

## *Note éducative*

# Utilisation de modèles

## Groupe de travail sur la modélisation

**Janvier 2017**

Document 217007

*This document is available in English  
© 2017 Institut canadien des actuaires*

*Les membres devraient connaître les notes éducatives. Les notes éducatives décrivent mais ne recommandent pas une pratique à adopter dans certains cas. Elles ne constituent pas des normes de pratique et sont donc de caractère non exécutoire. Elles ont pour but d'illustrer l'application (qui n'est toutefois pas exclusive) des normes de pratique, de sorte qu'il ne devrait y avoir aucun conflit entre elles. Elles visent à aider les actuaires en ce qui concerne l'application de normes de pratique dans des circonstances spécifiques. Le mode d'application de normes de pratique dans un contexte particulier demeure la responsabilité des membres.*

## NOTE DE SERVICE

**À :** Tous les Fellows, affiliés, associés et correspondants de l'Institut canadien des actuaires

**De :** Pierre Dionne, président  
Direction de la pratique actuarielle  
Bob Howard, président  
Groupe de travail sur la modélisation

**Date :** Le 26 janvier 2017

**Objet :** **Note éducative – Utilisation de modèles**

---

Une [ébauche révisée de la note éducative](#) a été diffusée aux membres le 26 juillet 2016. Le groupe de travail tient à remercier ceux qui ont fourni des commentaires. D'après ceux-ci, quelques précisions et corrections ont été apportées à la version finale de la note éducative, mais aucun changement important ne porte sur son orientation.

Le sujet le plus souvent commenté traitait des éléments qui constituent et ne constituent pas un modèle. Certains intervenants se sont opposés à la classification, à la section 1.2. Le groupe de travail reconnaît qu'il existe nécessairement un certain flou dans la définition d'un modèle et que le jugement de l'actuaire est nécessaire, plus particulièrement près de la limite entre ce qui constitue et ne constitue pas un modèle. Le groupe estime que la principale différence au chapitre de la définition réside dans la question de savoir s'il existe une simplification de la réalité plutôt qu'un calcul de la réalité.

Conformément à la politique sur le *Processus officiel d'approbation de matériel d'orientation autre que les normes de pratique et les documents de recherche* de l'Institut canadien des actuaires (ICA), la présente note éducative a été préparée par le Groupe de travail sur la modélisation et a reçu l'approbation finale aux fins de diffusion par la Direction de la pratique actuarielle le 24 janvier 2017.

Tel qu'indiqué à la sous-section 1220 des normes de pratique, « *L'actuaire devrait connaître les notes éducatives pertinentes et autres documents de perfectionnement désignés.* » Cette sous-section explique aussi qu'une « pratique que les notes éducatives décrivent dans un cas particulier n'est pas nécessairement la seule pratique reconnue dans ce cas ni nécessairement la pratique actuarielle reconnue dans une autre situation. » De plus, « Les notes éducatives ont pour but d'illustrer l'application des normes (qui n'est toutefois pas exclusive), de sorte qu'il ne devrait y avoir aucun conflit entre elles. »

Le Groupe de travail se compose de Bob Howard (président), Michelle John, Pierre Laurin, Michelle Lindo, Simon Nelson et Brenda Perras.

PD, RH

## Table des matières

1	Contexte .....	5
1.1	Renvoi à l'exposé-sondage .....	5
1.2	Exemples de modèles.....	5
1.3	Utilisation ou élaboration .....	7
1.4	Risque de modélisation et notation du risque d'un modèle .....	7
2	Choix du modèle .....	9
2.1	Modèle nouveau (ou considérablement modifié) .....	9
2.2	Modèle existant utilisé d'une nouvelle façon.....	11
2.3	Modèles dont l'utilisation par d'autres est approuvée .....	11
2.4	Modèles ne s'inscrivant pas dans le domaine d'expertise de l'actuaire.....	12
2.5	Analyse de sensibilité .....	13
2.6	Se préparer à utiliser le modèle.....	13
3	Modifications mineures apportées à un modèle.....	14
4	Utilisation des modèles.....	14
4.1	Validation des données d'entrée.....	15
4.2	Validation des hypothèses.....	15
4.3	Validation des résultats.....	16
4.4	Documentation .....	16
4.5	Validation périodique.....	17
4.6	Modèles stochastiques .....	17
5	Production de rapports.....	18
5.1	Si la modélisation est accessoire au mandat .....	19
5.2	Si le mandat implique la modélisation.....	19
5.3	Limites .....	19
6	Exemples hypothétiques.....	19
6.1	Évaluation de l'assurance-vie au moyen d'AXIS.....	20
6.2	Évaluation des régimes de retraite au moyen d'un logiciel tiers.....	21
6.3	Évaluation de l'assurance IARD au moyen de la méthode Chain Ladder .....	22
6.4	Détermination de la valeur du manque à gagner en salaires dans le cadre d'une poursuite pour décès imputable à une faute.....	22
6.5	Prévision des exigences en capital au moyen d'un modèle de feuille de calcul....	23
6.6	Utilisation d'un nouveau générateur de scénarios économiques dans un modèle de capital interne .....	24
	Annexe 1 : Barème de notation des risques.....	25
	Annexe 2 : Bibliographie .....	29

## 1 Contexte

### 1.1 Renvoi à l'exposé-sondage

La présente note éducative est diffusée en même temps que les modifications apportées à la Section générale des normes sur l'utilisation de modèles. Elle doit être lue de concert avec les nouvelles normes. Les normes de pratique portent sur les grands principes en cause dans l'utilisation de modèles par l'actuaire. La note éducative précise les principes pour établir plus spécifiquement la manière dont l'actuaire peut s'assurer de l'application de saines pratiques dans l'utilisation de modèles. La note éducative est fondée sur des principes plutôt que sur des règles. Les exemples qu'elle donne ont pour but d'illustrer les principes plutôt que de décrire une façon unique de faire les choses.

