

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 37 • DÉCEMBRE 2016



Innovation
Branding
Solution
Marketing
Analysis
Ideas
Success
Management

La gestion des risques et le choix du moment optimal

par Kailan Shang
page 5

- 3 Le coin du président**
par Thomas Weist
- 4 Lettre de la rédaction**
par Robert He et Baoyan Liu (Cheryl)
- 5 La gestion des risques et le choix du moment optimal**
par Kailan Shang
- 18 Le rapport risque/rendement, une chimère?**
par Sylvestre Frezal
- 21 Le point sur l'activité de recherche en 2016 de la Section conjointe de la gestion des risques**
- 22 Mise en œuvre du dispositif ORSA**
par Ger Bradley, Zohair Motiwalla, Padraic O'Malley et Eamonn Phelan
- 23 Estimation de la probabilité d'une atteinte à la cybersécurité**
par Meghan Anthony, Maria Ishmael, Erik Santa, Arkady Shemyakin, Gary Stanull et Natalie Vandeweghe
- 27 Le cyberrisque ouvre de nouvelles possibilités**
par Michael Solomon
- 32 Publications récentes dans le domaine de la gestion du risque**

Publié par



Canadian
Institute of
Actuaries



Institut
canadien
des actuaires



SOCIETY OF
ACTUARIES

Gestion du risque

Revue 37 • Décembre 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

Dirigeants

Thomas Weist, FCAS, CERA, MAAA
Président

Frank Reynolds, FSA, FICA, MAAA
Vice-président

Hugo Leclerc, ASA, AICA, CERA
Secrétaire

C. Ian Genno, FSA, FICA, CERA
Trésorier

Membres du conseil

Mario DiCaro, FCAS, MAAA

Robert He, FSA, CERA

Rahim Hirji, FSA, FICA, MAAA

Yangyan Hu, FSA, EA

Baoyan Liu (Cheryl), FSA, MAAA

Leonard Mangini, FSA, MAAA

Mark Mennemeyer, FSA, MAAA

Fei Xie, FSA, FICA

Rédacteurs

Robert He

courriel : robert.he@guggenheiminsurance.com

Baoyan Liu (Cheryl)

courriel : cheryl.by.liu@fwd.com

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

Julissa Sweeney

Infographie

Le coin du président

par Thomas Weist

Depuis la fin octobre, j'ai le privilège d'assumer la présidence de la Section conjointe de la gestion du risque (SCGR). Compte tenu de la compétence des personnes qui m'ont précédé dans cette fonction, j'ai d'énormes souliers à chausser. Heureusement, les membres élus sont des bénévoles formidables qui sont enthousiastes à l'égard des projets en cours. De plus, quatre nouveaux membres ont été élus au conseil. Ils sont impatients d'entrer en fonction et de poursuivre l'excellent travail réalisé par la SCGR. Avec cette équipe motivée, je suis certain que nous serons en mesure de continuer à bien servir nos membres.

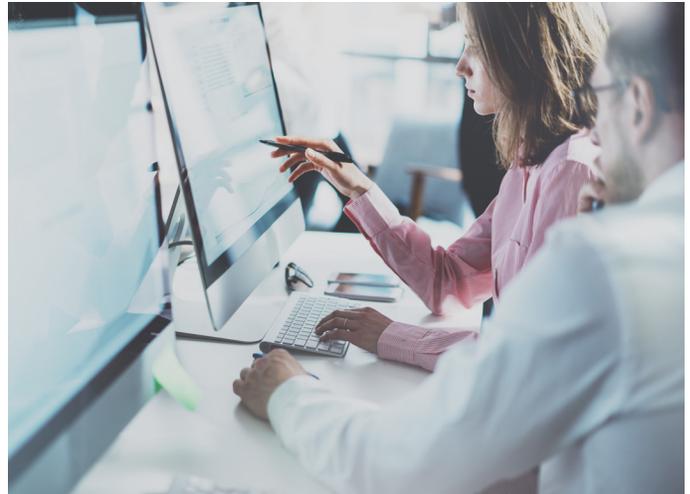
Permettez-moi d'amorcer mon mandat en remerciant Mark Yu d'avoir facilité la transition. Deuxièmement, mille mercis à David Schraub et Leslie Smith, membres du personnel de la SOA, pour tous les conseils et tout le soutien qu'ils m'ont offerts en tant que membre de la section, puis à titre de nouveau président. Enfin, chers lecteurs, nous avons compilé les résultats du récent sondage et veillerons à ce que les projets que nous mettrons en œuvre pendant l'année à venir répondent à vos intérêts et priorités.

Je m'intéresse à la gestion du risque depuis mon entrée dans la profession. J'ai amorcé ma carrière à la société American Re à Princeton, au New Jersey. Alors que j'étais un jeune étudiant, mon chef de service m'a invité à rédiger un document en collaboration avec un collègue. Il s'agissait d'un appel de proposition d'articles en vue d'un colloque sur l'analyse dynamique des finances. Combien parmi vous se souviennent du temps où l'on appelait encore les modèles de cette façon? Quoi qu'il en soit, j'étais conquis. J'ai consacré à la gestion du risque d'entreprise (GRE) plus de la moitié de mon temps à titre d'actuaire. Le travail qui consiste à tenter de comprendre et de quantifier l'univers des risques susceptibles d'affecter une entreprise du domaine des assurances est très satisfaisant et exigeant. J'ai hâte de mettre ma passion au service des membres.

Au moment de la publication de cet article, nous aurons tenu notre réunion de conseil annuelle en personne. Cette rencontre nous donne l'occasion de revoir nos objectifs pour l'année et de planifier les tâches de manière à servir le mieux possible les membres et amis de la section. Pour 2016, l'une de ces tâches consistait à promouvoir la SCGR au moyen d'événements de réseautage. À cette fin, j'ai organisé une réception à l'occasion de l'assemblée de juin du Southwest Actuarial Forum (SWAF) tenue à Dallas. Nous espérons répéter une expérience semblable lors de la prochaine assemblée, qui se tiendra à San Antonio en décembre. D'autres activités de réseautage ont aussi été organisées ou planifiées en Nouvelle-Angleterre et à Toronto. En 2017, nous planifions d'étendre cette démarche.

AUTRES RÉALISATIONS ACCOMPLIES JUSQU'ICI EN 2016

Séances d'assemblée – les membres de la section travaillent en collaboration avec les comités organisateurs des assemblées en agissant à titre de modérateur ou de présentateur dans le cadre des séances sur la gestion des risques ou en trouvant des



présentateurs. La SCGR a notamment participé au symposium sur la GRE, au symposium sur l'assurance-vie et les rentes, au symposium pour l'actuaire désigné/chargé de l'évaluation, à l'assemblée annuelle et exposition 2016 de la SOA et aux assemblées printanière et annuelle de la CAS.

Webémissions – cette année, nous avons organisé les séances *An Actuary's Toolbox* (le coffre à outils des actuaires) et *Professionalism* (professionnalisme). La prochaine portera sur les générateurs de scénarios économiques.

Bulletin de la SCGR – nous publions chaque année trois numéros du bulletin *Gestion du risque*. Vous avez tous reçu les numéros d'avril et d'août, et le présent numéro est le dernier de l'année 2016.

Recherches de la SCGR – nous avons procédé à l'appel de propositions aux fins du symposium sur la GRE et à un autre appel de propositions concernant les cyberrisques. Les projets en cours portent sur ce qui suit : le chef de la gestion des risques à l'échelle nationale, l'intérêt manifesté par les parties prenantes en matière de GRE, le sondage 2016 sur les risques émergents, l'application de la GRE à l'égard des besoins nationaux en matière de soins de longue durée et l'incertitude des paramètres. Vous trouverez des précisions concernant ces projets dans la mise à jour sur la recherche présentée ultérieurement dans le bulletin. Nous avons également assuré un soutien à l'ICA dans l'élaboration de son sondage sur le dispositif ORSA.

Tous ces importants projets ne pourraient être réalisés sans la participation des membres et du conseil. Si vous souhaitez prendre part à nos activités, n'hésitez pas à nous faire signe. Vous pourriez, par exemple, rédiger un article pour le bulletin d'information, donner un exposé lors d'un colloque ou participer à un projet de recherche. Nous sommes toujours ravis d'accueillir de nouveaux bénévoles pour nous aider à réaliser notre mission qui consiste à faire progresser l'éducation et la recherche dans le domaine de la gestion du risque. ■



Thomas Weist, FCAS, CERA, MAAA, est actuaire en chef à la société Tokio Marine HCC. On peut communiquer avec lui à tweist@tmhcc.com.

Lettre de la rédaction

par Robert He et Baoyan Liu (Cheryl)

Dans son essai intitulé *La gestion des risques et le choix du moment optimal*, Kailan Shang aborde des méthodes permettant de déterminer le moment auquel il convient de mettre en œuvre une stratégie de gestion des risques ou d'investir dans des projets de gestion des risques. Comme c'est le cas pour les placements, il importe de choisir le moment opportun pour mettre en œuvre les décisions concernant la gestion des risques afin de maximiser le gain associé aux projets en cette matière. Ce sujet très vaste est aussi très important. Les éditeurs sont reconnaissants envers l'auteur de l'aborder pour la communauté actuarielle.

Sylvestre Frezal offre une nouvelle réflexion sur plusieurs pratiques courantes dans l'industrie et suggère de nouvelles façons de relever les défis dans son essai *Le rapport risque/rendement, une chimère?*

Nous avons une brève mise à jour concernant l'évaluation interne du risque et de la solvabilité (dispositif ORSA). Nous avons également deux articles portant sur les cyberrisques.

L'article intitulé *Estimation de la probabilité d'une atteinte à la cybersécurité* se fonde sur les recherches du professeur Shemyakin et son équipe de l'Université de St. Thomas. On y examine la façon d'estimer les probabilités d'une atteinte à la cybersécurité pour une application de base de données précise.

Le cyberrisque ouvre de nouvelles possibilités est un essai primé. Son auteur, Michael Solomon, y décrit les principaux risques liés à la cybersécurité et la contribution que sont en mesure d'apporter les actuaires à cet égard. M. Solomon conclut en affirmant que le besoin croissant de protection en cette matière offre un débouché aux actuaires.

Comme à l'habitude, nous adressons des remerciements particuliers à David Schraub, Cheryl Liu et Kathryn Baker pour leur collaboration à la réalisation de ce bulletin d'information de décembre. ■



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



Baoyan Liu (Cheryl), FSA, MAAA, est gestionnaire principale, gestion du risque financier au cabinet FWD Life Insurance Company (Bermuda) Limited à Hong Kong. On peut la joindre à cheryl.by.liu@fwd.com.

La gestion des risques et le choix du moment optimal

par Kailan Shang

Note de la rédaction : Cet article est d'abord paru en 2016 dans une monographie portant sur la GRE. Nous en publions ici des extraits. On peut lire l'intégralité de l'article sur SOA.org.

Nous explorons ici les méthodes permettant de déterminer le moment optimal pour entreprendre des projets de gestion des risques, qu'il s'agisse de couvrir le risque financier ou le risque d'assurance ou d'investir dans de nouvelles fonctions de gestion des risques.

1. BIAIS AFFECTANT LES DÉCISIONS DU CHOIX DU MOMENT

Avant d'aborder les méthodes de prise de décision formelle, il est nécessaire de bien comprendre les principaux biais cognitifs qui affectent les décisions du choix du moment. Le fait de connaître ces biais nous aidera à reconnaître les nôtres et à améliorer en conséquence notre compréhension, nos opinions et nos décisions futures.

- 1. Le comportement moutonnier.** On dit que les gens sont moutonniers lorsqu'ils adoptent le comportement de la majorité. Il est dangereux de prendre une décision suivant ce comportement, car l'opinion générale n'est pas forcément valable dans un cas particulier. En l'absence d'analyse et d'informations suffisantes, la décision pourrait être prise trop rapidement et de manière imprudente, aboutissant ainsi à une décision inconsidérée quant au choix du meilleur moment.
- 2. L'analyse paralysante.** L'excès d'analyse peut inutilement retarder la prise de décision. Le choix du moment peut être considéré comme étant trop compliqué ou nécessiter au préalable une trop grande quantité d'informations.
- 3. Les raccourcis simplificateurs.** Russo et Schoemaker (1990) considèrent les raccourcis simplificateurs comme étant un piège du processus décisionnel. Il se peut que les décideurs s'appuient dans une large mesure sur des faits pratiques, sur des données faciles à obtenir ou sur des règles empiriques. À l'exemple du comportement moutonnier, les raccourcis simplificateurs peuvent entraîner des décisions imprudentes et aboutir à une décision inconsidérée du choix du meilleur moment.
- 4. Les réactions impulsives.** Il faut se garder de prendre des décisions trop rapidement sans avoir systématiquement considéré toutes les autres solutions. Comme Russo et Schoemaker (1990) l'ont fait remarquer, le décideur garde en tête toute l'information avant de prendre une décision. Ce faisant, il omettra probablement d'analyser dans le détail le choix du moment optimal.

Afin de réduire les effets négatifs des biais cognitifs sur les décisions du choix du moment, il importe d'adopter une méthode décisionnelle cohérente. Par une analyse complète des coûts, des avantages et de la valeur que peuvent avoir les nouvelles informations, les décideurs obtiennent une vue globale au lieu de se prononcer sur la base d'une expérience et d'informations limitées.

2. LA VALEUR ACTUALISÉE NETTE PAR OPPOSITION À L'ANALYSE DES OPTIONS RÉELLES

Deux méthodes sont normalement employées pour évaluer des projets d'investissement et décider du moment d'investir : la valeur actualisée nette (VAN) et l'analyse des options réelles. Ces méthodes peuvent aussi servir à prendre des décisions relatives au moment optimal.

Selon la méthode VAN, la valeur d'un projet est égale à la valeur actualisée des flux monétaires nets (FMN), diminuée du coût de l'investissement initial.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FMN_t}{(1+k)^t} - C_0$$

où :

FMN_t : Flux monétaire net à l'instant t ; il est égal à la différence entre les avantages et les coûts.

k : Taux de rendement du capital investi; il s'agit du rendement attendu du projet d'investissement.

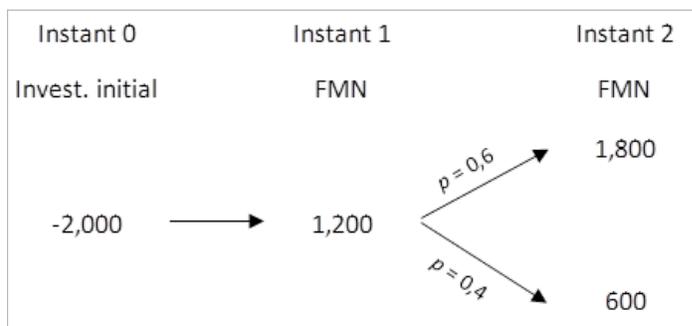
n : Horizon temporel

C_0 : Investissement initial à l'instant 0

La VAN donne la valeur attendue de l'investissement. La section 2.1 illustre l'utilisation de la méthode VAN pour décider du moment d'investir.

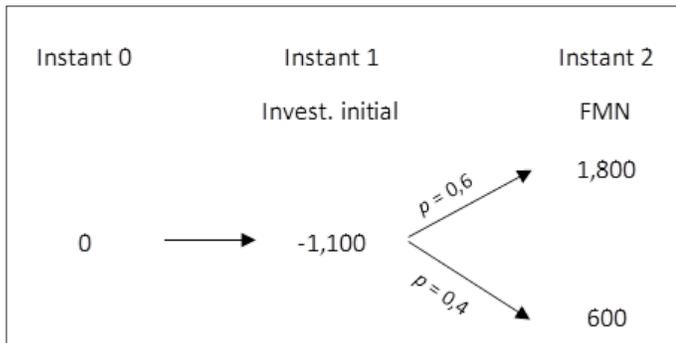
2.1. Exemple : Décision du moment d'investir au moyen de la VAN

Option 1. Entreprendre le projet immédiatement, horizon temporel de deux ans



L'investissement initial est de 2 000 \$. Pour la première période, le FMN est de 1 200 \$. Pour la seconde, le FMN est de 1 800 \$ selon une probabilité de 60 %, et de 600 \$ selon une probabilité de 40 %.

Option 2. Entreprendre le projet dans un an, horizon temporel d'un an.



Si la société attend un an, l'investissement à l'instant 1 est de 1 100 \$. Le FMN correspondant à la seconde période est encore incertain, comme à l'option 1.

