des risques, la délimitation du risque acceptable, la gestion du capital et la planification des affaires.

CONCLUSION

L'état du marché du travail importe aux sociétés d'assurances. Élément indispensable du système économique, il affecte d'autres variables économiques et, partant, l'environnement économique. Il est aussi déterminant pour le revenu d'emploi, qui a une incidence sur la consommation, le comportement des titulaires de police et la vente de nouvelles assurances. Il est bénéfique d'analyser l'impact du chômage et du sous-emploi. Les scénarios de crise plausibles portant sur le marché du travail sont aussi utiles pour évaluer la capacité d'une entreprise à prendre des risques. ■



Kailan Shang est cofondateur de Swin Solutions Inc., à Kitchener (Ontario), Canada. On peut le joindre à kailan.shang@swinsolutions.com.

NOTES

- ¹ Le BLS définit les travailleurs découragés comme des personnes qui ne font pas partie de la population active, mais qui sont disponibles et veulent travailler et ont cherché un emploi à un moment quelconque au cours des 12 mois précédents. Ils ne sont pas comptés au nombre des chômeurs car ils n'ont pas cherché d'emploi au cours des quatre semaines précédentes, pour la raison précise qu'ils ne croyaient pas qu'un emploi leur était accessible.
- ² Selon la définition du BLS, les travailleurs marginalement occupés forment un groupe qui comprend les travailleurs découragés. Les critères pour les travailleurs marginalement occupés sont identiques à ceux des travailleurs découragés, sauf qu'une raison quelconque peut avoir été donnée pour la non-recherche d'emploi au cours des quatre semaines précédentes.
- ³ <http://www.nber.org/cycles.html>.
- ⁴ $(62,6\% \times 5,3\% + 2,4\%/2) / (62,6\% + 2,4\%/2)$.

En quoi consiste un modèle CAT?

par Theresa Krebs

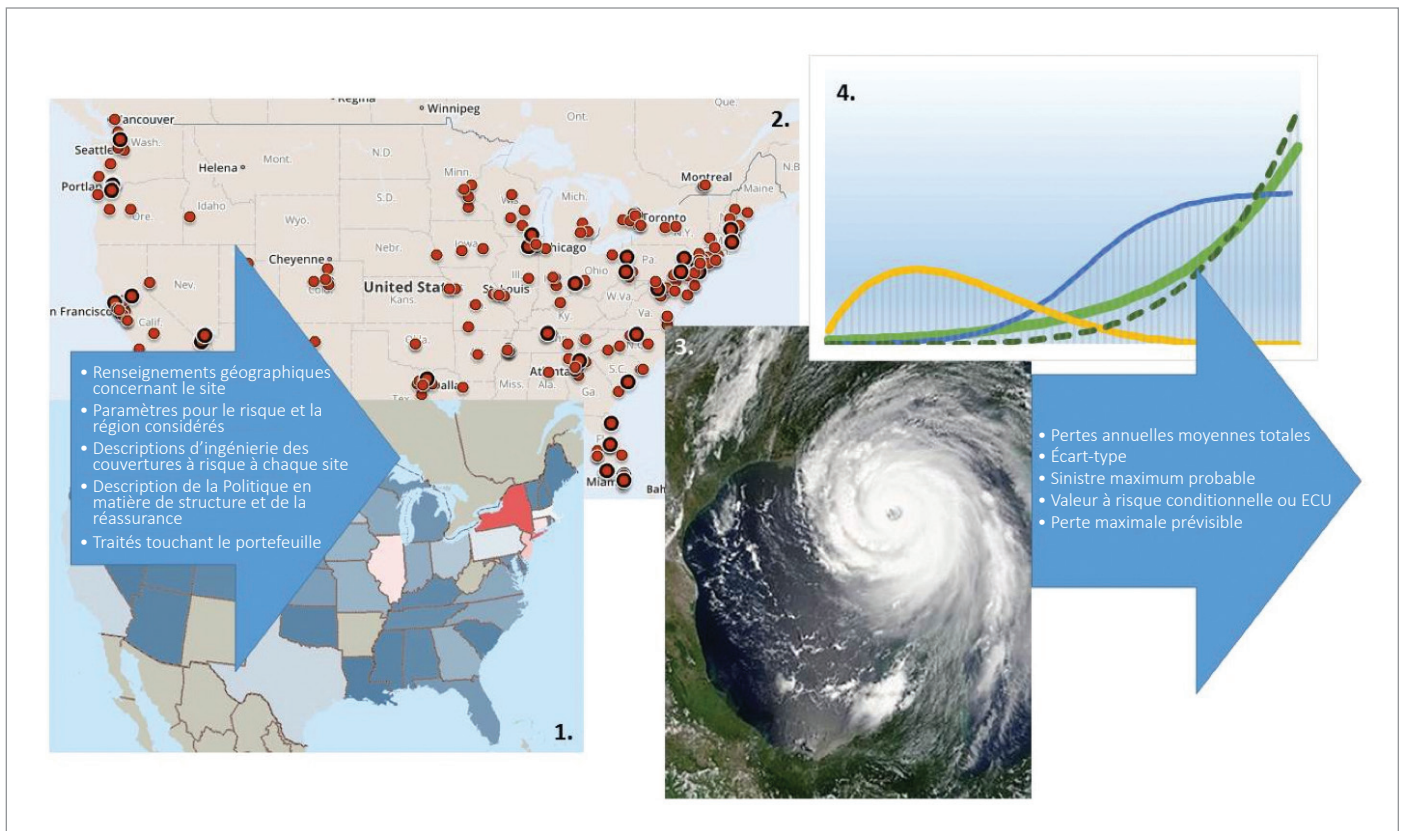
- I. Introduction : un sandwich de trois étages
- II. Exposition
- III. Risque
- IV. Vulnérabilité
- V. Module financier
- VI. Conclusion

INTRODUCTION

Un mentor influent, qui travaille pour Risk Management Solutions, a un jour décrit le modèle CAT comme étant un « sandwich de trois étages ». Au premier se trouve une grande base de données portant sur des biens économiques exposés, qui renferme leur valeur selon leur lieu et les garanties ainsi que d'autres caractéristiques comme le secteur et l'affectation. L'étage du milieu comporte un puissant modèle stochastique des risques naturels, qui représente des dizaines de milliers de

Ci-dessous, une grande base de données portant sur des biens économiques exposés... au milieu, 10 000 ouragans, ... et sur le dessus, des courbes d'ingénierie structurale de la vulnérabilité aux événements.

manifestations d'événements géographiques, chacune se voyant attribuer une fréquence d'occurrence et chacune étant définie en fonction de la gravité du risque en chaque lieu. Au dernier étage réside le module Vulnérabilité, qui commence par la fragilité d'un certain type de bâtiments face aux tremblements de terre, aux inondations et aux ouragans, mais qui tient compte aussi de préoccupations sociétales secondaires comme les pertes d'exploitation et l'inflation du coût des réparations lorsqu'il y a pénurie de main-d'œuvre contractuelle après une catastrophe majeure. Enfin, une fois construit notre sandwich de trois étages, entre en jeu le module financier, qui fait intervenir les conditions de la police et les résultats financiers *de la valeur totale de reconstruction (ground-up en anglais)* du modèle.