Plusieurs expressions sont définies dans les normes. Les définitions sont reproduites ici à des fins pratiques.

- .16.01 Exécution d'un modèle : ensemble d'intrants et des résultats correspondants produits par une implémentation d'un modèle. [«*model run*»]
- .17.1 Implémentation du modèle : un ou plusieurs systèmes développés pour effectuer les calculs relatifs aux spécifications du modèle. À cette fin, un « système » désigne les programmes informatiques, les chiffriers et les bases de données. [«*model implementation*»]
- .25.01 Modèle : représentation concrète de relations entre des entités ou des événements à l'aide de notions statistiques, financières, économiques ou mathématiques. Un modèle utilise des méthodes, des hypothèses et des données pour simplifier un système plus complexe et donne des résultats visant à fournir des renseignements utiles sur ce système. Un modèle comprend des spécifications du modèle, une implémentation de modèle et une ou plusieurs exécutions du modèle. Même chose pour modéliser. [«*model*»]
- .45.1 Risque de modélisation : risque que l'actuaire ou un utilisateur des résultats d'un modèle tire des conclusions inappropriées en raison des lacunes ou des limites du modèle ou de son utilisation. [«*model risk*»]
- .48.1.01 Spécifications d'un modèle : description des composantes d'un modèle et des relations entre ces composantes, y compris les types de données, les hypothèses, les méthodes, les entités et les événements. [«*model specification*»]

### 1.2 Exemples de modèles

La plupart du temps, ce qu'est un modèle et ce qui ne l'est pas est évident, mais parfois, ce n'est pas clair. Cependant, la distinction n'est pas nécessairement importante. Un actuaire voit à ce que tous les calculs soient faits avec habileté et diligence raisonnables. Utiliser un programme informatique sans déterminer s'il est suffisamment exact et convenable pour la tâche ne serait pas une saine pratique.

Dans les normes, la principale distinction entre un calcul qui n'est pas un modèle et un modèle porte sur la documentation nécessaire. Les normes exigent habituellement certains documents pour le choix et l'utilisation d'un modèle. Les normes de pratique ne renferment pas d'exigences selon lesquelles l'actuaire doit conserver des documents particuliers sur un calcul qui n'est pas un modèle, mais pour les calculs plus importants et complexes il serait prudent de conserver certains documents.

Qu'il s'agisse ou non d'un modèle, la même norme de prudence au plan de l'exactitude s'applique.

Les deux listes ci-dessous visent à donner des exemples de ce qui constitue ou non un modèle, mais aucune de ces listes n'est définitive et exhaustive. Elles visent à clarifier la définition, mais en bout de ligne, il faudra exercer un jugement pour déterminer s'il s'agit d'un modèle ou non.

### **Exemples qui ne sont pas des modèles**

1. L'addition d'une colonne de nombres. Il n'existe pas de simplification parce que la somme est en soi la réalité. Cela est vrai peu importe s'il s'agit de quelques nombres ou s'il y en a tellement qu'il serait impossible de les additionner à la main.
2. Le calcul de la ligne de régression des moindres carrés. Une ligne de régression peut être utilisée dans un modèle, mais le calcul de la ligne de régression ne constitue pas un modèle.
3. Les chiffriers utilisés pour résumer et reformater l'information, habituellement à des fins de production de rapports. Les intrants peuvent provenir de modèles, mais le résumé n'est pas un modèle.
4. Le calcul du facteur d'actualisation d'une rente viagère, lorsque la formule et les hypothèses sont prescrites, par exemple, par norme ou par règlement. Il ne s'agit pas d'un modèle, car le calcul ne laisse aucune place au jugement.

### **Exemples qui sont des modèles**

1. Le calcul du facteur d'actualisation d'une rente viagère, lorsque l'actuaire pose des hypothèses ou prend des décisions au sujet de mesures de simplification. Ce cas de figure s'oppose à celui de l'exemple 4.
2. L'examen dynamique de suffisance du capital. Il s'agit d'un modèle très complexe pouvant contenir plusieurs sous-modèles.
3. La production d'une série d'événements aléatoires. La production d'une série de nombres pseudo-aléatoires correspond à l'application d'un algorithme et non d'un modèle, mais quand ces nombres sont utilisés pour représenter la réalité, l'ensemble est réputé être un modèle.
4. La création de facteurs de matérialisation des pertes (FMP) (aussi désignés méthode du triangle (chain ladder)) pour estimer les sinistres encourus ultimes. Bien qu'un modèle simple, l'estimation de facteurs d'âge-en-âge et l'application des facteurs ultimes sont réputées être un modèle.

5. Les techniques de modèle linéaire généralisé (MLG) utilisées pour segmenter le volume d'affaires en assurance automobile.

### 1.3 Utilisation ou élaboration

La présente note éducative et les normes connexes portent sur l'utilisation de modèles, mais non sur l'élaboration de modèles. Il y a tout un bagage de connaissances au sujet des pratiques de codage, de la gestion du changement et de la gestion des processus auxquelles on a habituellement recours pour élaborer des systèmes (y compris des modèles) ou les modifier et les actuaires voudront s'assurer que de saines pratiques ont été appliquées à cette fin. La présente note met toutefois l'accent sur les tâches; par exemple, ce qui constitue un modèle pertinent dans une situation en particulier, l'assurance que les résultats du modèle ne contiennent aucune erreur importante et la meilleure façon de communiquer à l'utilisateur les connaissances découlant du modèle.