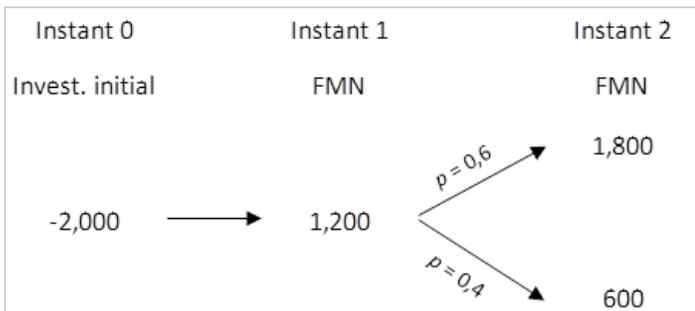
Au taux d'actualisation de 10 %, la VAN à l'instant 0 est de 165 \$ pour la première option et de 83 \$ dans le cas de la seconde. Si nous choisissons la plus grande des deux, le projet d'investissement devrait débuter immédiatement.

Toutefois, la méthode VAN ne tient pas compte de l'incidence du risque. De plus, elle suppose l'absence de nouvelles informations susceptibles d'influer sur la décision et sur la VAN d'un investissement futur.

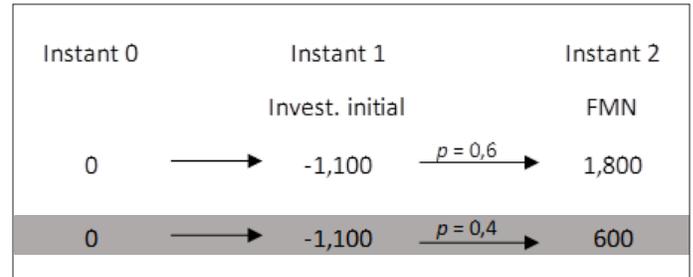
En revanche, l'analyse des options réelles intègre la valeur des nouvelles informations au processus décisionnel. Si nous poursuivons l'exemple et supposons que le FMN à l'instant 2 sera connu exactement à l'instant 1, la société pourrait prendre une meilleure décision à la lumière de la nouvelle information. Si elle sait, à l'instant 1, que le FMN de la seconde période sera de 1 800 \$, l'investissement sera fait. Si elle sait que le FMN sera de 600 \$, elle n'investira pas.

2.2. Exemple : Décision du moment d'investir au moyen de l'analyse des options réelles

Option 1. Entreprendre le projet immédiatement, horizon temporel de deux ans



Option 2. Entreprendre le projet dans un an, horizon temporel d'un an.



Pour les deux options, le FMN à l'instant 2 est incertain à l'instant 0, mais il est certain à l'instant 1. Si la décision d'investir est reportée à l'instant 1, l'investissement n'aura lieu que si le FMN à l'instant 2 est de 1 800 \$.

Au taux d'actualisation de 10 %, la VAN à l'instant 0 est de 165 \$ pour la première option. À la différence de la méthode VAN, la VAN de la seconde option est égale à $(\frac{1\,800}{1,1^2} - \frac{1\,100}{1,1}) \times 0,6 = 266$ \$.

Si nous choisissons la plus grande des deux, la décision d'investir sera reportée à l'instant 1.

Par conséquent, lorsque l'information future n'a pas d'incidence sur la décision à prendre, la méthode VAN peut être utilisée. Autrement, il vaut mieux procéder à l'analyse des options réelles.

3. CHOIX DU MOMENT POUR ENTREPRENDRE DES PROJETS DE GESTION DES RISQUES

Étant donné que l'analyse des options réelles tient compte de la valeur des nouvelles informations, elle est préférable à la méthode VAN pour déterminer le meilleur moment d'entreprendre un projet de gestion des risques. Cependant, des ajustements doivent être apportés pour tenir compte des différences entre les projets de gestion des risques et les projets d'investissement.

- Le but premier des projets de gestion des risques est de réduire les risques, et non pas de maximiser les profits d'investissement. Dans le calcul traditionnel de la VAN, le FMN représente la valeur attendue et ne peut tenir compte de l'avantage d'une réduction des pertes grâce à un projet de gestion des risques. Les mesures basées sur des valeurs attendues ne sont pas adéquates pour évaluer des projets de gestion des risques. Il faut plutôt utiliser le FMN à un niveau de confiance plus extrême. Et le niveau choisi devrait être compatible avec la déclaration d'appétence au risque de la société.
- Les coûts et les avantages des projets de gestion des risques sont difficiles à quantifier et peuvent différer de ceux des projets d'investissement. En voici quelques types.

Coûts :

- **Investissement du projet.** Ce coût est semblable à celui des projets d'investissement usuels.
- **Coût de couverture.** Peut comprendre le coût d'achat des instruments de couverture, tels que des options sur indice boursier.

- **Coût de transaction.** Certains projets de gestion des risques nécessitent la réalisation d'opérations de négociation dynamique, telles qu'un programme de couverture dynamique. Le coût de transaction, mesuré par l'écart acheteur-vendeur, pourrait représenter une fraction importante du coût total.

- **Risque de contrepartie.** Les projets de gestion des risques peuvent prévoir le transfert d'un risque à une contrepartie. Parallèlement, l'exposition au risque de contrepartie augmente.

- **Perte de profits en cas d'appréciation.** Les projets de gestion des risques peuvent réduire les risques, mais parallèlement ils limitent le potentiel d'appréciation. Or, la perte de profits doit être prise en considération dans l'évaluation des projets.

Avantages :

- **Réduction des pertes.** À un niveau de confiance donné ou dans un cas extrême, les projets de gestion des risques, tels qu'un programme de couverture du risque de taux d'intérêt, peuvent réduire l'importance des pertes.

- **Possible avantage d'une réduction du coût d'emprunt du fait d'un relèvement de la note de crédit.** Les projets de gestion des risques peuvent donner lieu à un relèvement de la note relative à la gestion du risque d'entreprise (GRE), qui constitue une des principales composantes de l'évaluation du risque de crédit effectuée par les agences de notation. Cet avantage peut être quantifié par le produit de trois facteurs : la probabilité de relèvement de la note de crédit, la contribution du projet et la grandeur de la réduction du coût d'emprunt.

- **Possible avantage d'une réduction du coût du capital.** Si les projets de gestion des risques réussissent à améliorer la position de capital et de liquidités d'une société, le coût de la mobilisation de capitaux supplémentaires s'en trouvera réduit. L'avantage réside dans la réduction attendue du coût du financement.

- **Possible avantage de meilleures décisions.** Par exemple, un investissement dans la création d'une plateforme plus avancée d'évaluation des risques, telle qu'un cadre de capital économique, pourrait aider la haute direction à prendre des décisions éclairées. L'avantage de l'investissement se mesure par le produit de la probabilité réduite de prendre une mauvaise décision et du coût d'une mauvaise décision.

La plupart des coûts et avantages précités nécessitent un travail complexe de prévision basé sur des données historiques ou des avis d'experts.

- Certes, la valeur de l'information future doit être cernée, mais elle n'est pas facile à quantifier. Pour déterminer le moment optimal, l'essentiel est d'évaluer comment l'information future peut améliorer les décisions. Par exemple, pour couvrir le risque relié aux actions en prévision d'une crise financière à venir, on peut acheter, soit aujourd'hui ou plus tard, des options sur indice boursier. Si l'on suppose que l'économie est dans sa phase d'expansion, la véritable valeur de l'information future est de savoir à quel moment l'économie entrera en récession.

Si des données économiques indiquent une prolongation de la phase d'expansion, il vaut peut-être mieux renvoyer à plus tard le projet de couverture du risque relié aux actions.

- Certains projets de gestion des risques se répartissent dans le temps. Par exemple, un programme de couverture peut être mis en place graduellement, en plusieurs étapes, jusqu'à son achèvement complet. À chaque étape, les décisions à prendre en matière de gestion des risques comprennent non seulement le choix du bon moment pour investir, mais aussi le montant de l'investissement. Le processus décisionnel est encore plus compliqué et peut nécessiter l'utilisation d'une méthode de programmation dynamique.

Une fois ces ajustements apportés, différents moments peuvent être comparés au moyen de la VAN après avoir examiné la valeur de l'information future. Aux sections 4 à 6, nous traitons de ces ajustements de manière plus spécifique dans le cadre de divers problèmes de décision.

4. CHOIX DU MOMENT POUR COUVRIR LES RISQUES FINANCIERS

Pour les sociétés qui ont une grande quantité de capitaux disponibles, il est peut-être bon d'adopter une politique de couverture des risques financiers qui va à contre-courant. Si l'économie est en phase d'expansion depuis longtemps et que le marché a commencé à s'inquiéter de l'existence de bulles financières, il est temps d'atténuer les risques courus avant que le coût de la couverture n'augmente. Si l'économie stagne sur une période continue et que les plans de relance économique ont commencé à porter leurs fruits, ce n'est peut-être pas le bon moment de réduire l'exposition aux risques en raison du coût élevé. Par contre, la prise de risque est plus profitable, car la plupart des participants du marché sont à la recherche de contreparties pour le transfert de risque.

Pour ce qui est des sociétés en difficulté, mais qui ont encore d'assez bonnes chances de se rétablir, il vaut peut-être mieux qu'elles cherchent à couvrir seulement la volatilité à court terme des bénéfices, afin de ne pas semer la panique chez les investisseurs. En période difficile, il est mal avisé de vouloir conclure des accords à long terme prévoyant le transfert de risque. Cela dit, ces sociétés n'ont peut-être pas le choix du fait qu'elles subissent des pressions des organismes de réglementation, des agences de notation, des clients et du grand public.

L'un des points importants dans la détermination du moment opportun de couvrir les risques financiers réside dans l'évolution future de la conjoncture économique. Lorsque la situation économique est incertaine, le fait de renvoyer à plus tard la décision de couvrir les risques financiers laisse le temps aux décideurs d'avoir une meilleure vue de l'évolution économique avant de prendre une décision éclairée. Dans l'exemple qui suit, la société souhaite couvrir son exposition au risque relié aux actions, mais elle étudie aussi différents moments d'investir.

4.1. Exemple : Couverture du risque relié aux actions

La société d'assurances ABC vend des rentes variables qui garantissent que la valeur du compte ne sera jamais inférieure à 100 % de la prime versée. La société est fortement exposée au risque de baisse des actions. Son exposition actuelle est inférieure à son seuil de tolérance au risque. Toutefois, la société a un projet d'expansion qui nécessite la mobilisation de nouveaux capitaux. Si elle couvrait le risque relié aux actions, cela lui permettrait de libérer des capitaux pour soutenir son projet d'expansion.

Depuis six ans, l'économie se remet de la crise financière de 2008. Il est difficile de prévoir si elle poursuivra son expansion ou si elle entrera lentement dans une autre récession. Pour pouvoir évaluer les différents moments d'investir dans une couverture, la société doit prévoir la variation de la volatilité boursière, car celle-ci a une forte incidence sur le coût de couverture. La société compte acheter des options de vente sur indice boursier de façon à couvrir la garantie minimale, mais sans pour autant abandonner la possibilité de réaliser des profits en cas d'appréciation des cours. Plus grande est la volatilité boursière, plus élevé est le prix des options de vente. La figure 1 indique la valeur quotidienne de l'indice boursier Standard & Poor's 500 ainsi que son indice de volatilité, pour la période du 2 janvier 1990 au 11 novembre 2015. Les pics du VIX¹ s'accompagnent normalement de grandes variations à la baisse des cours boursiers. Le coefficient de corrélation entre la variation quotidienne de la valeur de l'indice et la variation quotidienne du VIX est de -71 % sur la période considérée.

Pour ce qui est de la décision du choix du moment, la question importante est de savoir quelle sera la valeur du VIX dans un mois, dans trois mois et ainsi de suite, sachant ce qu'elle est aujourd'hui. S'il est probable que le VIX accuse une baisse, la société pourrait retarder l'achat de la couverture dans l'attente d'une baisse du prix des options de vente. S'il est probable que le VIX soit à la hausse, la société aurait avantage à acheter les options tout de suite.

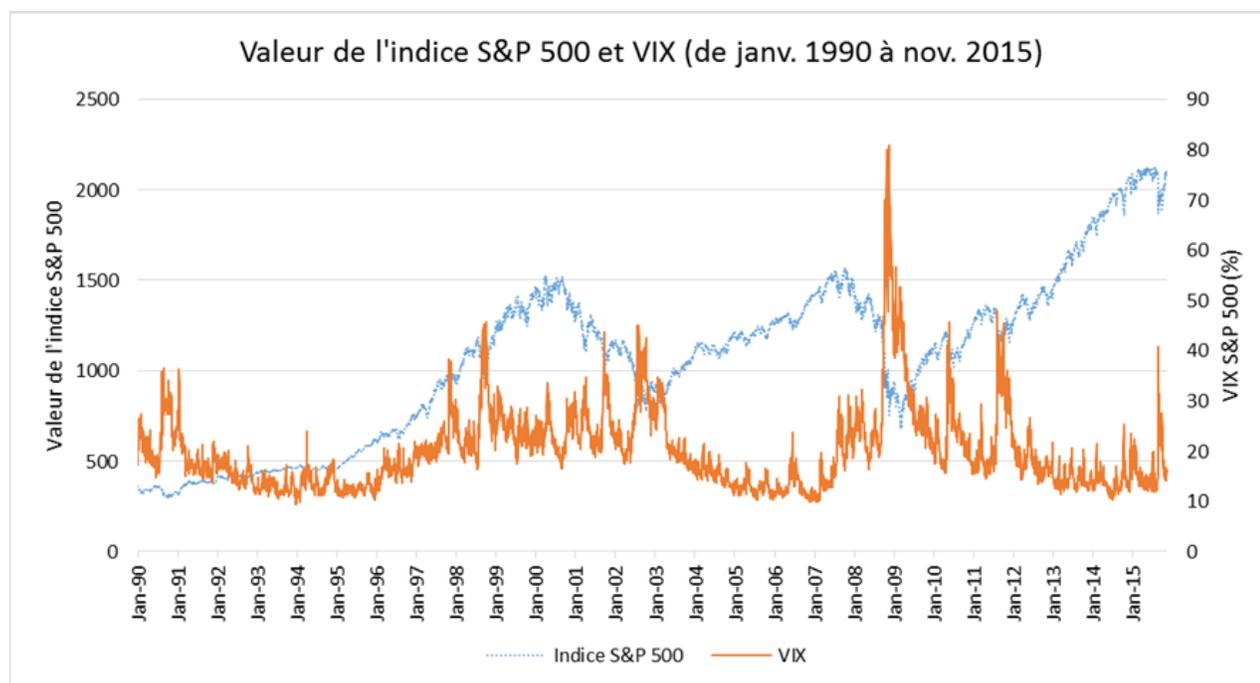
Pour simplifier les choses, l'unique coût du programme de couverture que nous avons considéré a été le prix des options de vente. Pour cette même raison, nous supposons que le prix des options de vente ne varie dans le temps qu'en fonction du paramètre de volatilité. En pratique, lorsque nous avons à choisir parmi plusieurs moments, nous supposons que d'autres hypothèses varient dans le temps, par exemple les taux d'intérêt.

Entre autres avantages du programme de couverture, citons :

- une réduction des pertes si la valeur de l'indice boursier tombe sous le prix d'exercice;
- l'économie de ne pas avoir à mobiliser des capitaux pour soutenir le projet d'expansion.

L'importance de ces deux avantages varie selon la conjoncture économique. Lorsque l'économie est en expansion, l'avantage de la réduction des pertes est faible, mais l'économie de ne pas avoir à mobiliser des capitaux est grande. En période de récession, l'avantage de la réduction des pertes est grand, mais l'économie de ne pas avoir à mobiliser des capitaux est nulle,

Figure 1. Valeur de l'indice S&P 500 et du VIX (de janvier 1990 à novembre 2015)



Données de Yahoo! Finance

Tableau 1. Matrice de transition du VIX sur trois mois (de janvier 1990 à novembre 2015)

VIX	<10 %	[10 %, 20 %)	[20 %, 30 %)	[30 %, 40 %)	[40 %, 50 %)	≥50 %
<10 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
[10 %, 20 %)	0,3 %	84,0 %	12,6 %	2,6 %	0,5 %	0,1 %
[20 %, 30 %)	0,0 %	29,5 %	57,6 %	9,7 %	1,1 %	2,1 %
[30 %, 40 %)	0,0 %	10,7 %	68,5 %	16,6 %	3,4 %	0,7 %
[40 %, 50 %)	0,0 %	0,0 %	47,3 %	39,3 %	13,4 %	0,0 %
≥50 %	0,0 %	0,0 %	1,8 %	16,1 %	71,4 %	10,7 %

puisque il est peu probable que la société ait assez de ressources financières pour financer son expansion.