Alors, en quoi consiste un modèle CAT? Peut-être vaut-il mieux le décrire en fonction de ses données d'entrée et de sortie.

Selon l'ordinogramme ci-dessus, il faut commencer par étudier les biens économiques exposés (image 1) avant de formuler les hypothèses sur la distribution géographique des caractéristiques des bâtiments. Dans l'image 2, nous avons géocodé les risques se rapportant à l'exposition américaine d'un grand client multinational, et nous connaissons les caractéristiques des bâtiments et les valeurs économiques à chaque latitude et longitude, ainsi que toutes les conditions spécifiques aux lieux. À l'image 3, nous évoquons le modèle de risque par une image de l'ouragan Katrina. À l'image 4, nous regroupons les éléments du modèle de vulnérabilité avec des exemples de résultats, que nous expliquons en détail ci-après.

Le sinistre maximum probable (SMP) est un point situé sur la courbe de probabilité de dépassement (Courbe PD), laquelle indique, de façon ordonnée, les sinistres possibles selon leur fréquence cumulée. Cette courbe peut représenter aussi bien un sinistre découlant d'un seul événement que le sinistre total au cours d'une certaine période, par exemple une année. Dans le cas du sinistre total, il faut se demander quelle hypothèse poser au sujet du regroupement d'événements—doit-on le traiter statistiquement comme dans une hypothèse binomiale négative ou appliquer un modèle de regroupement spatio-temporel?

Les SMP correspondent à des « périodicités moyennes ». Si je parle du SMP 100 ans, je ne veux pas dire qu'un certain événement grave se produira tous les 100 ans, mais plutôt qu'un sinistre d'une telle gravité a 1 % de chances de se produire cette année, et 1 % de chances encore une fois de se produire l'année prochaine.

La valeur à risque conditionnelle (CVaR) est une intégration conditionnelle de la courbe de probabilité de dépassement, sachant qu'une certaine périodicité a été dépassée. L'espérance conditionnelle unilatérale de la courbe de probabilité de dépassement agrégée (ECUCPDA), à 100 ans, correspond donc à l'extrémité de la courbe de probabilité de dépassement agrégée, sachant que la périodicité de 100 ans est dépassée.

Lorsque vous vous servez des modèles CAT pour fixer les primes des clients, l'ECUCPDA marginale vous indiquera ce que l'acceptation de ces clients fera à l'extrémité du portefeuille, et ce résultat peut être considéré comme une charge de risque.

Revenons maintenant à notre sandwich de trois étages.

EXPOSITION

Chaque fournisseur de modèle construit une base de données confidentielle relative à la totalité des bâtiments assurés, en se fondant à la fois sur une expertise technique, sur une expertise économique et sur des données disponibles sur le marché. Dans certains marchés sous-développés, où il n'est pas possible de

se procurer des données adéquates, ces données d'exposition peuvent être produites en faisant des hypothèses au sujet du produit intérieur brut (PIB) et de la pénétration d'assurance. Cette base de données permet d'étalonner le modèle en fonction de la sinistralité observée, au dernier stade de développement du modèle. Des informations détaillées sur le parc immobilier et les types de construction peuvent aussi être utiles au tarificateur lorsque les données dont il dispose relativement au risque sont insuffisantes. Lorsque le bâtiment est un hôpital, par exemple, dans un territoire donné, un certain pourcentage du bâtiment sera construit en béton armé, en maçonnerie armée, en acier ou même avec une ossature en bois. Une moyenne pondérée des courbes de vulnérabilité pour chaque construction peut être appliquée aux sinistres couverts.

Ce concept de probabilités conditionnelles et de moyennes pondérées peut s'appliquer à plusieurs des éléments non disponibles, tels que l'année de construction, le nombre d'étages, et même des « déterminants secondaires » comme le type de bardage. En procédant ainsi, l'assureur est en mesure d'obtenir une évaluation générale de la totalité des sinistres d'un portefeuille en contexte d'incertitude. Lorsqu'il accepte un grand nombre de risques, cette façon de faire offre l'avantage de procéder à une moyenne sur l'ensemble du portefeuille. Toutefois, la société qui souhaite choisir soigneusement les meilleurs risques devra collecter de meilleures données au point de souscription.

RISQUE

La première étape de la modélisation d'un risque consiste à réaliser un géocodage précis. À partir d'une adresse complète, on peut calculer avec précision la latitude et la longitude. Cette position se voit attribuer une maille de la grille, et cette maille comporte un identifiant dans la base de données stochastiques, ce qui permet d'extraire des données sur l'intensité et la fréquence du risque à cette position précise.

Non seulement il faut prendre en compte les propriétés d'événements simulés individuels, mais il faut aussi se demander si l'occurrence d'un événement peut avoir une incidence sur l'occurrence d'un autre au cours de la même période de garantie. Lorsque les événements sont considérés comme étant complètement indépendants les uns des autres, la distribution de Poisson peut être appliquée, selon laquelle chaque événement a une fréquence unique et est statistiquement indépendant de chacun des autres événements. Lorsque l'occurrence d'un événement augmente la probabilité d'occurrence d'autres événements au cours de la même saison, le choix d'une distribution binomiale négative est sans doute plus approprié. En ce qui concerne les tremblements de terre, le modèle de dépendance temporelle peut être appliqué lorsqu'il y a assez d'information au sujet des intervalles de récurrence moyens depuis la dernière rupture d'une faille particulière. Par ailleurs, les modèles de transfert de contraintes peuvent



être plus appropriés lorsque l'occurrence d'un tremblement de terre change la probabilité d'occurrence d'autres tremblements de terre dans la région environnante. Le choix du modèle d'occurrence des événements varie d'un fournisseur à l'autre.