### 1.4 Risque de modélisation et notation du risque d'un modèle

Le concept du risque de modélisation est indispensable pour utiliser un modèle efficacement. Puisque le modèle est une simplification de la réalité, l'utilisation d'un modèle présente toujours un risque. Le risque de modélisation ne porte pas tant sur le résultat du modèle que sur les inférences, les opinions et les décisions qui découlent de la modélisation.

Diverses stratégies seraient appliquées pour atténuer le risque de modélisation. Ces stratégies sont utilisées lorsque les actuaires font les activités suivantes :

- choisir un modèle en vue de la réalisation d'une tâche;
- utiliser le modèle (de façon ponctuelle ou permanente) ou en superviser l'usage;
- communiquer les résultats de ce modèle.

Pour définir les éventuelles activités d'atténuation, l'actuaire tiendrait compte du niveau de risque que pose le modèle, c.-à-d., une approche fondée sur le risque. L'exposition au risque de modélisation peut être envisagée sous deux angles, soit la gravité et la probabilité d'une défaillance du modèle.

Le premier correspond à la gravité potentielle d'une défaillance du modèle ou l'ampleur possible de la défaillance. Bien qu'il soit difficile de quantifier cet élément, nous pouvons donner des pistes.

- L'importance financière des résultats produits par le modèle. La gravité est plus grande pour un modèle qui est utilisé à l'égard d'un poste majeur au bilan que pour un modèle servant à décider si une stratégie donnée est correctement orientée.
- L'importance des décisions prises à l'aide de ce modèle et la mesure dans laquelle les résultats de ce modèle contribuent à cette décision. Par exemple,

on pourrait avoir recours à plusieurs modèles pour prendre une décision clé et, dans ce cas, chaque modèle contribue moins à l'exposition.

- La fréquence de l'utilisation. L'éventuelle gravité totale d'un modèle qui est souvent utilisé sera beaucoup plus grande que celle d'un modèle très peu souvent utilisé parce que la même défaillance pourrait se reproduire plusieurs fois avant d'être repérée. Par ailleurs, un modèle qui n'est pas souvent utilisé risque davantage d'être mal compris ou mal utilisé qu'un modèle qui est souvent utilisé.
- Les répercussions non financières. Il peut y avoir des conséquences au chapitre de l'atteinte à la réputation et(ou) un coût d'opportunité de mal interpréter. Même s'il n'y a aucune retombée financière immédiate, la défaillance d'un modèle peut mener une société à mettre sa situation en péril auprès des organismes de réglementation, des concurrents et des clients. En raison d'une défaillance dans un système, la société peut rater une occasion.

Le deuxième critère dont il faut tenir compte est la probabilité d'une défaillance du modèle. À cette fin, il faut habituellement se pencher sur ce qui suit :

- Complexité du modèle. Les modèles plus complexes risquent davantage d'être mal utilisés et les résultats mal compris et il y a beaucoup plus de calculs à vérifier.
- Niveau de connaissances et d'expertise requis des utilisateurs. Un manque de connaissances et de formation des utilisateurs pourraient contribuer à des lacunes dans le traitement du modèle, p. ex., mauvaises données d'entrée ou incapacité de bien composer avec les limites définies. Il pourrait aussi arriver que les utilisateurs comprennent mal l'objet du modèle et essaient de l'utiliser pour une fin autre que celle pour laquelle il a été testé.
- Documentation suffisante.
- Suffisance de la mise à l'essai.
- Le niveau d'indépendance de la personne qui valide le modèle par rapport à son auteur.
- Caractère adéquat de l'examen par les pairs.

En règle générale, l'actuaire a peu de contrôle sur la gravité et il peut également exercer un grand contrôle sur la probabilité, notamment en choisissant de meilleurs modèles, en validant avec plus d'attention et en appliquant des contrôles plus rigoureux dans le cadre de l'exécution des modèles. La gravité et la probabilité des éventuelles erreurs de modèle seraient prises en compte dans la notation du risque de modélisation.

(La présente note éducative suppose une cote du risque, mais il existe des solutions de rechange valables. Le point essentiel consiste à évaluer le risque que comporte le modèle et à déterminer les efforts nécessaires au chapitre de la validation et d'autres tâches se rapportant au modèle. Lorsqu'une entreprise compte plusieurs modèles, un



programme de notation des risques favorise l'efficacité et l'uniformité. Lorsque les modèles sont peu nombreux, un programme de notation des risques n'est peut-être pas avantageux.)

L'annexe 1 présente des exemples de la façon de noter le risque d'un modèle parmi de nombreuses qui sont acceptables. L'actuaire est invité à appliquer une approche qui convienne à ses activités. Il importe que l'approche à l'égard de la notation du risque soit uniforme. Le degré d'efforts pour choisir, tester, valider, documenter et contrôler un modèle tiendrait compte de la cote du risque. Pour s'assurer que les modèles sont utilisés de manière appropriée et exacte, il faut effectuer certains travaux; les modèles dont la cote de risque est plus élevée exigent des travaux plus approfondis afin d'atténuer le risque de modélisation. Lorsque la cote de risque est très faible, il n'est guère utile de déployer d'efforts importants; lorsqu'elle est élevée, il convient de faire beaucoup d'efforts. À la limite, un modèle peut être inacceptable du fait que sa cote de risque est trop élevée.

Il conviendrait habituellement de prévoir un protocole de mise à jour périodique de la cote de risque dans l'approche à l'égard de la notation du risque. Les considérations que voici peuvent servir de guide à la décision de mettre à jour la notation de risque :

- réévaluer si le modèle est défaillant;
- réévaluer selon un cycle périodique, p. ex., aux cinq ans;
- réévaluer si l'utilisation du modèle change;
- réévaluer si l'incidence des résultats varie au-delà d'un certain seuil de tolérance établi au préalable.