En règle générale, le niveau actuel de la volatilité boursière a une forte incidence sur la décision du choix du moment.

- En situation de faible volatilité (VIX bas), le coût de la couverture est relativement faible. Il est probable que le programme de couverture soit mis en place immédiatement.
- En situation de forte volatilité (VIX élevé), le coût de la couverture est élevé et la perte due au marché baissier s'est déjà produite. De plus, le projet d'expansion pourrait devoir être reporté en raison des difficultés financières. Par conséquent, il est probable que le programme de couverture soit retardé.
- En situation de volatilité moyenne (VIX moyen), la décision du choix du moment se complique. Si l'économie se dirige vers une récession, le coût de la couverture est plus faible aujourd'hui que plus tard. L'avantage de la couverture sera probablement réalisé dans un avenir proche. Dans ce cas, il vaut mieux mettre en place la stratégie de couverture immédiatement. Si l'économie poursuit son expansion, le coût de la couverture est plus élevé aujourd'hui que plus tard et il se peut que l'avantage de la couverture ne se réalise pas dans un avenir proche. Du fait qu'il est difficile de prévoir ce que sera la conjoncture économique, il vaut peut-être mieux attendre un certain temps afin d'avoir une vue claire des tendances économiques.

Le tableau 1 renferme la matrice de transition du VIX S&P 500 sur trois mois, sur la base des données du 2 janvier 1990 au 11 novembre 2015. Dans les tranches de faible volatilité (VIX < 20 %), il est plus que probable que le VIX reste à ce niveau. Dans les tranches de forte volatilité (VIX > 30 %), il est fort probable que le VIX accuse une baisse au cours des trois prochains mois. Dans la tranche de volatilité moyenne (VIX ∈ [20 %, 30 %]),

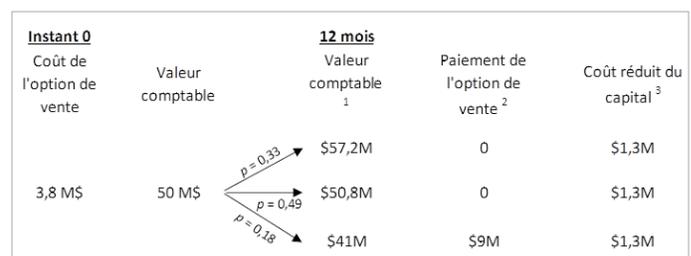
le VIX a de fortes chances de rester à ce niveau ou de descendre. Mais les chances qu'il monte ne sont pas négligeables.

À supposer que le VIX soit actuellement de 25 %, soit la valeur moyenne dans la tranche intermédiaire sur la base des données observées, la société cherche maintenant à savoir si elle mettra en place le programme de couverture immédiatement ou dans trois mois. Elle souhaite couvrir une exposition au risque lié aux actions de 50 M\$ pendant un an.

Option 1. Couverture immédiate.

Si nous appliquons la formule de Black-Scholes pour une option de vente européenne, le coût de la couverture est estimé à 3,8 M\$ selon un taux d'intérêt de 4,5 % et selon une volatilité implicite de 25 %² et une durée d'un an.

Sur la base des données observées, nous supposons trois scénarios réels à la fin d'un an :



Notes :

1. Nous supposons trois scénarios pour la valeur comptable de la société à la fin d'un an. Dans le scénario haussier, la valeur comptable sera de 57,2 M\$ selon une probabilité de 33 %. Dans le scénario intermédiaire, la valeur comptable sera de 50,8 M\$ selon une probabilité de 49 %. Dans le scénario baissier, elle sera de 41 M\$ selon une probabilité de 18 %. Les scénarios représentent, respectivement, les valeurs comptables moyennes de la société pour les scénarios

prévoyant un VIX bas, un VIX moyen et un VIX élevé. Les valeurs comptables et les probabilités sont tirées des données historiques sur l'indice S&P 500 et le VIX, observées de janvier 1990 à novembre 2015.

- C'est seulement dans le scénario baissier que l'option de vente au cours sera exercée. Le paiement est de 9 M\$ (50 M\$ – 41 M\$).
- La couverture permettra de libérer le capital requis à l'égard du risque relié aux actions. Nous supposons que la société libérera le capital requis au niveau de confiance de 99,5 %. Nous supposons aussi que la valeur comptable suit une distribution lognormale ayant les paramètres $\mu = 7 \%$ et $\sigma = 25 \%$. Le capital requis s'obtient comme suit : taux du coût du capital \times exposition initiale \times (1 – 0,5^e centile de la distribution lognormale (μ, σ)). Le taux du coût du capital est censé être égal à 6 %. L'exposition initiale est de 50 M\$. Le 0,5^e centile de la distribution lognormale (0,07; 0,25) est égal à la valeur à risque (VaR) de l'extrême gauche à 0,5 %. Le (1 – 0,5^e centile) correspond à la plus petite perte dans les 0,5 % pires scénarios et il sert à calculer le capital requis à libérer. Le coût réduit du capital est estimé à 1,3 M\$.

Le coût de l'option 1 est de 3,8 M\$ à l'instant 0. Le bénéfice est de 2,9 M\$ à la fin d'un an et il est le résultat de la somme du paiement de l'option de vente (9 M\$ \times 0,18 = 1,6 M\$) et du coût réduit du capital (1,3 M\$). Le rendement du capital investi³ est de –23 % et la VAN, selon un taux de rendement du capital investi de 10 %, est de –\$1,1 M\$. Du point de vue de la maximisation du profit d'investissement, l'option 1 n'est pas une bonne option parce que le rendement de l'investissement et la VAN sont tous deux négatifs. En pratique, la couverture peut comporter d'autres avantages qui pourraient grandement améliorer le rendement du capital investi ainsi que la VAN. Par exemple, une réduction du capital requis pourrait entraîner une meilleure position en capital et un relèvement de la note de crédit, réduisant ainsi le coût d'emprunt. Pour simplifier les choses, ces avantages éventuels ne sont pas inclus dans l'exemple. L'important ici est de comparer les VAN entre les différents choix de moment.

Option 2. Retarder de trois mois la décision relative à la couverture.

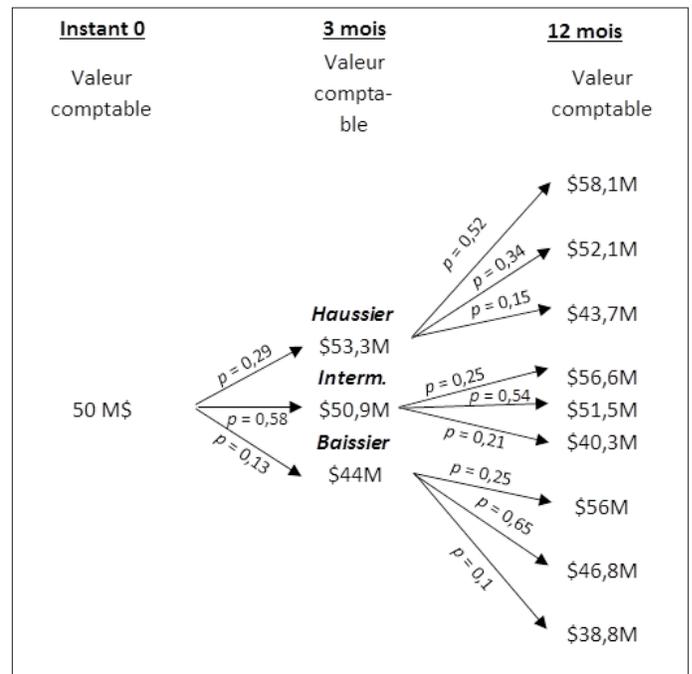
La société étudie aussi la possibilité de retarder de trois mois l'obtention d'une couverture. Elle suppose que le VIX variera de la manière suivante sur une période de trois mois, en se fondant sur les données observées.

Instant 0	3 mois	Prix de l'option de vente ²
Volatilité	Volatilité ¹	
25%	$p = 0,29$ → 18%	\$1,2M
	$p = 0,58$ → 24%	\$2,9M
	$p = 0,13$ → 39%	\$5,8M

Notes :

- Le VIX peut tomber à 18 % selon une probabilité de 29 %, passer à 24 % selon une probabilité de 58 % et monter à 39 % selon une probabilité de 13 %. Les valeurs du VIX et les probabilités sont tirées des données historiques sur le VIX, observées de janvier 1990 à novembre 2015.
- Pour chaque scénario, le prix d'achat des options de vente à la fin de trois mois est calculé selon un taux d'intérêt de 4,5 % et une durée de neuf mois. Le prix d'exercice est égal à la plus petite valeur entre le prix de l'indice boursier à l'instant 0 et le prix de l'indice boursier à la fin de trois mois. Dans le scénario où le VIX est bas (scénario haussier pour le prix des actions), la valeur comptable attendue de la société est de 53,3 M\$. L'option de vente à acheter à la fin de trois mois aura une valeur d'exercice de 50 M\$. Dans le scénario où le VIX est moyen (scénario intermédiaire pour le prix des actions), la valeur comptable attendue de la société est de 50,9 M\$ et la valeur d'exercice de l'option de vente sera de 50 M\$. Dans le scénario où le VIX est élevé (scénario baissier pour le prix des actions), la valeur comptable attendue de la société est de 44 M\$. La valeur d'exercice de l'option de vente sera de 44 M\$ au lieu de 50 M\$. Le prix de l'option de vente au cours, avec une valeur d'exercice de 50 M\$, est excessif dans le scénario où le VIX est élevé.

Nous supposons que les valeurs comptables de la société à la fin d'un an, sachant leur valeur à la fin de trois mois, suivront les scénarios suivants.

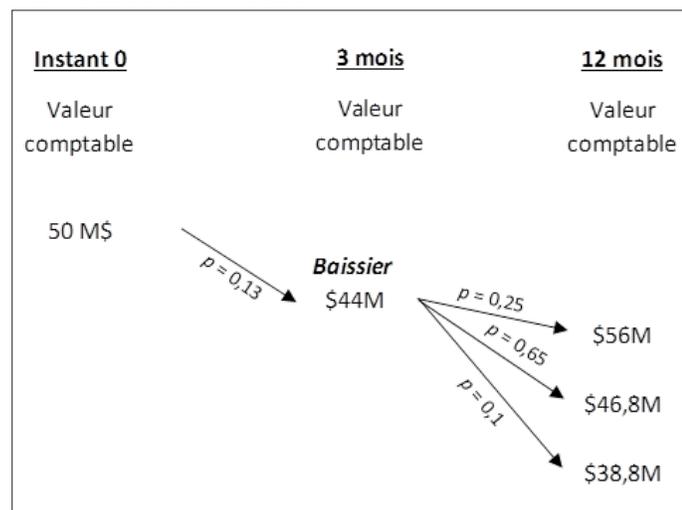


En suivant la même méthode que pour l'option 1, nous pouvons calculer l'avantage de la couverture à la fin de trois mois selon chaque scénario (haussier, intermédiaire, baissier). Les résultats sont indiqués au tableau 2.

Tableau 2. VAN selon le scénario

Scénario	Haussier	Intermédiaire	Baissier
VAN@10 %	0,45	0,04	-5,20
Rendement du capital investi	70 %	12 %	-96 %
Probabilité	29 %	58 %	13 %
Instant	Flux monétaires		
0	0	0	0
0,25	-1,20	-2,90	-5,80
1	1,78	3,16	0,51
Décision	Couverture	Couverture	Non

Le scénario haussier et le scénario intermédiaire produisent tous deux une VAN positive. Dans ces scénarios, la couverture sera probablement mise en place à la fin de trois mois. Dans le scénario baissier, la VAN négative indique que la stratégie de couverture ne sera pas suivie. Le coût de la position non couverte dans le scénario baissier est égal à la perte causée par le fait que la valeur comptable de la société tombe sous les 50 M\$. Il s'obtient comme suit.



Coût de la position non couverte dans le scénario baissier = $(50 \text{ M\$} - 46,8 \text{ M\$}) \times 0,65 + (50 \text{ M\$} - 38,8 \text{ M\$}) \times 0,1 = 3,2 \text{ M\$}$.

La VAN de l'option 2 à l'instant 0 est de -0,2 M\$ et elle représente la moyenne pondérée des valeurs dans les trois scénarios, selon la stratégie choisie. Le poids est la probabilité de chaque scénario. La valeur est la VAN de la stratégie de couverture dans les scénarios haussier et intermédiaire et le coût de la position non couverte dans le scénario baissier. Elle est nettement supérieure à la VAN de l'option 1, qui est de -1,1 M\$. Par conséquent, la société a intérêt à attendre trois mois avant de prendre des décisions relativement à la mise en place de la couverture.

Dans cet exemple, l'utilisation d'une matrice de transition basée sur les données observées n'est qu'une méthode parmi tant d'autres. Le passé n'est pas toujours garant de l'avenir en raison de la faiblesse persistante des taux d'intérêt, chose qui ne s'est jamais produite auparavant. En pratique, il est possible d'utiliser des modèles avancés de prévision qui sont adaptés au nouveau régime économique. On peut aussi remplacer l'arbre trinomial par un modèle stochastique qui explore des milliers de scénarios.

En pratique, on peut concevoir un mécanisme de décision basé sur des seuils, ce qui faciliterait le contrôle. Par exemple, le scénario intermédiaire produit une VAN quasi nulle. Un mécanisme décisionnel simplifié pourrait être créé de façon que, si le VIX ne dépasse pas 24 %, soit la volatilité selon le scénario intermédiaire, la stratégie de couverture sera mise en place immédiatement. Autrement, la décision sera retardée.

4.2. Autres applications

La méthode suivie à la section 4.1 peut servir dans d'autres projets, par exemple pour décider du moment optimal de mobiliser des capitaux. Le coût de financement varie lui aussi en fonction de la conjoncture économique. La mobilisation de nouveaux capitaux en période d'expansion économique coûte moins cher que pendant une récession. Le fait d'intégrer les cycles économiques dans l'analyse peut donner d'utiles informations qui amélioreront la prise de décision en matière de gestion du capital.

5. CHOIX DU MOMENT POUR COUVRIR LES RISQUES D'ASSURANCE

À l'exemple de la décision du moment de couvrir les risques financiers, le choix du moment optimal pour couvrir les risques d'assurance passe par l'examen des changements possibles à venir dans les coûts et les avantages, du fait de l'évolution de la situation économique. Outre le cycle économique, le cycle d'assurance constitue une considération importante dans la décision de couvrir les risques d'assurance.

Le cycle d'assurance, autrement appelé cycle de souscription, est la tendance cyclique que suivent les tarifs et les profits dans le secteur des assurances IARD. Un cycle complet comporte deux phases : le marché acheteur (ou marché faible, déprimé) et le marché vendeur. Le marché acheteur se caractérise par une accentuation de la concurrence, un relâchement des critères de souscription et une baisse des tarifs et des profits. Une contrainte de capacité ou un événement catastrophique important fera passer le marché à la phase vendeur. Le marché vendeur se caractérise par un resserrement des critères de souscription et par une hausse des tarifs et des profits. Meier et Outreville (2003) ont montré que le rendement des capitaux propres des sociétés américaines d'assurances IARD avait une incidence importante sur les tarifs de réassurance. De fait, un rendement des capitaux propres faible indique que les tarifs de réassurance sont élevés. Et une hausse des tarifs de réassurance pourrait aussi indiquer un coût plus élevé pour couvrir les risques d'assurance.



Si la société n'a pas besoin dans l'immédiat d'une couverture, elle peut décider quel est le meilleur moment de mettre en place le programme de couverture. Le coût de la couverture constitue un élément majeur de la décision relative au choix du moment. Par exemple, supposons qu'une société souhaite couvrir son exposition au risque de catastrophes en émettant des obligations catastrophes. Le marché est entré dans la phase vendeur l'an dernier. La société jouit d'une forte position en capital et n'est donc pas contrainte, dans l'immédiat, de réduire son exposition au risque. Dans ce cas, elle devrait prendre en considération les facteurs suivants avant de prendre sa décision quant au choix du moment.

- Quand le marché deviendra-t-il acheteur? Dans un marché acheteur, le coût de l'émission d'obligations catastrophe est moindre. Il vaut peut-être mieux en ce cas attendre de voir si la couverture est un plan à long terme. Certains modèles, tels que le modèle à changements de régime de Wang et coll. (2011), peuvent prévoir les cycles d'assurance.
- La société pourrait aussi y aller par étapes, en émettant une petite fraction du montant total dans un marché vendeur et en augmentant graduellement le montant de la couverture au fur et à mesure que le marché deviendra acheteur.
- Pour évaluer les différents choix de moment, la société doit prendre en considération les pertes que des catastrophes pourraient provoquer durant la période précédant la mise en place de la couverture.