Outre les conditions géophysiques environnantes comme la vitesse du vent, la hauteur d'inondation, la secousse du sol, il existe un autre type de risque, à savoir le risque lié à la position du bâtiment. Dans le cas d'un tremblement de terre, ce risque est fonction de paramètres comme le type de sol, le potentiel de liquéfaction et le potentiel de glissement de terrain en cet endroit. Dans le cas d'une tempête de vent, ce risque découle des effets possibles de la rugosité de surface au vent. La hauteur des bâtiments est aussi une variable très importante lorsqu'il s'agit de modéliser l'impact des ondes de tempête.

Les procédures utilisées pour générer tous les impacts des événements, s'assurer qu'ils tiennent compte de toutes les occurrences possibles et calculer la probabilité de chaque simulation sont généralement considérées confidentielles par le

fournisseur du modèle. Toutefois, l'une des caractéristiques que la plupart des modèles ont en commun s'appelle l'incertitude secondaire, c'est-à-dire l'incertitude dans l'estimation des sinistres, et elle peut découler du manque d'information au sujet des biens couverts, de l'imperfection des données relatives à la vulnérabilité ou simplement de la variabilité inhérente au mode de construction d'un bâtiment ou des propriétés du risque en ce lieu. Un tremblement de terre peut provoquer l'effondrement d'un bâtiment alors même qu'un bâtiment adjacent, de style et de constructions identiques et datant de la même époque, peut très bien rester debout. En vérité, cela peut se résumer à une question de résolution et de détail et à notre capacité à saisir les différences de potentiel de liquéfaction sur une distance mesurée en pieds, mais en pratique, cela doit être considéré comme un phénomène aléatoire dans le modèle. C'est pourquoi cela est considéré comme une forme d'incertitude, une « distribution de la distribution » qui sert à majorer les résultats du modèle, à augmenter l'écart-type et à épaissir l'extrémité de la distribution. L'une des différences majeures entre les modèles des fournisseurs a trait à la question de savoir si cette incertitude secondaire peut être corrélée entre les divers événements simulés du modèle. Lorsque l'incertitude est épistémique, c'est-à-dire lorsqu'elle est liée à nos connaissances de base, on peut s'attendre à ce qu'il y ait corrélation sur l'ensemble des événements. Toutefois, certains fournisseurs ne tiennent pas entièrement compte de cette corrélation.

Chaque modèle stochastique est un mélange de méthodes statistiques et déterministes. Au cœur du modèle se trouve presque toujours une certaine forme de paramétrage. Même si nous avons assez de données historiques pour initialiser le modèle 10 000 fois, ces données contiendraient du bruit, et le bruit dans les conditions initiales ferait dévier le modèle de son cap. Les chercheurs contournent ce problème par l'application d'une méthode appelée « initialisation en mode normal ». Les modélisateurs emploient diverses techniques pour étudier le biais dans les résultats des modèles climatiques, par exemple, en comparant les données de sortie et les données réelles, par exemple, les vitesses des vents de tempête enregistrées en Europe au cours des 50 dernières années. Toutefois, en ce qui concerne les cyclones tropicaux, les modèles climatiques n'ont pas atteint une résolution suffisante, et les modèles paramétriques peuvent être appliqués en se fondant sur une abondance de données relatives au comportement passé.

D'ordinaire, les modèles sont au moins partiellement paramétrés et ils ont moins de degrés de liberté que les données naturelles, ce qui peut ou non avoir des implications sur la charge de risque. Par exemple, considérons la distribution logarithmique de R_{max} , qui désigne le rayon des vents maximums mesuré à partir de l'œil d'un ouragan. Il s'agit d'une distribution normale. Chaque fournisseur peut décider à quel centile couper la distribution. Toutefois, cela a moins

d'implications pour l'extrémité qu'il n'y paraît—de fait, plus on approche de l'extrémité normale de la distribution, plus le taux d'événements est faible et moins il influe sur l'ensemble, de sorte qu'il ne grossit pas nécessairement l'extrémité de la distribution des sinistres autant qu'on pourrait le croire. Par conséquent, lorsque les entreprises incluent un chargement dans le modèle en raison de la qualité incertaine des données, elles ne voient aucune raison de compenser le fait que la dispersion de la distribution soit limitée.

Le degré de sophistication des modules de risque varie beaucoup d'un fournisseur à l'autre. Par exemple, les modèles d'ondes de tempêtes peuvent être entièrement des solutions numériques discrètes à pas de temps aux équations Navier-Stokes de haute viscosité (et donc fortement non linéaires), ou ils peuvent être une simple table de conversion qui fait correspondre l'angle d'attaque de l'ouragan, par rapport au littoral continental, à sa pression minimale et aux vitesses maximales des vents en mer. Les actuaires et les chercheurs doivent faire preuve d'une grande prudence au moment d'interpréter les résultats des divers modèles CAT et ils doivent bien comprendre les points forts et les points faibles des modèles.

VULNÉRABILITÉ

Bien que tous les modules d'un modèle CAT soient incertains, le module de la vulnérabilité est peut-être celui qui est à la fois le plus incertain et le plus influent. Au cœur du modèle de la vulnérabilité se trouve la « courbe de vulnérabilité », une courbe classique en S bornée par un écart-type et qui met en correspondance le risque sur l'axe des X et le « ratio de dommages » de la valeur totale de reconstruction sur l'axe des Y.

L'écart-type de la courbe de vulnérabilité constitue l'essentiel de l'incertitude secondaire. Chaque fournisseur attribue une distribution particulière à cet écart-type et procède à l'intégration sur la distribution. L'équipe chargée du module de la vulnérabilité est celle qui doit le plus composer avec l'incertitude et faire appel à son jugement.

Le module de la vulnérabilité nécessite une excellente compréhension de la réaction des différents types de bâtiments à diverses tensions. L'ossature en bois, par exemple, réagit très bien aux tremblements de terre, tandis que le béton armé, fabriqué selon les normes, peut aussi très bien résister aux secousses sismiques, mais ce ne sera pas le cas si son armature n'est pas adéquate ou qu'elle n'a pas été approuvée par un ingénieur. L'acier réagit relativement bien, alors que la maçonnerie, surtout la maçonnerie non armée, donne de piètres résultats.

L'ossature en bois résiste très mal aux ouragans. La maçonnerie résiste mal à l'eau et la raideur des murs peut provoquer des tensions entre eux et la toiture. Le béton, y compris le béton armé, donne d'excellents résultats. L'acier réagit bien, mais ce n'est pas le cas des surfaces en verre et de certaines formes de bardage. Le comportement de la toiture—sa configuration, sa fixation à l'ossature, son matériau de fabrication et la question de savoir si l'ossature supporte les mouvements de la toiture—joue un rôle déterminant dans la résistance du bâtiment à un ouragan.