## 2 Choix du modèle

### 2.1 Modèle nouveau (ou considérablement modifié)

Avant d'utiliser un modèle, l'actuaire s'assurerait qu'il convient à l'utilisation qu'il vise, que le modèle fonctionne correctement, que les données disponibles sont conformes aux exigences du modèle et que les résultats sont générés dans une forme qu'il peut utiliser. L'actuaire serait conscient des limites du modèle qui pourraient nuire à la production de résultats fiables dans certaines circonstances. La notation du risque d'un modèle est un facteur clé dans la détermination de l'ampleur des travaux effectués afin de décider si un modèle est acceptable. En particulier, ce qui est décrit ci-après dans cette sous-section ne doit pas être considéré comme la norme minimale pour tous les modèles. Le degré d'effort dans chaque activité varierait en fonction de la cote de risque.

#### *Spécification de l'examen*

L'actuaire voudra comprendre les spécifications du modèle afin de vérifier si les méthodes utilisées sont rigoureuses, si les hypothèses intégrées sont appropriées, si les données peuvent être générées dans la forme requise et si la conception du modèle

tient compte des hypothèses nécessaires. Par exemple, pour évaluer les régimes de retraite, le modèle doit permettre de tenir compte de toute une gamme de formes de prestations, tant immédiates que différées, et appuyer la méthode d'évaluation souhaitée. Il nécessiterait un dispositif pour ajuster la table de mortalité de base et il est souhaitable d'appuyer une échelle d'amélioration bidimensionnelle.

S'il utilise un modèle d'une tierce partie, l'actuaire pourrait ne pas avoir accès à toutes les spécifications. Le cas échéant, l'actuaire voudra procéder aux tests appropriés pour évaluer les aspects importants non couverts dans la documentation de l'utilisateur.

Il importe de veiller à ce que le format et l'interprétation des données disponibles aux fins d'utilisation du modèle coïncident avec ce qui est envisagé dans les spécifications du modèle ou qu'elles puissent être adaptées à cette fin. Par exemple, certains systèmes utilisent les codes de sexe 1= homme et 2= femme, mais d'autres 1= femme et 2= homme. Certains taux d'intérêt peuvent être supposés annuels effectifs et d'autres, composés semestriels.

#### *Validation de la mise en œuvre*

L'actuaire ne peut se contenter de supposer que le modèle met en œuvre correctement les spécifications. Il met le modèle à l'essai et, idéalement, le compare à d'autres modèles testés pour vérifier les calculs. Plus l'importance financière des travaux pour lesquels le modèle sera utilisé est grande, plus la mise à l'essai sera approfondie. Il est recommandé de conserver la documentation sur les essais effectués. Il est aussi recommandé de tenir à jour une série de cas d'essai qui peuvent être exécutés par l'intermédiaire du modèle ou une nouvelle version du modèle afin de vérifier si le modèle est toujours correct. Si la cote de risque du modèle est plus élevée, il pourrait s'avérer avisé d'exécuter tout un fichier vivant par l'entremise de versions successives du modèle.

De nombreuses techniques peuvent être utilisées pour valider, mais ce ne sont pas toutes les techniques qui conviennent à tous les modèles. La question de la sensibilité est abordée plus en détail à la sous-section 2.5. Le contrôle ex-post peut parfois être utile. Il est utile de comparer avec d'autres modèles si c'est possible.

L'actuaire veillerait à ce que le code et les paramètres du modèle utilisés dans l'implémentation aient été assujettis à un examen suffisant. Dans de nombreux cas, l'actuaire n'a pas accès au code, mais souvent il peut demander au développeur de lui décrire l'examen qui a été réalisé pour s'assurer de l'exactitude du code et des paramètres fixes.

L'actuaire qui valide un modèle pourrait envisager la possibilité de demander à un autre actuaire d'examiner ses travaux.

#### *Composer avec les limites*

Il est important, mais rarement facile, de comprendre les limites du modèle.

Les actuaires seraient au courant des événements indépendants les uns des autres et de ceux qui sont corrélés. Par exemple, la mortalité des particuliers est habituellement indépendante, mais les taux de déchéance peuvent être corrélés aux taux d'intérêt.

Les actuaires seraient au courant des hypothèses qui sont fixées ou intégrées dans un modèle. Par exemple, si le taux d'impôt sur le revenu est fixe, le modèle ne peut alors pas être utilisé pour évaluer la sensibilité aux modifications apportées aux lois fiscales.

Certaines approximations ne sont pas robustes sur l'éventail complet des résultats éventuels. Par exemple, si l'échelle d'amélioration de la mortalité est approximée par une échelle d'amélioration unidimensionnelle, l'approximation pourrait ne pas être suffisamment bonne pour un régime de retraite visant surtout des jeunes avec de longues périodes de différé, mais pourrait l'être si la majeure partie du passif est pour des retraités.

L'actuaire comprendrait la gamme de circonstances et d'utilisations pour lesquelles le modèle a été conçu et testé. Le modèle pourrait donner l'impression de fonctionner correctement pour tous les cas de test, mais pourrait ne pas convenir à toute la gamme de situations en pratique. Un modèle pourrait convenir pour tarifer, mais ne pas être en mesure de traiter tous les cas nécessaires dans le cadre de l'évaluation.

#### *Documenter<sup>1</sup> le choix du modèle*

Il est recommandé à l'actuaire de conserver la documentation à propos de la raison pour laquelle il a décidé qu'un modèle en particulier convenait et qu'il était suffisamment exact et des limites du modèle, le cas échéant.

### **2.2 Modèles existant utilisés d'une nouvelle façon**

Dans cette sous-section, on suppose que les étapes à la sous-section 2.1 avaient déjà été suivies pour le modèle.