L'analyse des options réelles peut ici être utilisée de la même manière qu'elle l'a été pour la couverture des risques financiers. La valeur de la nouvelle information est estimée par la modélisation du cycle d'assurance plutôt que par la modélisation du cycle économique.

6. CHOIX DU MOMENT POUR INVESTIR DANS LA GESTION DES RISQUES

La création de nouvelles fonctions de gestion des risques est importante, mais elle est aussi coûteuse. D'autres projets importants peuvent être en lice pour l'obtention des ressources limitées. À moins que l'investissement dans la gestion des risques ne soit une obligation immédiate des organismes de réglementation, il est utile d'étudier le moment optimal du point de vue économique.

L'avantage de créer de nouvelles fonctions de gestion des risques est difficile à quantifier. Par exemple, la création d'un cadre de capital économique (CE) se traduit, pour la société, par une meilleure capacité d'analyse des risques, de meilleures décisions à l'égard des risques et, à long terme, par un relèvement éventuel de la note de crédit. À la différence des exemples de programmes de couverture illustrés précédemment, la plupart des analyses pourraient être assez subjectives; de plus, il existe peu de données spécifiques aux sociétés qui soient dignes de confiance. L'étude du choix du moment est encore plus ambiguë. En pratique, le choix du moment est déterminé après que le conseil d'administration ou la haute direction ait décidé de créer le cadre de CE. Le choix final dépendra dans une large mesure des ressources disponibles. L'optimisation du choix du moment pour investir dans le cadre de CE n'est donc pas un exercice scientifique. La section qui suit donne un exemple d'une analyse générale d'un projet de CE et du moment de l'entreprendre.

6.1. Exemple : Investissement dans la création d'un cadre de CE

La société d'assurances ABC songe à créer un cadre de CE et ses applications, afin d'améliorer sa gestion des risques. Elle utilise depuis un certain temps une approche fondée sur des facteurs pour évaluer son exposition au risque et calculer les charges correspondantes. Le cadre de CE permettra à la société d'améliorer de beaucoup son analyse des risques. La société utilisera aussi le CE comme mesure additionnelle pour gérer son capital et pour mesurer son rendement. Le projet devrait nécessiter un investissement initial de 20 M\$. Le coût annuel attendu est de 2 M\$, avec majoration annuelle de 3 % pour l'inflation. La société ABC se demande si elle doit investir et, le cas échéant, à quel moment.

Voici les avantages recherchés par la société ABC :

- **Relever sa note en matière de GRE.** La société souhaite relever sa note de crédit à moyen terme (de trois à cinq ans), afin qu'elle passe de A+ à AA-. La note relative à la GRE est une composante importante de l'évaluation du risque de crédit effectuée par les agences de notation. En intégrant le cadre de CE à son processus décisionnel, la société souhaite améliorer ses pratiques de gestion des risques.

- **Améliorer le processus décisionnel en matière de gestion du capital, de planification des nouvelles affaires, d'optimisation des risques et de mesure du rendement.**

Le rendement du capital économique, corrigé du risque, servira de nouvelle mesure. L'avantage se mesure en comparant la décision sans l'aide des résultats de CE et avec l'aide de ces résultats. Dans le passé, en matière de gestion du capital, la société a tantôt pris de bonnes décisions, tantôt des mauvaises. Si le cadre de CE avait été en place, certaines des mauvaises décisions auraient pu être corrigées; toutefois, il se peut aussi que de bonnes décisions aient été rectifiées. L'impact net est considéré comme un avantage du nouveau projet.

- **Réduire le coût important du financement du projet d'expansion sur cinq ans.** La société prévoit d'émettre des obligations et des actions simultanément. Si sa note de crédit était relevée, elle pourrait réaliser une économie de 10 points de base sur le taux du coût du capital. Le modèle de CE peut aussi aider la société à mieux apprécier la quantité de capitaux dont elle a besoin pour maintenir stable son niveau de fonds propres. L'information supplémentaire produite par le modèle de CE peut conduire à une réduction du capital requis et, par voie de conséquence, à une diminution du coût du capital. Elle peut aussi se traduire par un besoin accru de capitaux. Dans ce cas, le coût futur de la mobilisation de capitaux ou de l'atténuation des risques sera moindre une fois renforcée la position en capital dans la mesure indiquée par le résultat du modèle de CE.

Ne s'agissant pas d'une exigence réglementaire, la société ABC n'est pas tenue dans l'immédiat de créer le cadre de CE. Plusieurs considérations relatives au choix du moment sont à l'étude.

- La société souhaite mobiliser des capitaux pour son projet d'expansion durant une période d'expansion économique, afin d'en atténuer le coût. Par conséquent, dans l'idéal, le cadre de CE sera terminé avant la mobilisation des capitaux et le ralentissement économique. Depuis six ans, l'économie se remet de la dernière crise financière et pourrait poursuivre sur sa lancée ou entrer en récession. Si la société entreprend le projet de CE dès maintenant, elle court le risque que l'économie tombe en récession dans un avenir proche. Alors elle ne mettra pas en œuvre le plan d'expansion et l'avantage qu'elle tirera du cadre de CE sera limité. Dans ce cas, elle aurait intérêt à affecter l'investissement initial à l'amélioration de sa position en capital plutôt qu'à la création du cadre de CE. Par contre, si la société attend six mois, voire un an, les tendances économiques pourraient être plus nettes et elle serait ainsi en mesure de prendre une décision plus éclairée. Par exemple, la Réserve fédérale a mis en place une politique de taux d'intérêt

quasi nuls voici bientôt sept ans (de 0 à 25 points de base). Une série de relèvements du taux de la Fed serait annonciateur d'une expansion économique. La décision de conserver le taux inchangé ou de le réduire indiquerait un fort risque de récession économique. La Fed surveille de près le taux de chômage, le taux d'inflation et les activités économiques avant de fixer le niveau du taux. En 2015, la question du relèvement du taux a suscité de nombreux débats. Dans six mois ou dans un an, nous pourrions constater une hausse du taux qui augmenterait la probabilité d'une continuation de l'expansion économique à moyen terme. La société pourra décider d'entreprendre le projet immédiatement à ce moment-là. Par contre, vu que, depuis la Deuxième Guerre mondiale, la durée moyenne d'un cycle économique est de sept ans, une récession économique est aussi possible. Si le taux reste le même ou baisse au cours des six ou des douze prochains mois, la probabilité d'une récession économique sera accrue. Dans ce cas, la société pourrait décider de retarder le projet.

- La société n'a pas l'expérience de la modélisation du CE et de ses applications. En l'absence d'un contrôle a posteriori et d'une validation rigoureuse du modèle, le résultat du modèle pourrait être sensible aux hypothèses et être trompeur. Pendant la crise financière de 2008, des sociétés d'assurances internationales ont eu besoin des prêts de sauvetage des États pour survivre, bien que le résultat du modèle de CE ait alors indiqué que ces sociétés jouissaient d'une excellente position en capital et qu'elles avaient quantité de capitaux disponibles pour investir. Avant l'investissement, la société pourrait vouloir acquérir plus d'information et d'expérience afin de mieux évaluer les avantages du cadre de CE.
- Si la société attend encore six mois, voire douze mois avant d'entreprendre le projet, et qu'elle décide ensuite de créer le cadre de CE, elle pourrait devoir payer une somme additionnelle de 10 M\$ si elle cherchait à mobiliser les capitaux et à réaliser son expansion dans les temps voulus. Si les taux d'intérêt augmentaient durant cette période, le coût du financement serait plus élevé.

Sur un horizon temporel de 10 ans, nous utilisons les estimations de haut niveau suivantes des coûts et des avantages pour décider du choix du moment.

Lorsqu'on doit décider du moment d'entreprendre des projets de gestion des risques, la clé consiste à déterminer la valeur de la nouvelle information et de son impact sur les décisions futures.

Option 1. Entreprendre le projet immédiatement

Tableau 3. Projection des flux monétaires selon l’option 1

Unité : M\$		Taux d’inflation	3 %	VAN		0,03 \$
		Taux d’actualisation	10 %	RCI.		10 %
Année	Investissement ¹	Avantage de meilleures décisions ²		Avantage du coût réduit du capital ³		FMN attendu ⁴
		p = 0,5 (2a)	q = 0,5 (2b)	p = 0,5 (3a)	q = 0,5 (3b)	
0	20,0					-20,0
1	2,0	4,0	1,0	0,0	0,0	0,5
2	2,1	4,1	1,0	0,0	0,0	0,5
3	2,1	4,2	1,1	15,0	0,0	8,0
4	2,2	4,4	1,1	15,0	0,0	8,0
5	2,3	4,5	1,1	15,0	0,0	8,1
6	2,3	4,6	1,2	1,0	0,0	1,1
7	2,4	4,8	1,2	1,0	0,0	1,1
8	2,5	4,9	1,2	1,0	0,0	1,1
9	2,5	5,1	1,3	1,0	0,0	1,1
10	2,6	5,2	1,3	1,0	0,0	1,2



Notes :

- 1. Investissement.** Investissement initial de 20 M\$, avec un coût annuel de 2 M\$, majoré d’un taux d’inflation de 3 %.
- 2. Avantage de meilleures décisions.** Sur la base des connaissances actuelles de la société, l’avantage de prendre de meilleures décisions a autant de chances de se chiffrer à 4 M\$ qu’à 1 M\$ dans la première année, et ce chiffre augmente tous les ans du taux d’inflation.
- 3. Avantage du coût réduit du capital.** En raison de l’incertitude actuelle entourant l’évolution économique, la société prévoit deux scénarios économiques équiprobables. Dans le scénario d’expansion économique, la société mobilisera des capitaux additionnels afin de mettre en œuvre le projet d’expansion. L’avantage du coût réduit sera réalisé à compter de la troisième année et il sera de 15 M\$ pendant trois ans et de 1 M\$ les années suivantes jusqu’à la fin de l’horizon temporel. Dans le scénario de récession, le projet d’expansion sera annulé et aucun avantage ne sera obtenu.
- 4. FMN attendu.** Le FMN est calculé comme suit : $(2a) \times 0,5 + (2b) \times 0,5 + (3a) \times 0,5 + (3b) \times 0,5 - (1)$. Le rendement du capital investi est de 10 %. Au taux de rendement du capital investi de 10 %, la VAN est de 0,03 M\$.

Option 2. Attendre un an, puis décider d'investir ou non

Tableau 4. Projection des flux monétaires selon l'option 2

Unité : M \$		Taux d'inflation 3 %		Taux d'actualisation 10 %		VAN	-3,15 \$	20,37 \$	4,07 \$	-9,80 \$	-26,09 \$
						ROI	5.4%	36%	17%	-3%	N/A
Année	Investissement ¹	Avantage de meilleures décisions ²		Avantage du coût réduit du capital ³		FMN attendu ⁴	FMN ^{5a}	FMN ^{5b}	FMN ^{5c}	FMN ^{5d}	
		p = 0,5 (2a)	q = 0,5 (2b)	p = 0,5 (3a)	q = 0,5 (3b)	Moyenne	p = 0,25 (2a) et (3a)	p = 0,25 (2b) et (3a)	p = 0,25 (2a)et(3b)	p = 0,25 (2b)et(3b)	
		Fort	Faible	Fort	Faible	Décision à l'an 1		Oui	Oui	Non	Non
0	0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	
1	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	-25,0	
2	2,1	4,1	1,0	0,0	0,0	0,5	2,1	-1,0	2,1	-1,0	
3	2,1	4,2	1,1	15,0	0,0	8,0	17,1	13,9	2,1	-1,1	
4	2,2	4,4	1,1	15,0	0,0	8,0	17,2	13,9	2,2	-1,1	
5	2,3	4,5	1,1	15,0	0,0	8,1	17,3	13,9	2,3	-1,1	
6	2,3	4,6	1,2	1,0	0,0	1,1	3,3	-0,2	2,3	-1,2	
7	2,4	4,8	1,2	1,0	0,0	1,1	3,4	-0,2	2,4	-1,2	
8	2,5	4,9	1,2	1,0	0,0	1,1	3,5	-0,2	2,5	-1,2	
9	2,5	5,1	1,3	1,0	0,0	1,1	3,5	-0,3	2,5	-1,3	
10	2,6	5,2	1,3	1,0	0,0	1,2	3,6	-0,3	2,6	-1,3	

Notes :

- Investissement.** Investissement initial de 25 M\$ à l'an 1 et coût annuel de 2 M\$, majoré d'un taux d'inflation de 3 %.
- Avantage de meilleures décisions.** L'avantage de prendre de meilleures décisions a autant de chances de se chiffrer à 4,1 M\$ qu'à 1 M\$ dans la deuxième année, et ce chiffre augmente tous les ans du taux d'inflation. À l'an 1, forte de ses connaissances et de son expérience, la société saura exactement le montant de l'avantage qu'elle obtiendra.
- Avantage du coût réduit du capital.** En raison de l'incertitude actuelle entourant l'évolution économique, la société prévoit deux scénarios économiques équiprobables. Dans le scénario d'expansion économique, la société mobilisera des capitaux additionnels afin de mettre en œuvre le projet d'expansion. L'avantage du coût réduit sera réalisé à compter de la troisième année et il sera de 15 M\$ pendant trois ans et de 1 M\$ les années suivantes jusqu'à la fin de l'horizon temporel. Dans le scénario de récession, le projet d'expansion sera annulé et aucun avantage ne sera obtenu. À l'an 1, la société saura exactement le scénario économique.

- FMN attendu.** Le flux monétaire net attendu est calculé comme suit : $(2a) \times 0,5 + (2b) \times 0,5 + (3a) \times 0,5 + (3b) \times 0,5 - (1)$. Il suppose que, quelle que soit l'information additionnelle que la société obtiendra dans un an, celle-ci investira quand même. Le rendement du capital investi est de 5,4 %. Au taux du rendement du capital investi de 10 %, la VAN est de -3,15 M\$. Il s'agit de la méthode VAN sans considération de la valeur de la nouvelle information. Si cette méthode est utilisée, l'option 1 sera retenue, car c'est elle qui produit la VAN et le rendement du capital investi les plus élevés.
- FMN.** Selon l'analyse des options réelles, à l'an 1, la société doit décider si elle investit ou non. Tel qu'il est indiqué aux tableaux 4 et 5, les éléments 5a à 5d sont quatre scénarios et la société saura exactement quel scénario va se réaliser. Le FMN de chaque scénario est égal à la somme des avantages correspondants, diminuée de l'investissement. Par exemple, le FMN de 5a = $(2a) + (3a) - (1)$. Les scénarios 5a et 5b produiront une VAN positive. L'investissement sera effectué si 5a ou 5b sont attendus à l'an 1. Aucun investissement n'aura lieu si 5c et 5d se réalisent. La VAN totale de l'option 2 est de 6,1 M\$ $(20,4 \times 0,25 + 4,1 \times 0,25)$. Par comparaison avec la VAN de l'option 1, la société devrait attendre un an avant de prendre sa décision d'investir.

Tableau 5. Décision d’investir selon le scénario

Scénario	Avantage de meilleures décisions	Avantage du coût réduit du capital	Probabilité	Décision	RCI	VAN (M\$)
5a	Fort	Fort	0,25	Oui	36 %	20,4
5b	Faible	Fort	0,25	Oui	17 %	4,1
5c	Fort	Faible	0,25	Non	-3 %	-9,8
5d	faible	Faible	0,25	Non	s.o.	-26,1
VAN totale [(5a) et (5b) seulement]						6,1 \$

Par souci de simplicité, nous supposons dans cet exemple que la société saura exactement le scénario réel à l’instant 1. En fait, ce n’est pas réaliste, mais la société pourrait avoir une bien meilleure idée du scénario le plus probable, et cela peut être pris en compte en attribuant une autre probabilité que 25 % à chaque scénario.

En matière de gestion des risques, les coûts, les avantages et la valeur de la nouvelle information varient d’un investissement à l’autre. Ils ne sont pas toujours quantifiables et l’incertitude pourrait être très grande. Les avis d’experts sont aussi utiles lorsqu’il s’agit de déterminer le meilleur moment d’investir. Par exemple, la société n’a pas forcément besoin d’une année de plus pour mieux comprendre l’avantage qu’il y a à prendre de meilleures décisions. L’obtention d’avis d’experts possédant l’expérience voulue permet de combler plus rapidement le déficit de connaissances.