LE MODULE FINANCIER

Une fois calculé le sinistre de la valeur totale de reconstruction pour un lieu particulier, les conditions de la police relatives à ce lieu, telles que les garanties et les franchises, peuvent être appliquées pour calculer un sinistre brut qui est fonction de ce lieu et qui ne tient compte que des dites conditions. On peut ensuite additionner tous ces sinistres bruts pour chaque lieu couvert et pour chaque événement stochastique. Enfin, les conditions de la police s'appliquent. Les sinistres bruts et les sinistres nets de la réassurance facultative peuvent être réattribués par déconvolution aux divers lieux, et cette tâche peut être grandement facilitée en supposant que la distribution suit une loi de Poisson.

CONCLUSION

Les modèles CAT sont complexes, et il est souvent difficile de pouvoir déterminer les facteurs déterminants d'un grand sinistre modélisé ou d'un changement au renouvellement. Les leviers sont nombreux. Toutefois, les modélisateurs s'efforcent d'être rationnels, sans parti pris, et d'évaluer de façon impartiale la véritable perte financière, que le marché soit à l'avantage des acheteurs ou des vendeurs. C'est pourquoi chaque modèle est de plus en avancé. Au fil des ans, chaque modèle géophysique sera de moins en moins paramétré—certains modèles théoriques d'ondes de tempête sont entièrement dynamiques, à pas de temps, et exécutés sur Linux et ils permettent de créer des bases de données stochastiques. Les modèles CAT deviennent chaque jour meilleurs et, à mesure qu'ils s'améliorent, l'incertitude diminue. ■



Theresa Krebs est gestionnaire des risques de catastrophes pour les branches nord-américaines d'assurances IARD et d'assurance spécialisée d'ACE USA, à Philadelphie (PA). On peut la joindre à theresa.krebs@chubb.com.

Qu'est-ce que la vérification des modèles?

par Stéphanie Beaulne

La gestion du risque de modélisation constitue une préoccupation croissante au sein du secteur de l'assurance, dans la foulée de la crise des prêts hypothécaires à risque qui peut être imputée en partie à une confiance démesurée à un modèle. Aux fins du calcul du risque agrégé, le modèle de copule gaussienne supposait l'indépendance entre les prêts hypothécaires alors que dans les faits, ceux-ci étaient fortement corrélés. En raison de cette indépendance présumée, les taux d'intérêt ont diminué et un grand nombre de prêts hypothécaires à risque ont été approuvés. Par conséquent, les organismes de réglementation du monde entier émettent des directives :

- la Réserve fédérale américaine (FED) a fixé de nouvelles exigences pour le secteur bancaire en 2011;
- Solvabilité II a établi un cadre pour les sociétés d'assurances en Europe;
- Bâle III a instauré des mesures de protection supplémentaires contre le risque de modélisation et les erreurs de mesure;
- le North American CRO Council a publié le document intitulé Model Validation Principles Applied to Risk and Capital Models in the Insurance Industry.

Ils ont tous recommandé ou proposé, à des niveaux divers, un cadre pour le risque de modélisation, notamment l'élaboration d'un processus d'examen indépendant.

ÉVOLUTION DE LA VÉRIFICATION DES MODÈLES

Les crises survenues avant la grande crise des prêts hypothécaires à risque, notamment l'effondrement du fonds de couverture Long-Term Capital Management en 1998 et le krach boursier de 1987, avaient déjà suscité des craintes au sujet du recours à des modèles par les sociétés d'assurances.

À l'origine, la vérification des modèles (dans la mesure où elle existait) n'était pas aussi structurée que maintenant. De façon générale, les modèles les plus importants devaient être documentés selon des lignes directrices portant sur la documentation. En outre, elle était assujettie à une certaine forme d'examen par les pairs.

L'étape suivante consistait à créer un inventaire de modèles. La notion d'indépendance de l'examen a également été instaurée. Les modèles les plus importants étaient soumis à la vérification de comités de supervision, qui avaient pour tâche :

- de garantir l'intégrité continue des modèles;
- de veiller à ce que les modèles respectent les lignes directrices/pratiques/politiques internes et celles des organismes de réglementation;
- de maintenir l'à-propos du processus de changement;
- de faire en sorte que la documentation pertinente existe.

Ces comités étaient composés d'experts affectés à chaque élément du modèle et à la gestion des risques. Les examens étaient exécutés à un niveau élevé, sans ressources pour effectuer une analyse plus approfondie. Par exemple, la vérification de l'existence de documents pertinents consistait à confirmer que chaque élément devant figurer dans la norme de documentation du modèle interne était abordé.

De nos jours, bon nombre de sociétés d'assurances établissent un cadre de risque de modélisation et affectent une équipe à la vérification des modèles. Cette équipe examine de façon indépendante les résultats des modèles à l'aide d'un autre modèle (habituellement une plateforme différente). Le degré de granularité peut varier d'une société à l'autre et entre les modèles. La reproduction fidèle d'un modèle représente un exercice exigeant en ressources et, pour des motifs de puissance des ordinateurs, il peut être difficile de traiter un bloc complet de polices d'assurance.

QU'EST-CE QU'UN MODÈLE?

Les politiques et lignes directrices sur la gestion des risques de modélisation doivent être claires, détaillées et applicables à l'échelle planétaire pour garantir l'uniformité des travaux de vérification. Il n'est pas simple de définir la notion de modèle. Par exemple :

Le Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale américaine définit ainsi la notion de modèle dans sa Directive sur la surveillance relative à la gestion du risque de modélisation, diffusée le 4 avril 2011 : [traduction] « méthode quantitative, système ou approche qui applique des théories, techniques et hypothèses statistiques, économiques, financières ou mathématiques pour traiter des données intégrées et ainsi établir des estimations quantitatives. Un modèle se compose de trois éléments : des renseignements, qui transmettent des hypothèses et des données au modèle; le traitement, qui transforme les renseignements en estimations; et des rapports, qui convertissent les estimations en renseignements opérationnels utiles ».

L'ébauche de note éducative de l'ICA sur l'utilisation de modèles, diffusée en octobre 2015, définit ainsi un modèle : « représentation concrète de relations entre des entités ou des événements à l'aide de notions statistiques, financières, économiques ou mathématiques. Un modèle utilise des méthodes, des hypothèses et des données pour simplifier un système plus complexe. Un modèle comprend des spécifications du modèle, une implémentation du modèle et une ou plusieurs exécutions du modèle. Des calculs assez simples pour être effectués de façon efficace manuellement ne constituent pas un modèle. »

INVENTAIRE DES MODÈLES

Quelle que soit la définition retenue, il est nécessaire de dresser un inventaire renfermant tous les modèles. Lorsqu'il est tenu à jour, l'inventaire devient un outil puissant qui permet d'évaluer le risque associé à chaque modèle et d'en surveiller la progression. On y trouvera des renseignements utiles, entre autres :

- la description générale du modèle (but, responsable, date de la dernière/prochaine vérification, limites);
- une évaluation de l'importance relative (ventes annuelles, réserve en vertu des normes internationales d'information financière (IFRS));
- l'évaluation de l'exposition aux erreurs (d'après des critères préétablis);
- les problèmes non réglés à la suite de la plus récente vérification.