Dans cette situation, l'actuaire peut avoir confiance que les calculs sont exacts, mais la nouvelle application peut être assujettie à des limites du modèle qui n'étaient pas pertinentes dans l'application initiale. L'actuaire tiendrait donc compte des limites, le cas échéant, qu'il conviendrait d'examiner, effectuerait les tests appropriés et documenterait ces travaux. L'actuaire déterminerait aussi si la cote du risque a changé et, si elle est plus élevée, il faudrait peut-être valider davantage. La réalisation de ces travaux élargit efficacement la gamme des applications types du modèle.

### **2.3 Modèles dont l'utilisation par d'autres est approuvée**

Il arrive couramment, en particulier au sein d'une société de grande taille, qu'une équipe valide un modèle que d'autres équipes utiliseront. Un actuaire qui utilise un

---

<sup>1</sup> Documentation s'entend des documents de travail de l'actuaire et non des rapports destinés à un utilisateur interne ou externe. Même si la documentation peut ne pas être rendue disponible, il importe qu'elle soit disponible pour ceux qui examinent les travaux de l'actuaire et pour ceux qui en assument par la suite la responsabilité.

modèle peut habituellement avoir recours aux travaux des autres qui ont validé le modèle, pourvu qu'il convienne que le processus de validation était adéquat.

L'équipe qui valide indiquera d'habitude, du moins de façon sommaire, que les étapes de la section 2.1 ont été suivies. L'actuaire qui utilise le modèle passerait en revue le rapport sur la validation et conserverait des preuves pour montrer qu'il est au courant des travaux effectués et persuadé qu'ils étaient suffisants.

Un actuaire peut parfois choisir de s'en remettre à la validation faite par d'autres parties de l'extérieur de l'entreprise. À moins qu'il n'ait accès à la documentation de la validation, le fardeau de la preuve pour accepter la validation serait plus lourd que pour une validation faite à l'intérieur de l'entreprise.

#### **2.4 Modèles ne s'inscrivant pas dans le domaine d'expertise de l'actuaire**

Les actuaires peuvent devoir utiliser des modèles qui ne s'inscrivent pas dans leur domaine d'expertise et(ou) y avoir recours, par exemple, à des modèles d'évaluation du crédit, des modèles de capital économique et des modèles de gestion du risque d'entreprise qui comportent des caractéristiques et des composantes pour lesquelles l'actuaire qui utilise les modèles n'a pas l'expertise.

Dans ces situations, l'actuaire déterminerait la mesure dans laquelle il peut avoir recours aux autres experts. Ce faisant, l'actuaire examinerait ce qui suit :

- si les personnes auxquelles s'en remet l'actuaire sont réputées être des spécialistes dans leur domaine de pratique;
- la mesure dans laquelle le modèle a été examiné par les spécialistes du domaine pertinent;
- la cote de risque associée au modèle.

L'actuaire ferait un effort raisonnable pour comprendre :

- les rouages de base du modèle, notamment ses données d'entrée, ses résultats et son approche générale;
- les travaux d'essai et de validation qui ont été effectués;
- la complexité du modèle et le cadre de contrôle utilisé.

En outre, l'actuaire indiquerait, dans les documents et les renseignements pertinents, tout recours à des modèles créés par d'autres spécialistes.

Si l'actuaire doit utiliser un modèle bâti à l'aide d'un logiciel à l'égard duquel il n'est pas spécialiste, il tenterait d'en comprendre suffisamment pour se convaincre que le cadre de validation et de contrôle appliqué est suffisant pour donner de l'assurance dans les résultats produits par le modèle.

## 2.5 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité est utile pour valider un modèle, comprendre les rapports entre les intrants et les extrants et développer un sentiment de sécurité face au modèle.

L'actuaire tiendrait compte des hypothèses qui seront des intrants au modèle. Il testerait ces hypothèses et observerait l'impact de varier ces hypothèses pour valider le modèle.

L'actuaire envisagerait aussi la possibilité de mettre à l'essai diverses hypothèses pouvant ne pas s'inscrire dans la fourchette prévue ou actuellement observable. Il pourrait ainsi déterminer si le modèle se comporte toujours sainement dans ces conditions simulées. Par exemple, on pourrait simplement utiliser des taux d'intérêt de zéro ou négatifs et s'assurer que le résultat du modèle est, en théorie, correct.

L'actuaire veillerait également à ce que l'interaction entre les hypothèses connexes soit prise en compte. Par exemple, dans un modèle d'évaluation du secteur de l'assurance-vie, une variation des taux de décès influe sur les frais de mortalité, mais aussi sur la persistance du bloc et peut donc générer des conséquences de deuxième ordre sur la valeur actualisée actuarielle des flux monétaires des frais de maintien. L'actuaire envisagerait la possibilité d'analyser la sensibilité des hypothèses individuellement et collectivement pour s'assurer que le modèle fonctionne correctement et qu'il comprend ces interactions.

Dans les analyses de la sensibilité, l'actuaire porterait attention aux cas pour lesquels le rapport entre les intrants et les extrants n'est pas linéaire ou linéaire pour une fourchette limitée. Dans l'un ou l'autre des cas, l'actuaire testerait une fourchette d'intrants plus large afin de mieux comprendre l'impact sur le résultat.

L'analyse de sensibilité est parfois utilisée pour rehausser les résultats produits par l'actuaire. Le cas échéant, l'actuaire peut songer à déclarer non seulement l'hypothèse choisie, mais également la sensibilité à l'égard de cette hypothèse. Pour les modèles de risques regroupés, il faut parfois formuler des hypothèses de dépendance pour modéliser l'interaction entre les divers types de risque. L'actuaire ferait habituellement preuve de jugement dans le choix de ces hypothèses afin de tenir compte de la dépendance. L'actuaire pourrait produire des résultats conformes à une matrice de corrélation, mais indiquerait ce qui se produit en vertu d'autres matrices de corrélation.