7. CONCLUSION

Le choix du moment d’investir dans un projet de gestion des risques pourrait avoir une incidence importante sur le coût, qu’il s’agisse du coût d’un programme de couverture ou du coût du capital dans un plan de financement. Il importe de choisir le bon moment pour mettre en place une stratégie de gestion des risques ou pour investir dans de nouvelles fonctions de gestion des risques.



Les méthodes classiques employées pour les décisions d’investissement, telles que la VAN et l’analyse des options réelles, peuvent être modifiées et utilisées pour prendre des décisions temporelles dans le cadre de projets de gestion des risques. Le coût et l’avantage de réaliser un projet de gestion des risques diffèrent de ceux d’un projet d’investissement traditionnel. De fait, les projets de gestion des risques se focalisent sur des scénarios plus extrêmes que les cas attendus.

Lorsqu’on doit décider du moment d’entreprendre des projets de gestion des risques, la clé consiste à déterminer la valeur de la nouvelle information et de son impact sur les décisions futures, et cette détermination passe habituellement par une analyse complète et complexe.

BIBLIOGRAPHIE

Meier, Ursina B., et J. François Outreville. *The Reinsurance Price and the Insurance Cycle*, Zurich, septembre 2003. Document présenté à l’occasion du 30^e séminaire de l’European Group of Risk and Insurance Economists (EGRIE). Sur Internet <http://www.huebnergeneva.org/documents/Meier3.pdf>.

Russo, J. Edward, et Paul J. H. Schoemaker. *Decision Traps: Ten Barriers to Brilliant Decision-Making and How to Overcome Them*. New York: Simon & Schuster, 1990.

Wang, Shaun S., John A. Major, Hucheng “Charles” Pan, et Jessica W.K. Leong. 2011. “U.S. Property-Casualty: Underwriting Cycle Modeling and Risk Benchmarks.” *Variance* 5 (2): 91–114. <http://www.variancejournal.org/issues/05-02/91.pdf>. ■



Kailan Shang, FSA, CFA, PRM, SCJP est cofondateur de Swin Solutions. On peut le joindre à kailan.shang@swinsolutions.com.

NOTES

- 1 Le VIX est un indice de volatilité créé par le Chicago Board Options Exchange et qui indique la volatilité implicite des prix des options sur l’indice S&P 500.
- 2 Si le VIX est utilisé pour représenter la volatilité implicite, c’est pour simplifier les choses. En réalité, la volatilité implicite varie selon le type d’option (option d’achat ou option de vente) et selon la durée de l’option et le prix d’exercice (option dans le cours, au cours ou hors du cours).
- 3 Le rendement du capital investi se définit ici comme étant le taux de rendement interne. Il s’agit du taux d’actualisation pour lequel la VAN est égale à 0.



In Partnership with The Institutes

New: Become a Certified Specialist in Predictive Analytics (CSPA)

Learn more at TheCASInstitute.org



Why a Credential from The CAS Institute?



SPECIALIZED

Our credential recognizes expertise in the highly specialized area of predictive analytics for property and casualty insurance applications.



RIGOROUS

Our credential leverages the integrity and relevance of the CAS's educational standards, which have been recognized globally for over 100 years.



IMPACTFUL

Our credential strengthens analytical teams by providing resources and a practice community for the insurance industry's quantitative professionals.

The CAS Institute is a subsidiary of the Casualty Actuarial Society (CAS) providing specialized credentials to quantitative professionals in the insurance industry.

Le rapport risque/rendement, une chimère?

par Sylvestre Frezal

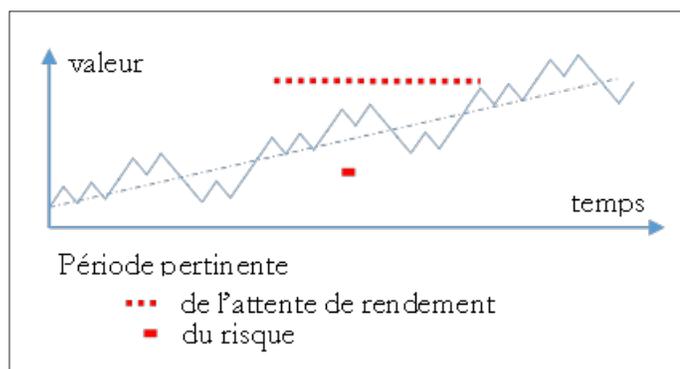
À court terme, vous n'obtenez pas le rendement attendu—le risque peut être pertinent, mais pas l'attente. À long terme, les risques se compensent et disparaissent—les attentes sont pertinentes, mais pas le risque. On juge une décision sur une échelle temporelle donnée, que ce soit à court ou à long terme. Puis, lorsque l'on utilise le rapport risque/rendement, on s'en remet à une notion peu cohérente. Précisons ce point et ses répercussions.

Une optimisation quantifiée du rapport risque/rendement est souvent considérée comme une pratique d'investissement exemplaire, tant pour les gestionnaires d'actifs que pour les services de placement des sociétés d'assurances, ou même en tenant compte des robots-conseillers proposés à des non-professionnels. Cela est-il pertinent? Un rapport rendement/risque quantifié améliore-t-il la prise de décision? Est-il gage d'objectivité? Je ne crois pas.

LE RAPPORT RENDEMENT/RISQUE QUANTITATIF, UNE NOTION FALLACIEUSE AU PLAN OPÉRATIONNEL

L'attente, c'est l'élément qui subsiste lorsque les risques ont été mutualisés et qu'ils s'annulent les uns les autres au plan statistique—lorsque l'on envisage un couple risque/rendement attendu, la période au cours de laquelle l'attente peut être observée est d'au moins un ordre de grandeur supérieur à celui du risque.

Figure 1



Le défaut de conception du rapport risque/rendement attendu se situe dans le fait qu'un tel couple repose sur un horizon incohérent. Pour tel décideur, le « risque » revêt une signification de nature temporelle, contrairement au « rendement », et vice versa. Quelle que soit la période, le risque et le rendement ne partagent jamais un même sens au plan opérationnel.

En d'autres termes, du point de vue opérationnel, le rapport risque/rendement quantifié n'existe pas : soit l'attente constitue une bonne estimation du résultat réel, ce qui signifie que le risque est négligeable, soit que le risque n'est pas négligeable, ce qui signifie que l'attente est sensiblement différente du résultat réel. Si nous souhaitons que l'attente soit concrète et significative, le risque doit être négligeable et réciproquement, si le risque est important, l'attente est entièrement virtuelle et n'a aucune signification concrète. Par exemple, si je sais qu'à la fin de l'année, la valeur de mes actions diminuera de 20 % ou augmentera de 30 %, et que j'investis seulement jusqu'à la fin de l'année, alors peu m'importe si à long terme, le rendement moyen de mes actions se situe à 4 % ou 7 %. Le rendement attendu ne présente pas d'estimation du rendement réel, même si l'investissement s'étend sur dix ans. Pour s'en convaincre, voir l'exemple du rendement de l'or, au tableau 1.

Tableau 1

Rendement de l'or	Rendement total	Rendement annuel
1960-1970	2 %	0 %
1970-1980	1 607 %	33 %
1980-1990	-38 %	-5 %
1990-2000	-27 %	-3 %
2000-2010	339 %	16 %



UN RAPPORT RISQUE/RENDEMENT QUANTIFIÉ FAUSSE NOTRE COMPRÉHENSION DE LA SITUATION

Même si l'attente ne représente pas une estimation du rendement qui sera obtenu, elle est généralement perçue comme tel par l'utilisateur du rapport risque/rendement—une sorte de « meilleure estimation ». Par conséquent, la représentation du monde aux yeux du décideur est faussée.

Le décideur n'a-t-il pas été capable de prévoir l'avenir? Il dispose maintenant de deux chiffres connus; deux paramètres ayant été établis, le monde semble déterministe. La quantification a fait disparaître le caractère aléatoire. Paradoxalement, les gens ont tendance à croire : (1) qu'ils doivent atteindre systématiquement le résultat attendu et (2) qu'un risque qui ne s'est pas concrétisé n'aurait pas dû être envisagé comme un risque. (Voir l'encadré.)

UN OUTIL QUI NE PEUT OFFRIR L'OBJECTIVITÉ QUANTITATIVE ATTENDUE

L'ambition prétendue, la raison d'être, des outils quantitatifs qui reposent sur le rapport risque/rendement consiste à objectiver la décision. Toutefois, dans la pratique, lorsque le risque est important, il n'est pas possible d'étalonner objectivement un indice statistique. Revenons à l'exemple de l'attente, et examinons le rendement total de l'indice DJ. Quelle période devrions-nous utiliser? Devrions-nous tenir compte du fait que nous traversons une période suivant une crise financière? (9,9 %) Devrions-nous tenir compte du fait que notre monde carbure à l'Internet? (2,3 %) Devrions-nous tenir compte du fait que l'économie contemporaine suit une période soumise au choc pétrolier? (9 %) Et si nous nous étions posé ces questions en 2014 plutôt qu'en 2016, les résultats seraient répartis sur gamme plus étendue : 12,8 %, 1,5 % et 6,1 %.

Tableau 3

Rendement total de l'indice DJ depuis ...	À la fin de 2015	À la fin de 2013
la crise financière (janvier 2009)	9,9 %	12,8 %
le début de l'ère Internet (janvier 2000)	2,3 %	1,5 %
la fin du choc pétrolier (janvier 1982)	9,0 %	6,1 %

(source : dajdj.com)

Le choix d'une option entre plusieurs propositions différentes exige l'application d'un jugement d'expert, c'est-à-dire, par définition, un choix non objectif au plan quantitatif. Malheureusement, comme l'indique le tableau 3, la dispersion entre les jugements d'expert est plus large que la dispersion entre les catégories d'actifs (il suffit de la comparer au rendement des obligations américaines à dix ans—selon la période choisie, elle sera supérieure ou inférieure). Par conséquent, le résultat final de ces intrants ne peut être réputé objectif au plan quantitatif.

LE SENS DIFFUS ET PARADOXAL D'UN MONDE DÉTERMINISTE

i. Lorsque la non-concrétisation d'une attente est considérée anormale :

Au cours d'une réunion d'un comité de placement, un directeur des finances a déclaré : « *notre niveau de risque est plus élevé que le marché...* » et il a immédiatement été interrompu par un cadre chargé du développement commercial, qui lui a lancé « *dans ce cas, notre taux de rendement devrait être plus élevé. Je ne crois pas que ce soit la réalité...* ».

ii. tout comme la non-concrétisation du risque :

Un lobbyiste de renom au sein de l'industrie a posé la question suivante : « *À votre avis, selon les critères actuellement appliqués, les investisseurs qui ont vendu leurs actions dans Apple il y a trois ans pour acheter des titres de créance de la Grèce affichent-ils un comportement exemplaire en vertu de Solvabilité II?* »

Évidemment, ce sentiment de monde déterministe se traduit par une dure désillusion, p. ex., par rapport au reproche souvent adressé aux modèles de risque qui « *n'ont pas prévu la dernière crise* ».

Le but premier des outils reposant sur le rapport risque/rendement, c'est-à-dire l'objectivité quantitative, ne peut être atteint.

UN OUTIL QUI AFFAIBLIT LA GOUVERNANCE ET DÉTRUIT LA RESPONSABILISATION

Il en découle ensuite un problème de gouvernance, car la subjectivité a tendance à devenir la prérogative des experts plutôt que la chasse gardée des décideurs. Les cadres supérieurs sont ceux qui sont autorisés à donner vie à cette subjectivité. Mais le recours à ces outils entraîne le remplacement d'une subjectivité présumée, implantée au niveau de la prise des décisions officielles, par une subjectivité dissimulée, tenue secrète au niveau de l'analyse.

En outre, il sera toujours impossible d'établir après coup une distinction entre la variabilité modélisée et une éventuelle erreur de modèle—nul ne sera jamais en mesure de critiquer la qualité de l'étalonnage, de sorte que les experts ne sont pas responsables. Et le rapport risque/rendement n'exclut jamais un résultat défavorable—le décideur qui opte pour une répartition dans l'univers efficient peut toujours prétendre qu'il a choisi une répartition optimale sans devoir répondre d'une éventuelle catastrophe. En bref, ni les experts ni les décideurs ne sont responsables—ces outils offrent au mieux une officialisation de la « malchance ».

ALORS QUE FAIRE? PROPOSER UN OUTIL INTÉGRÉ (ANALYSE-DÉCISION) RELEVANT DU CONTRÔLE DU DÉCIDEUR?

Le recours à un rapport risque/rendement est nuisible à bien des égards : tout d'abord, parce qu'il produit un sentiment de déterminisme et empêche de comprendre correctement la situation; puis parce qu'il fausse le processus décisionnel par un transfert inconscient qui empêche de désigner les personnes responsables. D'où la nécessité de nouvelles méthodes d'affectation de l'actif.

Une méthode axée sur un scénario (voir la figure 4) tente de résoudre ces problèmes et tend à éliminer la tendre illusion d'une objectivité quantitative conférée par les experts.

Figure 4

Les trois étapes d'une optimisation officielle axée sur des scénarios

- 1. Élargir la gamme des scénarios possibles :** déterminer les scénarios futurs qui pourraient être envisagés. (*appui ferme des experts à l'endroit des décideurs*)
- 2. Assumer la responsabilité de la vision stratégique et de la prise de risques :** exclure de la liste antérieure de scénarios les éléments « qui n'ont pas notre confiance » ou pour lesquels les risques sont acceptés (p. ex., une défaillance des obligations du gouvernement des États-Unis?) (*décideurs*)
- 3. Optimiser sous la contrainte :** maximiser le rendement du scénario central sous la contrainte de l'acceptation du résultat de tous les autres scénarios non exclus. (*experts*)

Puisque plusieurs scénarios sont envisagés, le fait que le décideur ne sait pas de quelle façon les marchés évolueront engendre une notion aléatoire (étape 1). La vision peut être incomplète, un scénario peut être négligé à tort, mais la perception de la véritable nature du phénomène n'est plus faussée. En outre, le fait que le

décideur choisit le scénario à envisager—et les scénarios à ne pas retenir—réintroduit la responsabilité de l'intervenant et améliore la gouvernance au moyen d'une subjectivité explicite et correctement située (étape 2).

Une telle évolution de la méthodologie modifie le positionnement des équipes techniques (gestion quantitative de l'actif-passif) au sujet de la haute direction.

À vrai dire, les équipes techniques demeurent de la plus haute importance pour ce qui est de diriger l'attention des décideurs sur des scénarios possibles qu'ils n'auraient pas envisagés; de dresser une typologie de ces scénarios pour qu'ils ne deviennent pas trop nombreux pour être traités au plan cognitif par les décideurs (étape 1); pour évaluer les répercussions; et enfin, pour optimiser sous la contrainte (étape 3).

Les équipes techniques seront bien plus exposées. La couche technique qui permet de dissoudre la responsabilité par absence de possibilité de falsification disparaît. En outre, représentant des mécanismes d'élargissement de la gamme de scénarios possible, et faisant office de promoteurs d'une vision aléatoire de l'avenir, les équipes techniques deviennent source d'anxiété pour la haute direction, alors qu'auparavant, en raison du recours à des outils de distorsion de la perception de la réalité, ils constituaient un îlot de tranquillité. Toutefois, ils profiteront d'une meilleure visibilité et d'un positionnement plus stratégique grâce à des échanges plus féconds qui ne seront plus limités à la présentation efficace d'un univers. ■



Sylvestre Frezal est le fondateur et co-directeur de la chaire PARI (ENSAE ParisTech & Sciences Po). Il met l'accent sur l'appréhension des risques et des dangers. On peut le joindre à sylvestre.frezal@polytechnique.org.

Le point sur l'activité de recherche en 2016 de la Section conjointe de la gestion des risques

En 2016, l'activité de recherche de la Section conjointe a été fort intense. Afin d'aider le conseil de la Section à produire des travaux de recherche au profit de ses membres, un groupe de bénévoles dévoués ont accepté de superviser le processus, qui consiste à gérer le budget de la recherche, à définir et à mettre en place un programme de recherche et à gérer les études entreprises.

Une fois que l'équipe de recherche a choisi un thème d'étude, une équipe de projet est créée, dont la fonction consiste à gérer l'étude – c'est-à-dire définir l'étendue du projet, préparer les documents de sollicitation pour trouver un chercheur, guider le chercheur dans la réalisation de l'étude, et examiner les produits livrables. Dernièrement, on a mis sur pied une équipe de projet chargée d'étudier la faisabilité d'une étude sur les taux d'intérêt négatifs. Cette étude aurait pour but d'examiner la façon dont les assureurs se préparent à la possibilité d'une longue période de taux d'intérêt négatifs et d'examiner l'incidence d'un pareil environnement sur le secteur des assurances et la façon de modifier les modèles pour qu'ils tiennent compte des taux négatifs. Les institutions financières d'importance systémique feraient aussi partie du champ de l'étude.