PROCESSUS DE VÉRIFICATION

Le processus de vérification représente un exercice de collaboration entre l'équipe de vérification et le(s) responsable(s) du modèle. La première étape consiste à rencontrer le(s) responsable(s) du modèle afin de discuter des besoins de l'équipe pour l'exécution de sa mission. Un plan de vérification doit être élaboré pour officialiser les différents jalons du projet : les délais serrés, l'ordre des étapes de vérification et l'ampleur de chacune, ou les essais de performance. Le processus peut également servir à régler certaines préoccupations du responsable au sujet du modèle. Le cas échéant, le responsable du modèle peut donner un aperçu du modèle.

L'étape suivante a pour but d'apprendre à connaître le(s) produit(s) lié(s) au modèle. Il est nécessaire d'examiner la documentation de mise en marché et celle du modèle. Il convient d'accorder une attention particulière aux caractéristiques et aux limites des produits.

Puis on passe à la programmation. Un outil indépendant doit être élaboré afin de rapprocher les résultats selon les exigences du plan de vérification. Les modifications apportées au plan doivent être signalées au responsable du modèle. Lorsque des problèmes sont relevés, le responsable doit formuler des commentaires.

La dernière étape consiste à rédiger un rapport qui décrit l'examen exécuté, les constatations, y compris les commentaires du responsable du modèle, et une opinion à savoir si le modèle est valide aux fins documentées. Ce rapport doit être approuvé par un membre indépendant et compétent de la direction (p. ex., un vice-président chargé de la gestion des risques) et distribué à tous les intervenants.

PROCHAINS DÉFIS

Chaque modèle comporte des risques. Les pratiques de vérification des modèles ont évolué au fil des ans. Le rythme du changement s'est récemment accentué. Afin de maintenir la viabilité, l'efficacité et l'intégrité des modèles des sociétés d'assurances, les équipes de vérification des modèles devront :

- mettre en place une culture de risque de modélisation au sein de la société d'assurances, à l'extérieur du service de gestion des risques. Les rôles et responsabilités de chaque intervenant doivent être clairement définis;
- communiquer le processus de vérification aux responsables des modèles pour qu'ils puissent fournir des documents et des renseignements plus précis;
- harmoniser les travaux de vérification et d'autres examens des risques de modélisation, notamment Sarbanes-Oxley (SOX) pour éviter le dédoublement et/ou les lacunes;
- viser un équilibre entre les détails de la mission et les risques connexes afin d'optimiser l'utilisation des ressources;
- établir une procédure convenable pour démontrer à la direction que leurs travaux permettent de réduire les risques de modélisation auxquels s'expose la société, plus particulièrement puisqu'à l'encontre d'autres risques, le risque de modélisation ne peut être surveillé à l'aide de limites quantifiables. L'« ampleur » du risque de modélisation est en grande partie une question de jugement. ■



Stéphanie Beaulne, FSA, FICA, est actuaire, Gestion du risque de modélisation, Finances canadiennes, Manuvie, au Québec. On peut la joindre à Stephanie_beaulne@manulife.com.

La gestion des risques des régimes de retraite et la finance d'entreprise

par Liaw Huang et Minaz Lalani

Note des auteurs : L'extrait suivant est tiré et inspiré du rapport de recherche de la Society of Actuaries intitulé Corporate Pension Risk Management and Corporate Finance: Bridging the Gap between Theory and Practice in Pension Risk Management produit par Liaw Huang et Minaz Lalani et publié en août 2015.

[Traduction]

« Depuis la récession de 2007-2008, la réduction des risques est sur les lèvres de tous les gestionnaires de régimes de retraite d'entreprise. Malgré cette tendance, les auteurs estiment que le rôle de l'actuaire dans le processus décisionnel stratégique lié aux régimes de retraite à prestations déterminées (PD) a été, comme d'habitude, confiné à certains aspects des régimes; en d'autres termes, les avis de l'actuaire au sujet des décisions à prendre concernant les régimes PD d'entreprise se limitent souvent aux exigences légales et comptables et ne tiennent habituellement pas compte des questions touchant la finance d'entreprise. Or, ces dix dernières années, d'importantes décisions concernant les régimes PD d'entreprise, telles que le gel des régimes ou le transfert des risques aux assureurs, ont été prises dans le cadre de la finance d'entreprise. De même, les politiques de provisionnement et de placement des régimes ont été analysées en fonction de critères propres à la finance d'entreprise. C'est pourquoi les actuaires doivent bien comprendre les pratiques de la finance d'entreprise et être en mesure de proposer des solutions stratégiques et globales aux décideurs des sociétés. »

C'est pour cette raison et pour combler cette lacune que les auteurs ont produit le rapport *Corporate Pension Risk Management and Corporate Finance: Bridging the Gap between Theory and Practice in Pension Risk Management* après avoir fait un tour d'horizon de la littérature.

Les auteurs y analysent les éléments d'un cadre « stratégique » de gestion des risques des régimes de retraite du point de vue de la finance d'entreprise. Ce que les auteurs entendent par « stratégique » a trait à la quantité de risques qu'une entreprise devrait prendre et à la partie de la structure financière qui devrait supporter ces risques. Il est essentiel de bien comprendre les choses suivantes pour pouvoir créer un cadre stratégique de gestion des risques des régimes de retraite :

1. Les principales mesures utilisées par l'entreprise dans la gestion de ses affaires, et la façon dont les régimes PD influent sur ces mesures.

2. Les méthodes employées pour quantifier le compromis entre le risque et le capital.
3. Les études empiriques concernant l'incidence des régimes de retraite sur la valeur pour les actionnaires.

Au vu de la littérature existante, il est clair que les entreprises emploient différents processus pour la gestion des risques et la planification stratégique, mais que ces processus font presque tous intervenir des mesures financières et des procédures d'allocation du capital. De plus, toute action susceptible de susciter des réactions négatives sur les marchés est habituellement tuée dans l'œuf.