La fourchette des valeurs testées refléterait la fourchette des hypothèses qu'on s'attendrait raisonnablement à retrouver dans la pratique. En ce qui concerne en particulier les modèles stochastiques, il importe de tester une fourchette suffisamment large pour couvrir les cas qui seraient générés de façon aléatoire.

## 2.6 Se préparer à utiliser le modèle

Après avoir choisi le modèle, l'actuaire suivra habituellement diverses étapes avant de pouvoir l'utiliser.

Il faudra peut-être adapter un peu le modèle en fonction de la situation. L'actuaire consignerait toutes les modifications apportées aux spécifications et testerait les changements au titre de l'implémentation.

En particulier dans le cas d'un modèle utilisé à répétition et présentant un risque très grave, il est recommandé de documenter le processus à suivre. On trouvera des conseils pertinents sur le processus de contrôle à la sous-section 1540. Un document sur un processus peut comprendre ce qui suit :

1. des instructions pour recueillir les données d'entrée;
2. l'autorisation qui est requise pour établir les hypothèses à propos des intrants;
3. des instructions étape par étape sur la façon d'exécuter le modèle;
4. les vérifications à faire pour les intrants et les extrants;
5. les rapprochements nécessaires par rapport aux exécutions antérieures;
6. un diagramme du processus.

### **3 Modifications mineures apportées à un modèle**

Quand un modèle est modifié, la section 2 ou la présente section s'appliquera. L'actuaire ferait preuve de jugement pour déterminer celle qui convient le mieux. En cas de doute, ce serait peut-être mieux d'appliquer la section 2.

Les modèles sont rarement statiques avec le temps. On peut les modifier notamment pour corriger un défaut de logiciel, changer un paramètre fixe, faire face à une nouvelle situation et tenir compte des changements réglementaires.

Chaque fois qu'un modèle est modifié, il y a un risque que la nouvelle caractéristique ne soit pas correctement mise en œuvre, qu'un élément qui ne devait pas être changé arrête de fonctionner correctement, que la documentation cesse de concorder avec le modèle ou que le changement ne soit pas bien communiqué aux utilisateurs du modèle.

À tout le moins, l'actuaire qui utilise un modèle qui a été modifié aurait intérêt à exécuter des cas de test par l'entremise du modèle initial et du modèle modifié pour vérifier si les différences, le cas échéant, sont raisonnables. Si le modèle modifié peut traiter des cas qui n'étaient pas traités avant, il peut s'avérer utile de comparer un nouveau cas traité par le modèle révisé et un cas semblable traité par le modèle précédent.

L'actuaire peut choisir d'avoir recours aux travaux effectués par d'autres pour valider un modèle modifié (se reporter à la description à la section 2.3).

### **4 Utilisation des modèles**

L'actuaire utilise habituellement le même modèle pour divers cas, que ce soit pour une évaluation, la tarification ou d'autres fins. Il utilise ainsi judicieusement son temps et c'est économique pour le client. Pour utiliser les expressions des normes, l'actuaire

produit de nombreuses exécutions (peut-être en variant les données d'entrée et les hypothèses) avec les mêmes spécifications et la même implémentation du modèle.

#### 4.1 Validation des données d'entrée

Les données doivent être suffisantes et fiables. On suppose qu'un processus de contrôle adéquat permet d'obtenir les données que le modèle utilisera. La sous-section 1530 est directement pertinente pour les données utilisées dans un modèle. La présence de défauts dans les données d'entrée correspond à une limite du modèle qu'il conviendra peut-être de divulguer. Si l'actuaire n'assume pas la responsabilité des données, il doit l'indiquer. Le risque de modélisation augmente si les données présentent des fautes et peut augmenter si l'actuaire n'assume pas la responsabilité des données.

Par exemple, si une société d'assurances obtient des intrants pour un modèle d'évaluation d'une branche d'assurances importante, l'actuaire pourrait tenir compte de ce qui suit :

##### *Suffisance*

1. Les données sont-elles conformes aux exigences des spécifications du modèle?
2. Si le modèle sera utilisé à répétition, les données sont-elles dans un format cohérent chaque fois?

##### *Fiabilité*

1. Rapprochement à d'autres sources (de préférence vérifiées)
  - P. ex., y a-t-il rapprochement entre un fichier de l'actif et le bilan?
  - P. ex., y a-t-il rapprochement entre le total des prestations/des primes/des dossiers et les données que l'on retrouve dans les documents financiers de la société?
2. Résumer les données d'entrée et les comparer aux périodes précédentes, s'il y a lieu.
3. Vérifier les données aberrantes à la recherche d'erreurs potentielles, p. ex., âge 115, pas de prestations, pas de prime.
4. Comment traite-t-on les données manquantes? Une hypothèse sur les données est-elle formulée ou une erreur est-elle générée? Est-elle portée à l'attention?
5. Il conviendrait de vérifier périodiquement si les hypothèses sur les données demeurent appropriées.
6. La taille du fichier de données est-elle conforme aux périodes précédentes?

#### 4.2 Validation des hypothèses

Dans certains cas, les hypothèses ne sont pas établies lors du processus des spécifications du modèle, mais varient selon l'exécution du modèle. Ainsi, les hypothèses d'entrée doivent être aussi bien contrôlées que les données d'entrée. On

trouvera des détails pertinents sur les hypothèses requises aux fins de l'exécution d'un modèle à la section 1700. Les points à considérer que voici pourraient être utiles :

- Examen par les pairs (interne et externe) périodique des hypothèses.
- Les hypothèses visées sont-elles celles utilisées dans le modèle? Pour les modèles utilisés à répétition, il convient de vérifier si les hypothèses sont mises à jour au besoin à chaque exécution du modèle.
- Les hypothèses relatives au modèle sont-elles inchangées à moins qu'elles aient dû être modifiées?