Plusieurs projets sont en cours et en sont à divers stades. Les projets suivants ne font que commencer ou sont à mi-chemin :

1. Chef de la gestion des risques à l'échelle nationale : Ce projet proposera un cadre pour la mise en place d'un chef de la gestion des risques à l'échelle nationale, et il exposera les rôles et les responsabilités s'y rattachant. C'est Sim Segal qui a été chargé récemment de la réalisation de cette étude.
2. Intérêt des parties prenantes pour la gestion du risque d'entreprise (GRE) : Kailan Shang s'emploiera à identifier les facteurs, les processus et les pratiques qui conduisent les parties prenantes à adhérer ou non au concept de gestion du risque d'entreprise.
3. Sondage 2016 sur les risques émergents en GRE : Pour cette dixième édition du sondage, Max Rudolph demande aux gestionnaires du risque de lui dire quels sont, selon eux, les nouveaux risques et de définir l'évolution des tendances. Le sondage sera vraisemblablement posté avant la fin de l'année aux membres de la Section conjointe de la gestion des risques.
4. Application de la GRE aux besoins nationaux en matière de soins de longue durée. Cette étude, qui n'est pas encore au point, analysera l'impact, à l'échelle du Canada, de l'application de la GRE aux besoins en soins de longue durée.



5. Incertitude des paramètres. Brian Hartman et Robert Richardson développent une méthode pratique permettant de calculer l'incertitude des paramètres des risques d'assurance.

Dans l'attente de la publication des résultats de ces études, vous pouvez consulter les rapports de recherche suivants qui viennent de paraître sur le site Web de la SOA :

1. Résultats du sondage 2015 sur les risques émergents en GRE. Pour voir le rapport de Max Rudolph sur Internet :
<https://www.soa.org/Research/Research-Projects/Risk-Management/2015-emerging-risks-survey.aspx>
2. Les documents retenus suite à l'appel à communications du symposium 2016 sur la GRE visent à renforcer l'utilisation de la GRE par l'ouverture de nouvelles perspectives et l'élargissement des connaissances, des méthodes et des outils disponibles.
<https://www.soa.org/Library/Monographs/Other-Monographs/2016/april/2016-erm-symposium.aspx>
3. 2015 Universal Life with Secondary Guarantee Survey. Produit par le Policyholder Behavior in the Tail Working Group, un groupe de travail mis sur pied par la Section conjointe de la gestion des risques, ce document expose les diverses hypothèses que les actuaires utilisent pour l'établissement de la tarification et des provision techniques ainsi que pour gérer les risques des produits vie universelle avec garanties secondaires.
<https://www.soa.org/Research/Research-Projects/Risk-Management/2015-pbitt-ul-secondary-guarantee.aspx>

Comme le montre cet article, la production de rapports de recherche pertinents fait partie des priorités de la Section conjointe de la gestion des risques, et les membres du conseil tiennent à entendre vos idées. Si vous avez un projet de recherche à proposer au profit des membres de la Section ou que vous aimeriez participer à l'activité de recherche de la Section, communiquez avec Louise Francis, responsable de la recherche pour la Section, à l'adresse louise_francis@msn.com ou encore avec Ronora Stryker, actuaire chargée de la recherche auprès de la SOA, à rstryker@soa.org. ■

Mise en œuvre du dispositif ORSA

par Ger Bradley, Zohair Motiwalla, Padraic O'Malley et Eamonn Phelan

RÉSUMÉ

Les organisations poursuivent la mise en œuvre du dispositif ORSA (évaluation interne des risques et de la solvabilité) pour les cadres et processus de gestion du risque d'entreprise (GRE).

Afin de déterminer la popularité et le niveau d'application de ce dispositif au sein des sociétés, une équipe de Milliman a mené un sondage. Le document préparé pour ce sondage interdisciplinaire a été envoyé à des sociétés de partout dans le monde dans le but de déterminer ce qu'elles comprennent du dispositif ORSA et ce à quoi elle s'attendent de ce dispositif, les efforts qu'elles ont déployés pour l'appliquer et les avantages qu'elles en ont tiré.

Le sondage était réparti en sections :

- Processus de simulation de crise et d'élaboration de scénario
- Incitatifs, gouvernance et autres éléments comportementaux
- Évaluation des répercussions du dispositif ORSA sur le résultat global d'une société
- Évaluation du niveau de participation au dispositif ORSA au sein d'une organisation
- Participation du conseil d'administration
- Mise en œuvre
- Problèmes relevés par les sociétés concernant le dispositif ORSA

Selon les résultats du sondage pour les sociétés qui ont adopté le dispositif ORSA, il semble qu'il ait eu des effets positifs. Voici quelques exemples :

- Plus de 80 % des sociétés utilisent un dispositif ORSA dans le cadre de leurs principales décisions opérationnelles
- Le dispositif ORSA semble favorable à la mise en place de règles du jeu équitables du point de vue de la GRE
- La plupart des sociétés perçoivent les coûts associés au dispositif ORSA comme un élément très gérable de leurs budgets globaux.

Ce n'est là qu'une infime partie des constatations. Vous trouverez d'autres observations intéressantes dans le rapport intégral du projet, à l'adresse <http://www.soa.org/Research/Research-Projects/Risk-Management/research-2015-orsa-implementation.aspx>.

VOUS POURRIEZ ÉGALEMENT AIMER :

Sondage 2015 sur les risques émergents

<https://www.soa.org/Files/Research/research-2015-emerging-risks-survey.pdf>

Le risque réglementaire et les organismes du secteur des assurances en Amérique du Nord

<https://www.soa.org/Files/Research/Projects/2015-reg-risk-company-perspective.pdf>

<http://www.cia-ica.ca/docs/default-source/2015/215035f.pdf> ■

Estimation de la probabilité d'une atteinte à la cybersécurité

par Meghan Anthony, Maria Ishmael, Erik Santa, Arkady Shemyakin, Gary Stanull et Natalie Vandeweghe

Note de la rédaction

De nos jours, la gestion du cyber-risque fait partie des activités courantes des entreprises. Toutefois, l'évolution des menaces et les données fragmentées dont on dispose sur le cyber-risque constituent des défis pour les entreprises qui tentent de comprendre et de quantifier le risque associé à une atteinte à la cybersécurité.

Nous sommes donc heureux de faire part à nos lecteurs d'un article du professeur Shemyakin et de son équipe de l'Université de St. Thomas portant sur l'estimation de la probabilité d'une atteinte à la cybersécurité. Les auteurs expliquent comment estimer la probabilité d'une atteinte à la sécurité pour une application de base de données spécifique. Grâce à un exemple simple, la probabilité d'atteinte à la sécurité d'une base de données contenant 100 000 enregistrements est estimée à l'aide de la probabilité d'une atteinte à la base de données et d'un facteur de Bayes. Ce facteur est dérivé d'un modèle prédictif, présenté ci-dessous. L'estimation obtenue donne aux décideurs de l'information sur la probabilité d'atteinte à une application spécifique, ce qui permet de déterminer les applications les plus vulnérables et d'attribuer des « cotes de risque » aux applications.

INTRODUCTION

La technologie de l'information est le moteur de l'économie américaine, à laquelle elle confère un avantage concurrentiel sur les marchés mondiaux en permettant d'offrir de meilleurs services et d'accroître la productivité. En raison de leur grande importance, les systèmes d'information font l'objet de diverses menaces, depuis la simple perte d'une clé USB par un employé jusqu'à des pirates malveillants. Malheureusement, le visage des menaces change constamment. Pour déterminer le risque que posent ces menaces, il faut évaluer la probabilité que des vulnérabilités connues et inconnues soient exploitées. Pour ce faire, une évaluation précise de l'incidence d'une atteinte à la sécurité doit être faite, et il faut déterminer la probabilité qu'un tel incident se produise.

Notre objectif ici est d'établir un modèle prédictif fondé sur les attributs connus des systèmes pour évaluer le risque associé aux systèmes d'information. Le but est d'offrir aux décideurs les renseignements les plus exacts possibles sur la probabilité d'une

atteinte à la sécurité pour qu'ils puissent prendre des décisions éclairées quant à la meilleure façon d'atténuer le risque.

La plupart des articles de nature statistique portant sur la cybersécurité sont axés sur l'analyse des données sur les atteintes ainsi que sur l'élaboration de modèles de distribution de la fréquence des atteintes et de l'importance des pertes qui en découlent. Nous nous attaquons ici à un autre problème : comment estimer la probabilité qu'une application de base de données spécifique soit atteinte. Une telle estimation permettrait d'attribuer des « cotes de risque », et les décideurs peuvent ainsi déterminer quelles sont les applications les plus vulnérables en fonction de certaines caractéristiques observables. Toutefois, pour obtenir ces estimations, il faut construire des modèles de distribution de ces caractéristiques non seulement pour les applications « compromises », mais aussi pour celles qui sont « intactes ».

Pour illustrer ce point, considérons un attribut A d'une application (par exemple la taille, le type de données ou le secteur d'activité). À l'aide de la formule de Bayes, on peut évaluer la probabilité qu'une application dotée de cet attribut soit compromise :

$$P(C / A) = \frac{P(C)P(A / C)}{P(C)P(A / C) + P(I)P(A / I)}, \quad (1)$$

où $P(C)$ est la probabilité a priori générale qu'une application soit compromise, $P(I) = 1 - P(C)$, et $P(A / C)$ et $P(A / I)$ sont les probabilités d'observer l'attribut A parmi les applications compromises et les applications intactes, respectivement. Ces deux dernières valeurs peuvent être estimées à partir des données historiques, lorsqu'elles sont disponibles. Cette estimation exige une certaine connaissance de la population des applications intactes, qui n'est généralement pas utilisée dans l'analyse des données sur les atteintes.

PROBABILITÉ D'ATTEINTE SELON LA TAILLE DE L'APPLICATION

À titre d'illustration, prenons des données du secteur de la santé et retenons un seul attribut d'application, par exemple la taille mesurée en fonction du nombre total d'enregistrements. Considérons les catégories de tailles d'application suivantes :

T_1 : Moins de 10 000 enregistrements

T_2 : Entre 10 000 et 30 000 enregistrements

T_3 : Entre 30 000 et 100 000 enregistrements

T_4 : Entre 100 000 et 1 million d'enregistrements

T_5 : Plus de 1 million d'enregistrements

Supposons que, de façon indépendante de la taille de l'application, la probabilité d'atteinte de l'application (application compromise)

est estimée comme étant $P(C)$, la probabilité *a priori* d'atteinte. La probabilité *a posteriori* d'atteinte conditionnelle à la taille de la catégorie T_k , où $k = 1, 2, 3, 4, 5$, peut être évaluée comme suit :

$$P(C / T_k) = \frac{P(C)P(T_k / C)}{P(C)P(T_k / C) + (1 - P(C))P(T_k / I)} \quad (2)$$

où $P(T_k / C)$ et $P(T_k / I)$ sont estimées à partir de deux modèles de distribution paramétriques différents pour la taille aléatoire X_C d'une application compromise $F_C(x) = P(X_C \leq x)$ et la taille X_I d'une application intacte $F_I(x) = P(X_I \leq x)$:

$$P(T_k / C) = \int_{T_k} x dF_C(x), P(T_k / I) = \int_{T_k} x dF_I(x). \quad (3)$$

MODÈLES DE DISTRIBUTION POUR LA TAILLE DE L'APPLICATION

Pour les données sur les atteintes, nous avons utilisé 1 572 points de données enregistrés dans la base de données du HHS[2]. Pour les données sur les applications intactes, nous avons utilisé une taille d'échantillon de 81, obtenue à partir de l'expérience de l'industrie dans le cadre d'une analyse des applications effectuée en 2014 et 2015.

La taille de l'application est mesurée en fonction du nombre total d'enregistrements E log-transformé et déplacé selon des seuils naturels de 500 (taille minimale pour les données compromises) et de 10 (taille minimale pour les données intactes) de sorte que

$$X_C = \ln(E) - \ln(499) \text{ et } X_I = \ln(E) - \ln(9).$$

Pour les variables X_C et X_I , trois modèles de distribution à deux paramètres sont considérés : une distribution normale (gaussienne), d'après la proposition de Edwards, Hofmeyr et Forrest [1]; une distribution gamma; et une distribution de Weibull. Des estimations du maximum de vraisemblance (EMV) ont été calculées pour les trois modèles. Dans les figures 1 et 2, la limite de la zone grise correspond à la fonction de répartition empirique; le trait interrompu correspond au meilleur ajustement de la distribution normale; le trait rouge, à la distribution gamma ajustée; et le trait vert, à la distribution de Weibull ajustée.

Figure 1. Distribution $F_C(x) = P(X_C \leq x)$

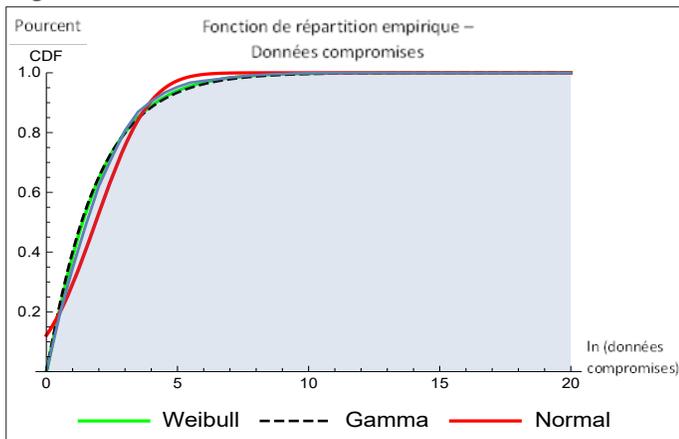
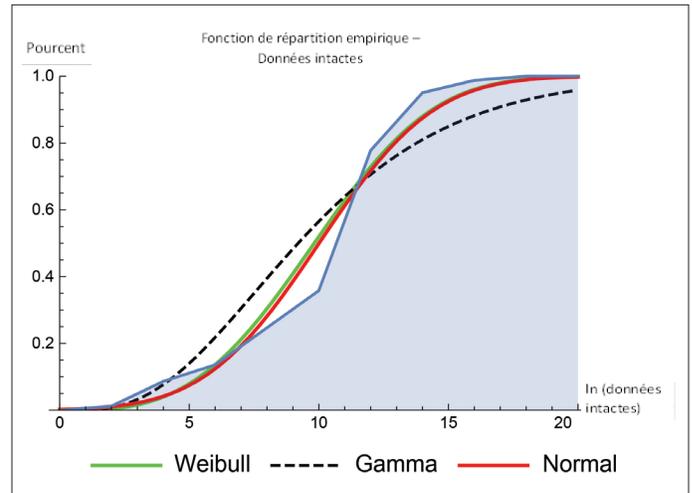


Figure 2. Distribution $F_I(x) = P(X_I \leq x)$



La sélection du modèle à l'aide du critère d'information d'Akaike (CIA) donne les résultats présentés au tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Valeurs du CIA (plus la valeur est faible, mieux c'est)

Modèle	Normale	Gamma	Weibull
X_C	5 964,4	5 129,9	5 117,2
X_I	435,5	479,3	447,6

D'après les valeurs du CIA du tableau 1 et les représentations graphiques de $F_C(x)$ à la figure 1 et de $F_I(x)$ à la figure 2, nous recommandons le choix de la distribution de Weibull dans les deux cas : $F_M(x) = 1 - e^{-(x/\theta_M)^{\tau_M}}$, l'échelle θ_M et la forme τ_M étant estimées séparément pour les modèles $M = C, I$ au moyen de l'EMV :

$$\tau_C = 1,089, \theta_C = 1,937; \tau_I = 3,156, \theta_I = 11,036.$$

FACTEURS DE BAYES

À partir des résultats de la section qui précède, on peut estimer $P(T_k / C)$ et $P(T_k / I)$. Pour obtenir les probabilités *a posteriori* d'une atteinte directement à partir de l'équation (2), il faudrait une spécification supplémentaire de la probabilité *a priori* $P(C)$, généralement inconnue. On utilise donc des *facteurs* de Bayes définis pour chaque $k = 1, \dots, 5$ comme suit :

$$FB_k = \frac{P(T_k / C)}{P(T_k / I)}$$

Il découle de l'équation (2) que pour une valeur $P(C)$ suffisamment faible, les facteurs de Bayes se rapprochent des ratios des probabilités $FB_k \approx \frac{P(C/T_k)}{P(C)}$ et représentent donc des « ajustements » appropriés aux probabilités *a priori* d'une atteinte, qui tiennent compte de la taille de l'application. Le sommaire des résultats est présenté au tableau 2.