La mesure la plus visiblement touchée par les régimes de retraite est l'endettement, par exemple, le ratio emprunts/capitaux propres. Pour bien calculer cette mesure, il importe d'utiliser le bilan élargi ou holistique, dans lequel l'actif et le passif du régime sont intégrés aux autres actifs et passifs d'exploitation. Lorsque le passif du régime est comptabilisé en dette à long terme, le ratio emprunts/capitaux propres augmente habituellement. Lorsque les agences de notation se sont rendu compte de l'insuffisance du bilan comptable, elles ont modifié la façon de calculer les diverses mesures des entreprises afin de tenir compte de l'impact des régimes de retraite.

Une autre considération moins reconnue, mais tout aussi importante, a trait à l'impact des régimes de retraite sur le coût moyen pondéré du capital des sociétés. Si les régimes ne sont pas pris en compte, le coût moyen pondéré du capital pourrait être surestimé. Dans leur étude de 2006, Jin, Merton et Bodie ont examiné plusieurs sociétés et conclu que cette surestimation pouvait atteindre 30 %.

La première étape d'une gestion stratégique des risques des régimes de retraite consiste à ajuster les mesures des entreprises en fonction de ces risques. Ensuite, il faut prendre en compte le compromis entre la détention de capitaux propres et l'atténuation des risques des régimes. Plus une société prend de risques, plus elle doit détenir de capitaux. Selon les auteurs :

[Traduction]

« Ce compromis devient explicite lorsqu'il s'agit de sociétés financières ayant des exigences de capitaux à respecter. Ici intervient le concept de la valeur à risque. Par exemple, une société peut vouloir détenir assez de capitaux pour survivre à un événement ayant une probabilité de 0,5 % (1/200) de se produire chaque année et qui touche ses régimes de retraite; c'est-à-dire que cette société peut vouloir détenir assez d'actifs liquides ou obtenir des capitaux supplémentaires pour pouvoir couvrir le déficit des régimes à un niveau de 99,5 %, afin que ce déficit n'entraîne pas sa faillite. »

« De façon générale, les risques des régimes de retraite introduisent de la volatilité dans les états financiers des sociétés. Comment les sociétés s'y prennent-elles pour évaluer cette volatilité et pour décider combien elles doivent dépenser pour atténuer ces risques? »

Cette question est du ressort de ce qu'on appelle généralement la budgétisation des risques. »

Outre la valeur à risque, deux autres méthodes sont possibles. La première est l'analyse de sensibilité classique, selon laquelle

[Traduction]

« [...] cette volatilité se manifeste par son impact sur le résultat net et sur les flux monétaires de la société. L'impact sur le résultat net ou sur les flux monétaires est multiplié par un multiple de marché afin d'estimer son incidence sur le cours du titre de la société. Comme autre solution, on peut calculer la valeur actualisée nette des cotisations. »

« L'autre méthode fait appel au bêta du titre de la société. Les risques des régimes de retraite augmentent le bêta d'une société. En prenant pour cible un bêta fixe, on peut calculer combien il faut de capitaux propres pour couvrir un certain niveau de risques. Merton présente cette méthode dans son analyse du coût moyen pondéré du capital. »

On trouvera dans le rapport une explication détaillée de ces concepts, de même que des exemples numériques.

Enfin,

[Traduction]

« Les preuves empiriques permettent de valider le point de vue de la finance d'entreprise à l'égard des régimes de retraite, et elles sont utiles lorsqu'il s'agit de sélectionner les mesures financières sur lesquelles il faut se focaliser. Par exemple, les gestionnaires de la société peuvent s'intéresser non seulement au sous-provisionnement d'un régime, mais aussi au montant de son passif et à la relation qui existe entre celui-ci et la capitalisation boursière de la société, vu que cette relation tend à avoir une incidence sur les cours du titre et sur les écarts de crédit. »

Les auteurs terminent ainsi :

« Si une société souhaite inclure de façon holistique ses régimes de retraite dans ses plans et dans la gestion de ses risques, elle doit ajuster ses principales mesures financières pour tenir compte des régimes et elle doit prendre en compte les régimes de retraite dans la budgétisation des risques. Cette information permettra ensuite aux décideurs de la société de décider de la bonne stratégie à adopter pour gérer les régimes de retraite. Il est probable que les sociétés ne se focaliseront pas toutes sur les mêmes mesures financières et qu'elles créeront leurs propres processus de gestion des risques et d'allocation du capital, en fonction de leurs besoins respectifs. Il ne sera sans doute pas possible d'imposer un seul processus qui convienne à toutes les sociétés. Quoi qu'il en soit, nous avons identifié, du point de la finance d'entreprise, les éléments de l'analyse des régimes de retraite qui peuvent être intégrés à ces processus. » ■



Liaw Huang, FSA, EA, FCA, MAAA, est associé et chargé de recherche principal auprès du Terry Group, à Chicago (IL). On peut le joindre à liaw.huang@terrygroup.com.



Minaz Lalani, FSA, CERA, FCA, FICA, est fondateur et associé directeur du Lalani Consulting Group, à Calgary, en Alberta (Canada). On peut le joindre à minaz@lalanicg.com.

NOTE

¹ L. Jin, R. Merton et Z. Bodie. « Do a firm's equity returns reflect the risk of its pension plan? », *Journal of Financial Economics*, décembre 2006. Sur Internet : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X05002370>

Publications récentes dans le domaine de la gestion du risque

À titre de rubrique habituelle de *Gestion du risque*, nous présentons à nos lecteurs des publications récentes que nous estimons dignes d'intérêt. Veuillez faire parvenir vos suggestions en la matière à dscbraub@soa.org ou à cheryl.by.liu@fwd.com.

Casualty Accumulation Risk

CRO FORUM

<http://www.thecroforum.org/wp-content/uploads/2015/10/CROF-Casualty-Accumulation-Risk-FINALv11.pdf>

Rapport 2016 sur les risques globaux

FORUM ÉCONOMIQUE MONDIAL

http://www3.weforum.org/docs/GRR/WEF_GRR16.pdf

Forward look, Top regulatory trends for 2016 in insurance

DELOITTE

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-outlooks-top-regulatory-trends-for-2016-in-insurance-reg.PDF>

Actuarial model governance: Empowering people with technology

MILLIMAN

http://us.milliman.com/uploadedFiles/insight/2016/20160205_2168LDP_Actuarial-Model.pdf

Operational risk modelling: common practices and future development

INSTITUTE OF RISK MANAGEMENT

https://www.theirm.org/media/1454276/IRM_Operational-Risks_Booklet_hi-res_web-2-.pdf

Rapport 2016 sur les risques globaux

par le Forum économique mondial

Note de la rédaction : Cet article est extrait de la 11^e édition du Global Risks Report, publié en 2016 par le Forum économique mondial. Il est reproduit ici avec l'autorisation de l'auteur. Tous droits réservés, Forum économique mondial, 2016.