#### **4.3 Validation des résultats**

À tout le moins, l'actuaire veillerait à ce que les résultats d'un modèle soient raisonnables en fonction des intrants. Pour les modèles ayant une cote de risque plus élevée, les contrôles appliqués aux extrants seraient plus rigoureux. Les vérifications suivantes peuvent être appliquées à de nombreux modèles.

- Les extrants correspondent-ils aux intrants? Par exemple, est-ce que le total des extrants correspond au total des intrants pour le nombre de vies ou de polices et le montant de l'assurance ou du revenu?
- Combien d'erreurs se sont produites et quels étaient les montants en cause? Est-ce que le nombre s'inscrit dans les limites de tolérance établies? La cause fondamentale des erreurs a-t-elle été identifiée et rectifiée à des niveaux de tolérance acceptables?
- Les résultats sont-ils tels que prévus, tant au niveau de l'orientation que de l'ampleur?
- Si le modèle est exécuté à plusieurs reprises à des dates différentes, les plus récents résultats sont-ils conformes à la tendance?
- Les résultats sont-ils conformes aux impacts obtenus par l'analyse de sensibilité effectuée?
- Analyse des attributions – la variation des résultats par rapport à la période précédente peut-elle être expliquée?
- Mettre à l'essai la valeur prédictive du modèle en utilisant les données des tests séparément des données utilisées aux fins de la paramétrisation.

#### **4.4 Documentation**

Il est recommandé à l'actuaire de conserver la documentation sur la version du modèle utilisé, les intrants et les extrants du modèle. Le modèle ne serait habituellement pas mentionné dans le rapport destiné à l'utilisateur. L'actuaire n'a pas à documenter, dans chaque utilisation du modèle, les questions abordées pour un nouveau modèle.



#### 4.5 Validation périodique

Il est recommandé à l'actuaire de procéder périodiquement à la validation du modèle même s'il n'a pas été modifié. (Si le modèle a été modifié, se reporter à la section 2 ou 3.) Un modèle dont la cote de risque est plus élevée serait validé plus souvent. Une validation périodique peut permettre d'identifier les cas où les hypothèses ou les approximations, validées initialement, ne sont plus appropriées et pertinentes dans le contexte actuel. Un actuaire qui assume une nouvelle fonction dans laquelle un modèle existant est toujours utilisé serait avisé d'examiner le modèle et la documentation portant sur celui-ci provenant de son prédécesseur.

#### 4.6 Modèles stochastiques

À bien des égards, un modèle stochastique est le produit de nombreuses exécutions d'un modèle déterministe. Ainsi, il conviendrait habituellement de suivre les recommandations des autres sous-sections de la section 4. Cependant, tel que stipulé au paragraphe 1540.09, si un modèle stochastique est utilisé, il conviendrait de tenir compte de certains autres éléments.

Si les intrants et(ou) les hypothèses varient selon l'exécution, l'actuaire veillerait à ce que la distribution de ces intrants et(ou) hypothèses soit raisonnable (p. ex., dans un modèle qui prévoit des évaluations de régimes de retraite, la distribution des taux d'actualisation de l'évaluation est-elle raisonnable?), en accordant une attention particulière à des aspects comme la tendance, la moyenne, la médiane, la symétrie, l'asymétrie et les extrémités de ces distributions. L'actuaire veillerait aussi à ce que la corrélation entre chaque intrant et(ou) hypothèse soit appropriée. Par exemple, dans un modèle qui prévoit l'évaluation de régimes de retraite, la corrélation entre les taux d'actualisation de l'évaluation et le rendement des obligations à long terme du gouvernement est-elle adéquate? Dans un modèle de capital économique, la corrélation entre le taux de chômage et le produit national brut est-elle appropriée?

Une autre question qui pourrait être prise en compte est la variation éventuelle de la corrélation entre les variables au niveau de la moyenne par rapport aux extrémités des distributions respectives. Par exemple, pour les expositions des assureurs IARD, les branches d'assurances IARD sont habituellement réputées être modérément corrélées à la moyenne. Cependant, dans des situations catastrophiques et peu fréquentes, l'hypothèse de dépendance entre les branches d'assurances IARD augmente considérablement.

Pour valider les résultats d'un modèle stochastique, il est peu pratique et impossible d'examiner les résultats découlant de chaque simulation. L'actuaire peut plutôt examiner ce qui suit :

- Les résultats d'un échantillon soigneusement choisi de scénarios déterministes réalisés, couvrant une fourchette appropriée d'intrants et(ou) d'hypothèses (p. ex. un scénario de type médian, un scénario de type forte inflation et un scénario de type faible inflation).

- La distribution des résultats des extrants pour ce qui est du caractère raisonnable, en accordant ici aussi une attention particulière à des aspects comme la tendance, la moyenne, la médiane, la symétrie, l'asymétrie et les extrémités de ces distributions (p. ex, dans un modèle qui prévoit l'évaluation de régimes de retraite, la distribution du niveau de provisionnement prévu est-elle raisonnable?).
- Les résultats des scénarios déterministes choisis sont-ils conformes à la distribution des résultats stochastiques (p. ex., les résultats du scénario déterministe de type médian sont-ils conformes à la distribution médiane des résultats stochastiques?).
- Les relations, ou les distributions des relations, entre certains intrants, hypothèses et(ou) résultats pour veiller à ce qu'elles soient appropriées et conformes à l'interne (p. ex., dans un modèle qui prévoit l'évaluation de régimes de retraite, la distribution de la relation entre les taux d'actualisation et le niveau de provisionnement est-elle appropriée?).
- Les scénarios qui se situent près d'une frontière qui revêt une importance particulière pour l'application; par exemple, un calcul de l'ECU(99)<sup>2</sup> aurait davantage à voir avec les scénarios de l'extrémité.