Tableau 2. Probabilités conditionnelles et facteurs de Bayes

T_k	$P(T_k / C)$	$P(T_k / I)$	FB_k
$\leq 10\ 000$	0,800	0,213	3,756
$10\ 000 \leq 30\ 000$	0,096	0,102	0,941
$30\ 000 \leq 100\ 000$	0,054	0,128	0,422
$100\ 000 \leq 1\ 000\ 000$	0,038	0,248	0,153
$\geq 1\ 000\ 000$	0,011	0,308	0,036

Ces résultats peuvent être interprétés de la manière suivante : si l'on commence par une faible probabilité *a priori* d'une atteinte $P(C)$, le fait de savoir que l'application appartient à une certaine catégorie de tailles T_k permet d'estimer la probabilité *a posteriori*, comme suit : $P(C / T_k) \approx P(C) \times CF_k$. D'après la première et la dernière lignes du tableau 2, plus la taille de l'application est petite, plus l'application risque d'être compromise, tandis que les applications de très grande taille sont moins vulnérables. Cela peut s'expliquer par le fait que les atteintes aux applications de soins de santé sont souvent attribuables au vol d'ordinateurs portatifs et de dispositifs de stockage, qui sont peu susceptibles de contenir des applications de grande taille.

CONCLUSIONS :

- La distribution de Weibull donne le meilleur ajustement global pour C et I
 - Les points de données situés à l'extrémité de la courbe de l'ensemble de données (grand nombre d'enregistrements) ne s'écartent pas des lignes des tendances du meilleur ajustement, comme l'ont souligné Edwards, Hofmeyr et Forrest [1] pour le modèle gaussien.
- Les facteurs de Bayes peuvent servir à évaluer les probabilités *a posteriori* pour les probabilités *a priori* $P(C)$ faibles.
- La probabilité d'une atteinte aux données peut être ajustée de façon efficace en fonction de la taille de l'application (nombre d'enregistrements).

Prochaines étapes :

- Effectuer une analyse similaire et calculer les facteurs de Bayes d'après le nombre d'enregistrements pour chaque type d'atteinte (p. ex. vol d'un ordinateur portable ou piratage délibéré à grande échelle).
- Déterminer les attributs des entités, par exemple le revenu, qui sont corrélés avec le nombre d'enregistrements.
 - Utiliser ces attributs comme variables de substitution pour la distribution sous modèle des tailles (selon le nombre d'enregistrements) des applications « intactes ».
- Analyser l'ensemble de données de la firme Privacy Rights Clearinghouse [6] pour élargir la portée de l'étude aux secteurs autres que les soins de santé.
- Estimer le risque pour les systèmes d'information en fonction du nombre d'enregistrements.



RÉFÉRENCES

- [1] Edwards, B., S. Hofmeyr et S. Forrest (2015). *Hype and Heavy Tails: A Closer Look at Data Breaches*, http://www.econinfosec.org/archive/weis2015/papers/WEIS_2015_edwards.pdf.
- [2] Department of Health and Human Services (HHS) des États-Unis, www.hhs.gov.
- [2] Verizon Data Breach Incident Reports (DBIR), 2008 – 2016, www.verizonenterprise.com/verizon-insights-lab/dbir/.
- [3] Symantec (2016). *Healthcare Internet Security Threat Report (ISTR)*, www.symantec.com.
- [4] Ponemon Institute (2015). *Fifth Annual Benchmark Study on Privacy & Security of Healthcare Data*, www.ponemon.org.
- [5] HITRUST (2012). *A Look Back: U.S. Healthcare Data Breach Trends*, hitrustalliance.net.
- [6] Privacy Rights Clearinghouse. *Chronology of Data Breaches and Security Breaches 2005 – Present*, www.privacyrights.org/. ■



Meghan E. Anthony, Université de St. Thomas. On peut la joindre à anth4118@stthomas.edu.



Arkady Shemyakin, Ph.D., est professeur et directeur du programme de statistiques à l'Université de St. Thomas. On peut le joindre à a9shemyakin@stthomas.edu.



Maria L. Ishmael, Université de St. Thomas. On peut la joindre à ishm3313@stthomas.edu.



Gary Stanull, B.S., M.B.A., M.S., CISSP, CISM, est architecte de la sécurité d'entreprise chez Optum Technology. On peut le joindre à gary.stanull@optum.com.



Erik W. Santa, Université de St. Thomas. On peut le joindre à sant5579@stthomas.edu.



Natalie A. Vandeweghe, Université de St. Thomas. On peut la joindre à vand1269@stthomas.edu.

Knowledge On-the-Go

SOA Podcasts

The SOA releases free podcasts each month, designed to help busy professionals find the time to gain insight and hear different perspectives. Recent podcasts explored topics ranging from how nonqualified annuities are taxed to how to be an ethical leader.

SOA.org/Podcast

Le cyberrisque ouvre de nouvelles possibilités

par Michael Solomon

La cybersécurité, c'est ce qui tient nos clients éveillés la nuit. De récents cas d'intrusion, fort médiatisés, préoccupent les administrateurs d'entreprises. Celles-ci se tourneront donc vers leur assureur de responsabilité civile pour obtenir la protection dont elles ont besoin, que ce soit sous forme d'avenant à leur police actuelle ou de police autonome, et elles verront d'un mauvais œil leur assureur si celui-ci refuse de la leur accorder. Tant les journaux spécialisés que les clients rencontrés citent la cybersécurité comme l'un des principaux risques à gérer. Les actuaires doivent collaborer avec d'autres experts du secteur des assurances pour trouver des solutions durables et innovantes qui profiteront aux principaux intervenants. C'est ainsi que leurs clients internes et externes jugeront de la valeur ajoutée de leurs services.

Le présent essai met en lumière les plus importants aspects du rôle de l'actuaire dans la tarification de l'assurance cyberrisque.

Dans la partie 1, nous évoquons les principaux risques liés à la cybersécurité, les raisons qui poussent les entreprises à s'assurer, les motifs pour lesquels les sociétés d'assurances seront tenues d'offrir cette protection même si elles ont de bonnes raisons de s'y opposer, ainsi que les techniques de gestion du risque qui sont à la portée des entreprises.

Dans la partie 2, nous exposons la valeur ajoutée que les actuaires sont en mesure d'offrir.

Dans la partie 3, nous terminons en indiquant que le besoin grandissant de cette protection ouvre de nouvelles possibilités aux actuaires.

PARTIE 1 : RISQUE

Les pertes directes découlant de crimes informatiques à but lucratif, telle la prise en otage de données, sont en fait très faibles et s'élèvent à environ deux ou trois milliards de dollars par année; par contre, les coûts directs et indirects engendrés par ces crimes sont très élevés. Les frais de défense engagés pour de tels crimes totalisent près de 19 milliards de dollars par an, tandis que les coûts indirects s'élèvent à 40 milliards de dollars de plus par année. Le coût d'une seule intrusion peut se chiffrer en milliards de dollars (voir tableau 1) :

Tableau 1. Cas d'atteinte à la protection des données les plus médiatisés et leurs coûts connexes

Victime	Cause	Coût total	Coût assuré
Epsilon	Hameçonnage ciblé ²	Jusqu'à 4 milliards de dollars ³	Aucune protection en place
Home Depot	Défaillance du système de cybersécurité du fournisseur et du système de sécurité de Microsoft Windows	Milliards \$ ⁴	100 millions \$
Wendy's	Inconnue	Milliards \$ ⁵	Inconnu
Administration des anciens combattants	Ordinateurs/Disques durs externes soi-disant volés à la maison de l'employé lors d'un vol avec effraction ⁶	500 millions \$ ⁷	Aucune protection en place
Target	Défaillance du système de cybersécurité du fournisseur	252 millions \$ ⁸	90 millions \$
Hannaford Bros.	Logiciel malveillant	252 millions \$ ⁹ ; responsabilité de l'assurance pour vol d'identité et coût de la carte de remplacement ¹⁰	Aucune protection en place
Sony PlayStation	Inconnue	171 millions \$ ¹¹	Inconnu; règlement dans l'attente de l'appel après que la cour ait rendu un jugement sommaire à l'encontre de Sony ¹²
TJ Maxx	Réseau local sans fil mal sécurisé dans deux magasins ¹³	256 millions \$ ¹⁴	19 millions \$ ¹⁵
Sony Pictures Entertainment	Corée du Nord	151 millions \$ + atteinte à la réputation	151 millions \$
Heartland Payment Systems	Attaque par injection SQL ¹⁶	140 millions \$ ¹⁷	30 millions \$ ¹⁸
Anthem	Faux nom de domaine/ Hameçonnage	Plus de 100 millions \$ ¹⁹	100 millions \$ ²⁰

Le cybercrime engendre un grand nombre de coûts divers. Les coûts directs comprennent les coûts relatifs aux rançongiciels, à la perte de données et aux poursuites. Ce risque, s'il n'est pas assuré, peut faire perdre leur emploi à des personnes clés, et il se peut même que dans le cadre de nouvelles affaires des conseils d'administration soient poursuivis pour négligence.

Les vulnérabilités informatiques à l'origine de cette situation ne donnent guère de signes d'amélioration au fil des ans. Bon nombre d'entreprises « vivent en deçà du seuil de pauvreté en matière de sécurité ». Les sommes que bon nombre de petites et moyennes entreprises (PME) consacrent à la cybersécurité sont négligeables, ce qui explique pourquoi elles ne possèdent guère de compétences en technologies de l'information, qu'elles ne sont pas en mesure de suivre les recommandations des experts-conseils en informatique et qu'elles ne font par conséquent qu'éteindre les feux plutôt que de gérer les cyberrisques dans une optique à long terme²¹. À l'heure actuelle, on note une absence généralisée de preuve objective que les contrôles particuliers – qu'il s'agisse des politiques, des processus, des technologies ou de quelque autre moyen – ont un impact mesurable et favorable sur la qualité de la gestion du risque²². Bien que Singapour figure parmi les pays les plus avancés au monde au plan de la technologie, la solution retenue par son gouvernement en matière de cybersécurité consiste à éliminer l'accès des employés à Internet²³.

Il existe peu de solutions technologiques à même de contrer les cyberrisques. La plupart des options que proposent les fournisseurs n'offrent pas la protection voulue et elles ne semblent pas s'améliorer. Les contrôles techniques sont souvent trop compliqués ou trop coûteux à mettre en place, ou les deux à la fois. Le manque de données disponibles au sujet des cyberrisques les plus probables accentue ces problèmes. À défaut de nouveaux renseignements de sécurité, la plupart des entreprises ne peuvent prendre des décisions éclairées concernant la meilleure façon de répartir leur budget limité en matière de cybersécurité. Cela étant, certaines entreprises peuvent être tentées de souscrire une assurance cybersécurité plutôt que d'investir dans l'achat de solutions technologiques et d'autres moyens de contrôle. Elles peuvent décider de transférer le risque dans son intégralité plutôt que d'investir dans de coûteux efforts d'atténuation du cyberrisque, qui, pour l'essentiel, n'ont pas prouvé leur utilité. Si les assureurs n'imposent pas de critères minimums de sélection des risques, ce phénomène pourrait faire naître un risque subjectif et inciter les entreprises à prendre encore plus de risque au lieu de chercher à améliorer leur culture du risque.

Certaines sociétés offrent des avenants de cybersécurité à leurs titulaires d'une police d'assurance responsabilité civile, sans bien comprendre ce que leur coûte réellement cette garantie, préférant proposer à la place de faibles montants de garantie. Les assurés ne s'attendent-ils pas à obtenir de l'information sur ce qu'est un montant de garantie adéquat? Lorsqu'un incident survient et que le montant de garantie est faible en regard de

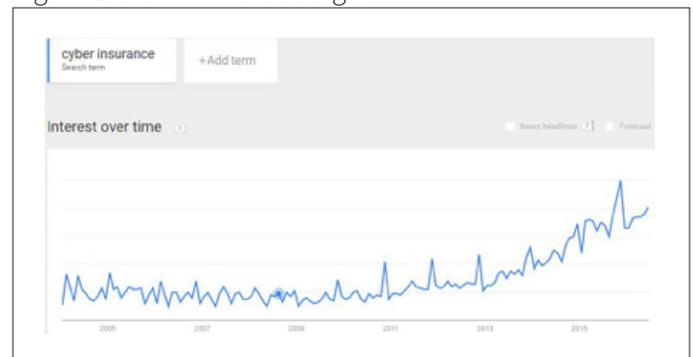
la perte subie et que l'assuré doit prendre à sa charge l'écart résiduel, pensez-vous que l'assuré renouvellera sa police avec cette société? Le fait d'offrir de faibles montants de garantie ne saurait remplacer la rigueur dont doit faire preuve l'actuaire. En fait, je suis pour l'offre de montants de garantie élevés.

PARTIE 2 : VALEUR AJOUTÉE

Deux raisons expliquent pourquoi les assureurs offrent une protection contre le cyberrisque. Premièrement, l'assurance responsabilité civile représente, pour de nombreux assureurs, une branche très importante et rentable. Les assurés consulteront d'autres assureurs si celui qu'ils ont actuellement n'est pas en mesure de leur offrir la protection dont ils ont besoin.

Deuxièmement, le cyberrisque est une branche d'assurance qui gagne en importance et qui ouvre de nouvelles possibilités de revenus. Malgré une récente décision de la cour d'appel selon laquelle les polices d'assurance responsabilité civile peuvent couvrir les frais de défense liés à une intrusion informatique²⁴, l'intérêt manifesté pour l'assurance cybersécurité ne cesse d'augmenter, comme le montre la figure 1²⁵.

Figure 1 Tendances de Google

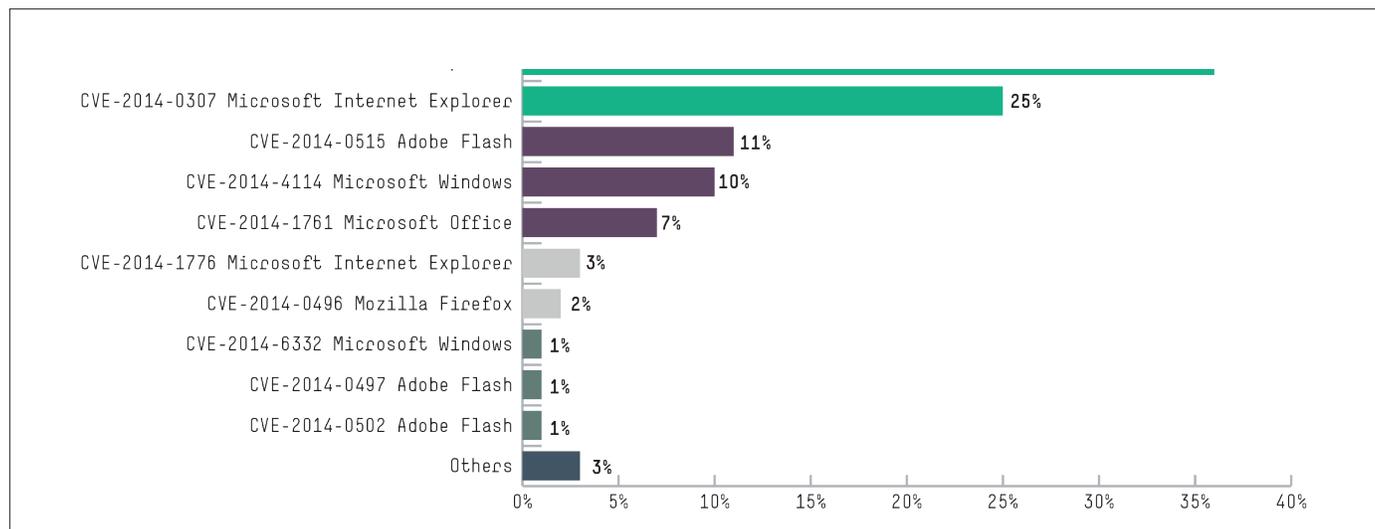


Source : Google Trends, "cyber insurance," <https://www.google.com/trends/explore?q=cyber%20insurance>.

Un grand nombre des cyberrisques ne sont pas nouveaux (p. ex., vol de propriété intellectuelle, perte de profits, bris de confidentialité, atteinte à la réputation), et d'autres professions se tournent vers les actuaires pour qu'ils donnent la voie à suivre. En ce qui concerne la constitution d'un référentiel d'incidents informatiques, un courtier, deux souscripteurs et un réassureur ont soutenu que les actuaires étaient les personnes les mieux qualifiées pour traiter ces données et pour créer de nouveaux produits d'assurance cybersécurité ou améliorer les produits existants.