RÉSUMÉ

La 11^e édition du *Global Risks Report* attire l'attention sur l'évolution et les interactions potentielles des risques globaux au cours de la prochaine décennie. L'année 2016 est marquée par une rupture franche avec les conclusions du passé : en effet, les risques d'alertes de la décennie passée commencent à se manifester sous des formes nouvelles, parfois inattendues, qui menacent les populations, les institutions et les économies. En raison du réchauffement climatique, la température devrait cette année franchir le seuil de 1 °C au-dessus du niveau de l'ère préindustrielle; 60 millions d'individus—l'équivalent de la population du 24^e pays le plus peuplé de la planète—soit le plus grand contingent humain de l'histoire, sont victimes de déplacements forcés; tandis que le coût de la cybercriminalité pour l'économie mondiale est estimé à 445 milliards de dollars américains¹, un chiffre supérieur au revenu national de nombreux pays. Dans ce contexte, le rapport appelle à prendre des actions dans le but de créer de la résilience (l'« impératif de résilience ») et identifie des exemples d'actions concrètes pour y parvenir.

Pour la deuxième fois d'affilée, les préoccupations géopolitiques restent prédominantes dans l'esprit des répondants à l'Enquête sur la perception des risques globaux. C'est pourquoi le rapport examine à la loupe le paysage sécuritaire international et explore les ressorts d'une telle évolution, en s'attardant notamment sur l'incidence potentielle de la Quatrième révolution industrielle et du changement climatique dans cette nouvelle donne. Les trois scénarios d'avenir possibles développés dans cette partie du rapport nous éclairent sur de nouvelles façons de construire la résilience face aux menaces sécuritaires, au travers de la coopération public-privé.

DÉFINITIONS DES RISQUES GLOBAUX ET DES TENDANCES MONDIALES

Un risque global est un événement incertain ou une circonstance incertaine qui, si il/elle se réalise, est susceptible d'entraîner des répercussions négatives majeures dans plusieurs pays ou secteurs industriels au cours des 10 années à venir. Une tendance mondiale est un scénario à long terme qui se déroule à l'heure actuelle et pourrait contribuer à amplifier les risques globaux ou modifier les liens entre ces derniers.

Par ailleurs, le rapport fait un retour sur l'impact qu'ont les nouveaux risques globaux et les grandes tendances (cf. encadré 1) – tels que le changement climatique, le risque de cyberdépendance et l'inégalité des revenus et des richesses –, sur des sociétés déjà éprouvées, en passant à la loupe trois groupes de risques (« Risks in Focus »). Puisque la construction d'une résilience est facilitée par la capacité d'analyser les risques globaux du point de vue de certains acteurs, le rapport analyse également l'incidence nationale et régionale des risques globaux sur la communauté des entrepreneurs.

ENQUÊTE SUR LA PERCEPTION DES RISQUES GLOBAUX

Près de 750 experts et décideurs des différentes communautés du Forum économique mondial ont été interrogés dans le cadre de la présente Enquête annuelle sur la perception des risques globaux. Les répondants sont issus du monde de l'entreprise, du corps universitaire, de la société civile et du secteur public et représentent différents domaines de compétences, différentes régions géographiques et différentes classes d'âge.

Dans le cadre de l'enquête, les participants ont été invités à évaluer 29 risques globaux (classés en cinq catégories : société, technologie, économie, environnement et géopolitique) à un horizon temporel de 10 ans, et à noter, selon leur propre perception individuelle, chaque risque en fonction de sa probabilité d'occurrence et de son incidence le cas échéant.

Après trois années consécutives dans le top 5 des risques à plus forte incidence, l'échec de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets s'est hissé en tête du classement étant perçu en 2016 comme le risque ayant la plus forte incidence pour les années à venir, devant les armes de destruction massive (2^e) et les crises de l'eau (3^e). Le risque de migrations forcées de grande ampleur s'établit également dans le top 5, de même que le choc sévère des prix de l'énergie (hausse ou baisse).

Le risque jugé comme ayant la plus haute probabilité de se réaliser est celui des **migrations forcées de grande ampleur**, tandis que le risque de **conflits interétatiques aux conséquences régionales** – le plus haut score de l'année dernière – s'efface devant les risques environnementaux des **événements météorologiques extrêmes** et de **l'échec de l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets**, suivis par celui des **catastrophes naturelles majeures**.

Certains risques économiques conservent leur degré de sévérité dû à leur niveau de forte probabilité et impact. Il s'agit notamment des **crises fiscales au sein des économies clés** et des **forts taux de chômage et de sous-emploi structurels**. Ces derniers sont renforcés par les risques de **cyberattaques** et d'**instabilité sociale profonde**. Cette évaluation traduit les répercussions de la Quatrième révolution industrielle sur l'économie et la société, et met en exergue la nécessité de sauvegarder les acquis de demain.

Les sondés ont en outre été interrogés sur les liens entre les risques et l'émergence possible d'effet en cascade. Trois connections de risques ressortent de manière très claire : le risque d'une exacerbation des **crises de l'eau comme résultat du changement climatique**, avec des répercussions telles que des conflits et un regain des migrations forcées, appelant à la nécessité d'une meilleure gestion de l'eau qui tienne compte des contraintes du changement climatique, des besoins d'une population grandissante et du développement économique; la nécessité de **combattre la crise mondiale des réfugiés** en mettant l'accent sur les politiques à même de construire de la résilience tout en apportant des réponses à la crise immédiate; et, enfin, les risques d'un échec de la compréhension des différents aspects de la Quatrième révolution industrielle, notamment des incidences d'une telle transition sur les pays, les économies et les populations dans un contexte de croissance faible à long terme.

« RISKS IN FOCUS » : LES RISQUES SOUS LA LOUPE

La construction de la résilience passe impérativement par la stabilité des sociétés. Le premier groupe de risques passé sous la loupe est donc celui de la dynamique complexe des sociétés à l'ère de la numérisation; la réflexion s'attarde sur le phénomène de **(non-) émancipation du citoyen** comme résultat de l'interaction de diverses dynamiques : si la technologie permet aux citoyens de trouver l'information recherchée, de se connecter aux autres et de s'organiser, ces mêmes citoyens se sentent néanmoins dépossédés de leurs droits par des élites lointaines. Ce chapitre insiste sur l'évolution vers l'instabilité sociale au cas où les gouvernements d'une part et le monde de l'entreprise d'autre part, face aux incertitudes quant à la manière de gérer une citoyenneté plus informée, plus connectée et plus exigeante, opteraient soit pour des actions répressives,

soit pour l'inaction. Une des conséquences possible serait une spirale descendante de la confiance jusqu'au point de rupture et, en réaction, un regain de durcissement de part et d'autre. Ce chapitre explore par ailleurs les bénéfices que les gouvernements et les entreprises ont à tirer d'une recherche proactive de formes d'engagement et de dialogue avec les citoyens inquiets.