C'est précisément en raison de l'absence de données que les actuaires sont en mesure de faire preuve de leur utilité. Ils peuvent dresser une liste détaillée des éléments de données à collecter pour permettre une analyse utile, ils peuvent passer au peigne fin les données disponibles afin d'établir des étalons de fréquence et de gravité, ils peuvent déterminer lesquelles des données sont crédibles et bien soupeser différentes indications. Par ailleurs, les technologues ignorent quelles sont les meilleures protections. Par exemple, dans quelle mesure le chiffrage

Figure 2 Les meilleurs exemples de vulnérabilités et expositions communes (VEC) découverts en 2014



Source : HPE Security Research Cyber Risk Report 2015. Hewlett Packard Enterprise Development LP.

est-il avantageux? Quel niveau doit-on adopter? Les actuaires sont exceptionnellement bien qualifiés pour trouver dans les données les réponses à ces questions. En procédant à la synthèse des données disponibles, les actuaires peuvent orienter les efforts des assureurs afin qu'ils travaillent avec les assurés à la réduction des pertes et à l'accroissement de la rentabilité.

Les polices d'assurance cybersécurité se composent généralement de plusieurs sous-garanties (p. ex., la Beazleys Breach Response en compte huit²⁶). Les actuaires peuvent déterminer l'exposition relative de chacune de ces sous-garanties et adapter les conditions particulières des polices aux besoins des assurés.

L'un des grands enjeux de l'assurance cybersécurité est le niveau de cybersécurité que les assureurs doivent exiger des assurés. Si ces niveaux se traduisent par des coûts trop élevés, l'attrait commercial du produit en souffrira. Par contre, l'application de critères trop permissifs encouragera les assurés à lésiner sur les solutions de protection onéreuses. Certains ont fait savoir qu'il était déraisonnable d'exiger de tous les employés qu'ils aient les nouvelles versions corrigées des logiciels. À mon avis, ce ne l'est pas (voir la figure 2). Les assurés sont en mesure de veiller à que tous les employés disposent d'une certaine version du logiciel à un moment donné, en procédant à des mises à niveau centralisées. Les assurés sont aussi en mesure d'exiger des employés qu'ils disposent de droits d'administrateur pour effectuer des téléchargements, le chiffrement des disques durs externes, le traitement automatique du langage naturel, et ainsi de suite. Nombre d'entreprises exigent de leurs employés qu'ils suivent une formation tous les ans pour les sensibiliser au harcèlement sexuel, afin d'éviter les poursuites et la perte du personnel clé. Les assureurs auraient donc raison d'exiger une formation annuelle en cybersécurité.

Les causes des pertes sont nombreuses, et l'intrusion des données tient à plusieurs d'entre elles. Bien que toutes ces causes ne puissent être contrôlées par les assurés, le Data Breach Investigations Report de Verizon (2013) révèle que 90 % des cyberattaques survenues au cours de l'année précédente auraient pu être évitées si des systèmes de complexité simple ou moyenne avaient été mis en place. Il y a nettement place à l'amélioration dans la plupart des entreprises en matière de gestion des cyberrisques²⁷. Les assureurs ne devraient pas couvrir les risques sur lesquels l'assuré exerce un contrôle; l'assurance a pour but de couvrir uniquement les biens sur lesquels l'assuré ne peut exercer un contrôle. Les assureurs devraient inciter les assurés à faire ce qu'ils peuvent, soit en les obligeant à se protéger, soit par le biais des conditions de la police, comme le précise le présent document.

La fréquence et la gravité des incidents sont au cœur des travaux sur la gestion des cyberrisques. Bien que les entreprises puissent analyser la fréquence des incidents en examinant les quelques données disponibles, l'estimation de leur gravité est une tâche plus ardue. Les divers secteurs sont évalués selon des critères différents. À titre d'exemple, la fréquence élevée des sinistres liés à des crimes informatiques de la part du secteur médical s'explique par les normes strictes de l'HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) en matière de sécurité et de confidentialité de l'information. Les assureurs demandent aux assurés des primes qui sont fonction de leur zone géographique et de leur secteur. Ils doivent user de leur jugement pour savoir quelles entreprises courent le plus de risque d'être victimes d'une attaque.

La fréquence est faible et, de façon générale, les sociétés constatent rapidement si elles ont été victimes d'intrusion. Cette situation comporte deux répercussions : le risque est plus facile à tarifier et par conséquent, il est plus facilement assurable. En

outre, il est rare que plus d'une police soit mise en cause par un événement, et ces rares événements, qui sont généralement le fait de fournisseurs de services infonuagiques, peuvent être spécifiquement exclus d'un contrat. D'aucuns ont suggéré qu'un filet de sécurité fédéral semblable à la TRIA (*Terrorism Risk Insurance Act*) serait nécessaire pour couvrir ces événements.

Les assureurs ne devraient pas couvrir le risque de fréquence. Ce fardeau devrait incomber à l'assuré. Les sociétés d'assurances ajoutent de la valeur aux entreprises en prenant en charge la gestion du risque volatil pour que la direction puisse concentrer le capital dans d'autres éléments. La société est la mieux placée pour gérer les pertes prévisibles au moyen de la gestion des flux monétaires, peut-être par le biais d'une société captive à société mère unique. Les franchises élevées par événement obligent l'assuré à assumer le risque de fréquence et elles ne transfèrent que le risque de gravité volatil à l'assureur. Selon cette logique, il ne serait pas nécessaire d'imposer des franchises globales élevées. Je propose l'application d'une limite par événement dans l'ensemble de la police.

L'application de franchises élevées par événement empêche de percevoir l'assurance comme une solution de remplacement de la cybersécurité en bonne et due forme. Comme il est mentionné ci-haut, certains soutiennent que l'assurance cyberrisque est actuellement moins coûteuse que la cybersécurité; par conséquent, le risque subjectif et le risque moral sont les plus importants obstacles pour les sociétés d'assurances qui souhaitent prendre de l'expansion dans ce secteur. Pour garantir leur viabilité à long terme, les assureurs doivent éliminer l'attrait de leurs polices pour les sociétés qui choisissent l'assurance comme solution pour remplacer l'investissement dans la gestion du cyberrisque.

L'assureur est habituellement davantage en mesure que l'assuré d'assumer le risque de sinistres très graves. Il peut répartir le risque entre plusieurs polices, ce qui lui permet d'absorber plus facilement les événements peu fréquents. Afin d'optimiser la valeur, l'assureur devrait donc offrir des polices à limites élevées. Les polices à limites peu élevées sont utilisées pour abaisser les primes lorsque l'assuré est disposé à assumer des sinistres très graves et qu'il choisit implicitement d'utiliser ses ressources et son capital pour se protéger d'autres risques. Des limites insuffisantes peuvent entraîner la faillite dans les cas les plus graves. D'après mon expérience, les assurés ne sont pas disposés à accepter le risque de sinistres très graves rattachés à la cybersécurité lorsque les risques ne sont pas entièrement connus.

Les assureurs sont beaucoup plus à même d'accepter ce risque dans le cadre des mécanismes habituels de mise en commun des risques d'assurance.

Les limites imposées aux polices se justifient également par la conservation des assurés. Comme il est mentionné ci-devant, le risque de gravité dépasse largement le risque de fréquence; ainsi, les franchises par événement sont bien plus efficaces. Les assurés sont davantage en mesure de conserver le risque lorsque les franchises sont élevées que lorsque les limites sont basses.

PARTIE 3 : LE CYBERRISQUE OUVRE DE NOUVELLES POSSIBILITÉS

Pour conclure, je soutiens que les sociétés d'assurances peuvent élargir leur offre de produits d'assurance cybersécurité de la manière suivante :

Les polices doivent prévoir des franchises par événement qui sont élevées, et exiger des assurés qu'ils adoptent des mesures strictes de cybersécurité, ce qui permettra de maintenir les primes à un niveau abordable, tout en encourageant les assurés à réduire leurs risques.

- Les montants de garantie devraient être élevés, que ce soit pour chaque événement ou au total, car les assureurs sont davantage en mesure que les assurés d'assumer le risque de pertes importantes et ces derniers ont peu de possibilités de minimiser ces événements, qui sont peu fréquents.
- Les garanties devraient être flexibles afin de pouvoir répondre aux besoins particuliers des assurés.

Bien que cyberrisque rime avec pertes astronomiques, manque de données et absence de consensus dans le milieu de la technologie quant à la façon de le gérer, c'est précisément pour cette raison que les actuaires, forts de leurs compétences spécialisées et de leur expérience, sont en mesure d'offrir une valeur ajoutée. Au moment d'écrire ces lignes, les plus grandes sociétés d'assurances élargissent leur équipe spécialisée dans la cyberresponsabilité²⁸, conscientes des énormes possibilités qui s'y rattachent. Les sociétés qui seront en mesure de résoudre les difficultés qui sous-tendent la protection des cyberrisques et de répondre aux besoins de leurs clients s'en verront récompensées. C'est une occasion à ne pas rater! ■

NOTES

- 1 *Cybersecurity Insurance Workshop Readout Report*, National Protection and Programs Directorate, U.S. Department of Homeland Security, Washington, D.C., novembre 2012.
- 2 Jaikumar Vijayan. « Epsilon a Victim of Spear-phishing Attack, Says Report », *Computerworld*, 7 avril 2011, <http://www.computerworld.com/article/2507075/security/epsilon-a-victim-of-spear-phishing-attack-says-report.html>, consulté le 8 juin 2016.
- 3 Lori Widmer. « The 10 Most Expensive Data Breaches », *Life Health Pro*, 18 juin 2015, <http://www.lifehealthpro.com/2015/06/18/the-10-most-expensive-data-breaches?t=practice-management&slreturn=1465402403&page=5>, consulté le 8 juin 2016.
- 4 Greg Masters. « Home Depot Breach Costs Expected to Reach Billions », *SC Media*, 2 octobre 2015, <http://www.scmagazine.com/home-depot-breach-costs-expected-to-reach-billions/article/442849/>, consulté le 8 juin 2016.
- 5 « Credit Unions Feeling Pinch in Wendy's Breach », *Krebs on Security*, 2 mars 2016, <http://krebsonsecurity.com/2016/03/credit-unions-feeling-pinch-in-wendys-breach/>, consulté le 8 juin 2016.
- 6 « Veterans Affairs Data Theft », *Electronic Privacy Information Center*, n. d., <https://epic.org/privacy/vatheft/>, consulté le 8 juin 2016.
- 7 *Ci-dessus*, note 4.
- 8 Michael Kassner. « Data Breaches may Cost Less Than the Security to Prevent Them », *Tech Republic*, 9 avril 2015, <http://www.techrepublic.com/article/data-breaches-may-cost-less-than-the-security-to-prevent-them/>, consulté le 8 juin 2016.
- 9 Widmer. « 10 Most Expensive. »
- 10 Decision and Order on Plaintiffs' Revised and Supplemented Motion for Class Certification, U.S. District Court, District of Maine (Portland), Civil Docket No.: 2:08-MD-1954-DBH, http://www.med.uscourts.gov/Opinions/Hornby/MDL/MDL1954_2013_03_20_ORDER11.pdf, consulté le 8 juin 2016.
- 11 *Ci-dessus*, note 3.
- 12 Young Ha. « Sony, Zurich Reach Settlement in PlayStation Data Breach Case in New York », *Insurance Journal*, 1^{er} mai 2015, <http://www.insurancejournal.com/news/east/2015/05/01/366600.htm>, consulté le 8 juin 2016.
- 13 Jaikumar Vijayan. « One Year Later: Five Takeaways from the TJX Breach », *Computerworld*, 7 janvier 2008, <http://www.computerworld.com/article/2538711/cybercrime-hacking/one-year-later-five-takeaways-from-the-tjx-breach.html>, consulté le 8 juin 2016.
- 14 Ross Kerber. « Cost of Data Breach at TJX Soars to 256m » *Boston Globe*, 15 août 2007, http://archive.boston.com/business/globe/articles/2007/08/15/cost_of_data_breach_at_tjx_soars_to_256m/, consulté le 8 juin 2016.
- 15 « Insurance Company Reimburses TJX Almost \$19 Million for Data Breach », *Fierce Retail*, 22 février 2008, <http://www.fierceretail.com/story/insurance-company-reimburses-tjx-almost-19-million-for-data-breach>, consulté le 8 juin 2016.
- 16 Jeremy Kirk. « Miami Man Indicted for Massive Credit Hack », *CSO Online*, 18 août 2008, <http://www.csoonline.com/article/2124294/malware-cybercrime/miami-man-indicted-for-massive-credit-hack.html>, consulté le 8 juin 2016.
- 17 *Ci-dessus*, note 8.
- 18 Jaikumar Vijayan. « Heartland Breach Expenses Pegged at \$140M—so Far », *Computerworld*, 10 mai 2010, <http://www.computerworld.com/article/2518328/cybercrime-hacking/heartland-breach-expenses-pegged-at-140m-so-far.html>, consulté le 8 juin 2016.
- 19 *Ci-dessus*, note 8.
- 20 Mary A. Chaput. « Calculating the Colossal Cost of a Data Breach », *CFO*, 24 mars 2015, <http://www2.cfo.com/data-security/2015/03/calculating-colossal-cost-data-breach/>, consulté le 8 juin 2016.
- 21 *Cyber Risk Culture Roundtable Readout Report*, National Protection and Programs Directorate, U.S. Department of Homeland Security, Washington, D.C., mai 2013.
- 22 *Ibid.*
- 23 « No Internet for Singapore Public Servants », *BBC News*, 8 juin 2016, <http://www.bbc.com/news/world-asia-36476422>, consulté le 8 juin 2016.
- 24 John P. Mello Jr. « Insurance Industry Buzzes Over Data Breach Ruling », *Tech News World*, 21 avril 2016, <http://www.technewsworld.com/story/83403.html>, consulté le 14 juin 2016.
- 25 Google Trends, « cyber insurance », <https://www.google.com/trends/explore?q=cyber%20insurance>, consulté le 9 juin 2016.
- 26 https://www.beazley.com/london_market/specialty_lines/professional_liability/technology_media_and_business_services/beazley_breach_response/understanding_the_coverage.html, consulté le 14 juin 2016. Source des données originales : Breaches handled by Beazley Breach Response Services in 2014.
- 27 *Ci-dessus*, note 21.
- 28 Joyce Famakinwa. « Allianz Expands Cyber Insurance Team », *Business Insurance*, 7 juin 2016, http://www.businessinsurance.com/article/20160607/NEWS06/160609839?tags=58|285|93|137|98|83|76|71|70#utm_medium=email&utm_source=bi-breakingnews&utm_campaign=bi-breakingnews-20160607, consulté le 9 juin 2016 (abonnement obligatoire).



Michael Solomon, FCAS, CERA, MAAA, est actuaire-conseil auprès de la firme The Actuarial Advantage, Inc. On peut le joindre à MichaelSolomon613@gmail.com.

Publications récentes dans le domaine de la gestion du risque

À titre de rubrique 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 dschraub@soa.org ou à cheryl.by.liu@FWD.com.

1. Sondage de 2015 sur les risques émergents

CAS, ICA et SOA

<https://www.soa.org/Files/Research/research-2015-emerging-risks-survey.pdf>

2. Economic Scenario Generators - A Practical Guide

SOA

<https://www.soa.org/Files/Research/Projectsresearch-2016-economic-scenario-generators.pdf>

3. 2016 Enterprise Risk Management Symposium Monograph

ICA, CAS, SOA et The Actuarial Foundation

<https://www.soa.org/Library/Monographs/Other-Monographs/2016/april/2016-erm-symposium.aspx>

4. Evolving Challenges in Cyber Risk Management

Oliver Wyman et Marsh & McLennan Companies

<http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/apr/Evolving%20challenges%20in%20cyber%20risk%20management.pdf>

5. Waves of Disruption: The Cyber Risk threat to the Insurance Industry

Deloitte

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/FinancialServices/IE_2016_Cyber_Risk_Threat_to_Insurance_Industry.pdf

6. Issues Paper on Cyber Risk to the Insurance Sector

International Association of Insurance Supervisors

<http://www.iaisweb.org/page/consultations/closed-consultations/issues-paper-on-cyber-risks-to-the-insurance-sector/file/60062/issues-paper-on-cyber-risk-to-the-insurance-sector-public-consultation>

7. Concept Proposal categorisation methodology for cyber risk

CRO Forum

http://www.thecroforum.org/wp-content/uploads/2016/06/ZRH-16-09033-P1_CRO_Forum_Cyber-Risk_web.pdf ■

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



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