Le second risque passé sous la loupe est celui de la **sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique**. Dans le prolongement de la question de l'interaction entre le climat et l'eau débattue dans la section 1, ce nouveau chapitre examine dans quelle mesure le changement climatique et les schémas météorologiques sont susceptibles de menacer la sécurité alimentaire et la production agricole dans différentes régions du monde. Les pays les plus vulnérables face au changement climatique dépendent souvent dans une large mesure de la productivité agricole et de la capacité de cette dernière à soutenir la croissance économique et le développement. Mais ces dernières années ont également montré la vulnérabilité climatique des pays du G20 tels que l'Inde, la Russie et les États-Unis – le grenier de la planète –, ainsi que d'autres gros producteurs industriels de denrées agricoles. Ce chapitre éclaire sur la manière dont les cultures et les réseaux de chaîne d'approvisionnement résilients au changement climatique ainsi que certains modèles de financement et d'assurance peuvent contribuer à atténuer les aspects sociaux, économiques et environnementaux des risques de sécurité alimentaire liés au changement climatique.

Tirant les leçons de la crise Ébola, le troisième chapitre « Risk in Focus » s'attarde sur le risque de **propagation de maladies infectieuses**. Il met en garde contre la croissance démographique, l'urbanisation galopante, l'accroissement des flux transnationaux de marchandises, d'individus et d'animaux. Ces derniers peuvent être facteurs de l'amplification du risque de transmission de maladies infectieuses dans des aires géographiques entières et de régression de la capacité à y apporter des réponses adaptées – cela à une époque où les microorganismes résistent fortement aux traitements actuels les plus efficaces. Le plan de préparation et les mesures rectificatives débattus embrassent un large spectre allant de campagnes de communication et d'éducation basées sur les faits jusqu'aux investissements nécessaires en recherche et développement dans le domaine du diagnostic, des médicaments et des vaccins ainsi que dans les capacités de mise en œuvre de la R&D, notamment au travers de la mise en place d'un cadre réglementaire. Il met en lumière les impératifs d'une coopération public-privé dans des domaines comme la disponibilité et l'analyse des données, l'élaboration d'un programme de recherche conjoint, la définition de cadres réglementaires, le financement à

long terme et les moyens de promotion d'un engagement responsable des médias dans le cadre d'une communication efficace autour de la gestion d'une crise.

Chaque risque étudié sous la loupe est illustré grâce à trois exemples de mécanismes pratiques aptes à créer de la résilience face aux menaces identifiées.

LES RISQUES POUR LA CONDUITE DES AFFAIRES

Les répondants de l'Enquête sur l'opinion des dirigeants du Forum économique mondial issus du secteur privé ont été priés d'identifier leurs principales inquiétudes quant aux risques pour la bonne conduite des affaires au cours des dix prochaines années. Les réponses, recueillies dans 140 pays, révèlent les différentes préoccupations de chefs d'entreprise de chaque pays; ils fournissent des sources d'inspiration précieuses pour élaborer des initiatives visant à impliquer le secteur privé dans le processus de construction de la résilience aux risques globaux.

À l'échelle mondiale, deux risques économiques – **le chômage et le sous-emploi** d'une part, le **choc des prix de l'énergie** d'autre part – sont cités comme étant les premières sources de préoccupations en termes de risque pour la conduite des affaires dans la moitié des 140 pays sondés. Ils sont suivis par les risques liés à l'échec de la gouvernance nationale, aux crises fiscales, aux bulles spéculatives et aux cyberattaques.

Les risques économiques sont cités de manière prépondérante par les répondants des pays d'**Europe**, notamment les crises fiscales, le chômage, les bulles spéculatives et les prix de l'énergie – ce dernier étant mentionné comme l'inquiétude

numéro un au **Canada** – tandis que les dirigeants des **États-Unis** sont principalement préoccupés par les risques liés à la cybersécurité, dont les cyberattaques. Les participants de Russie et d'Asie centrale sont inquiets au sujet des crises fiscales et du chômage, de même que des risques d'inflation incontrôlable et des conflits interétatiques. Les risques environnementaux, les prix de l'énergie et les bulles spéculatives sont les principales préoccupations des dirigeants des régions de l'Asie de l'Est et du Pacifique.

En **Asie du Sud**, les personnes interrogées citent également les prix de l'énergie et les crises fiscales, le chômage et l'échec de la gouvernance nationale – ce dernier risque étant mentionné en premier par les pays d'**Amérique latine et des Caraïbes** – suivis par le choc des prix de l'énergie et le chômage. Les dirigeants du **Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord** citent de même les prix de l'énergie ainsi que le chômage, les attaques terroristes et les conflits interétatiques. En **Afrique subsaharienne**, les principales sources d'inquiétude parmi la communauté des entrepreneurs sont le chômage, les prix de l'énergie, l'échec de la gouvernance nationale et la défaillance des infrastructures critiques. ■

NOTE

- ¹ On peut télécharger l'intégralité du rapport à l'adresse http://www3.weforum.org/docs/GRR/WEF_GRR16.pdf et la version française du Résumé à http://www3.weforum.org/docs/Media/GRR16_ExecutiveSummary_FR.pdf.

Save the Date

ermsymposium.org



April 6-8, 2016
Crystal Gateway Marriott
Washington, DC

ENTERPRISE RISK
MANAGEMENT SYMPOSIUM

2016 SOA

Life & Annuity Symposium

May 16–17, 2016
Nashville, TN



The world's most comprehensive event for actuaries in the life industry.

Visit SOA.org/LAS to register.



2016 SOA Health Meeting

June 15-17, 2016
Philadelphia, PA

Be a part of the leading
event focused on relevant
topics for health actuaries.

Register by May 13
and save \$200.

SOA.org/HealthMeeting



SOCIETY OF ACTUARIES

475 N. Martingale Road, Suite 600
Schaumburg, Illinois 60173
p: 847.706.3500 f: 847.706.3599
w: www.soa.org

NONPROFIT
ORGANIZATION
U.S. POSTAGE
PAID
SAINT JOSEPH, MI
PERMIT NO. 263