L'actuaire ferait preuve de prudence : le résultat d'un modèle stochastique est habituellement en soi une estimation statistique qui comporte sa propre moyenne et variance. La variance peut être diminuée en exécutant plus de scénarios, mais il est impossible de l'éliminer. Par exemple, si le modèle vise à estimer l'ECU(99), deux exécutions successives (avec des valeurs de départ différentes) généreront habituellement des résultats différents en raison de la fluctuation aléatoire. Ni l'une ni l'autre ne représente la vérité; les deux sont des estimations et sont tout aussi valides. Le fait qu'il n'y a pas de véritable bonne réponse présente des défis au plan de la communication des résultats.

## 5 Production de rapports

L'actuaire est prié de consulter la section 1800 des Normes pour des conseils généraux à propos des rapports destinés aux utilisateurs, tant internes qu'externes. La nature du mandat (ou de l'engagement) déterminera si le modèle est mentionné dans le rapport de l'actuaire destiné aux utilisateurs. La plupart du temps, un actuaire est engagé pour donner une opinion professionnelle, par exemple sur le passif actuariel d'un régime de retraite ou le prix d'un produit d'assurance. L'actuaire peut avoir recours à un modèle pour éclairer l'opinion, mais il n'a aucun intérêt à savoir comment l'opinion s'est forgée en autant que cela ait été fait conformément à la pratique actuarielle reconnue (c.-à-d., la modélisation est accessoire au mandat). Dans d'autres cas, l'actuaire est engagé pour

---

<sup>2</sup> Espérance conditionnelle unilatérale selon une probabilité de 99 %. Autrement dit, la moyenne de tous les scénarios qui représentent 1 % des pires résultats.

modéliser une situation en particulier ou évaluer un modèle (c.-à-d., le mandat implique la modélisation) et ces commentaires explicites sur le modèle et ses résultats seraient pertinents pour l'utilisateur.

### **5.1 Si la modélisation est accessoire au mandat**

L'actuaire ne mentionnerait habituellement pas le modèle à moins qu'il n'y ait des limites devant être divulguées. Le modèle a pour objet d'éclairer l'actuaire, lequel informe l'utilisateur. Le modèle n'est pas conçu pour informer l'utilisateur directement.

Si le modèle n'est pas communiqué à l'utilisateur, on pourrait dire que l'actuaire assume la totalité du risque de modélisation.

### **5.2 Si le mandat implique la modélisation**

Dans cette situation, l'actuaire ferait habituellement un renvoi direct au modèle. Pour déterminer si le modèle est primaire ou secondaire dans le rapport, il conviendrait de déterminer si le mandat avait pour objet de modéliser ou d'évaluer un modèle ou de formuler une opinion appuyée par la modélisation. Selon le cas, l'actuaire pourrait décrire en détail le modèle et ses résultats ou en faire un bref survol. L'actuaire peut expliquer la raison pour laquelle le modèle était approprié, mais ne pas mentionner les travaux effectués pour valider. L'actuaire pourrait avoir exécuté le modèle des centaines de fois, mais ne mentionner dans le rapport que les exécutions les plus pertinentes pour le mandat.

L'actuaire indiquerait toute limite pertinente du modèle.

Si les résultats du modèle sont mal communiqués ou compris, de mauvaises décisions pourraient être prises ou il pourrait y avoir d'autres conséquences défavorables. Il importe donc de communiquer clairement et en fonction de l'auditoire l'utilisation prévue du modèle, les limites et les principales approximations.

### **5.3 Limites**

Le modèle peut parfois comporter des limites qui influent directement sur la capacité de l'actuaire de réaliser le mandat. Le cas échéant, peu importe les modalités du mandat, l'actuaire indiquerait qu'un modèle a été utilisé et que les limites qu'il comporte pourraient avoir un effet important sur les résultats. Par exemple, si l'actuaire doutait d'une façon ou d'une autre de la qualité des données utilisées dans le modèle, il l'indiquerait ou si le modèle ne traite pas un facteur que l'actuaire juge pertinent ou qu'il en simplifie le traitement, il le préciserait.

## **6 Exemples hypothétiques**

Les exemples qui suivent ne sont pas réels mais représentent des situations que les actuaires rencontrent habituellement. Ils ont été créés par des actuaires qui se sont retrouvés dans une situation semblable et qui ont réfléchi à ce qu'ils considèrent comme étant de bonnes pratiques d'utilisation des modèles. Comme pour tout

exemple, ceux-ci n'ont pas les caractères d'une norme et ont plutôt pour but de donner aux actuaires un cadre leur permettant de faire face à leurs propres situations.

### 6.1 Évaluation de l'assurance-vie au moyen d'AXIS

Amy Anders travaille depuis deux ans à l'évaluation trimestrielle d'un bloc de polices d'assurance temporaire sans participation. La société s'est procuré dernièrement la nouvelle version d'AXIS et elle a mis en place les pratiques normales de gestion du changement. Le travail d'Amy relativement au modèle d'évaluation passe par les étapes suivantes :

1. La cote de risque du modèle est moyennement élevée, pour plusieurs raisons : l'impact potentiel sur les états financiers de la société, la quantité de codes d'utilisateur dans le modèle, et le niveau d'expertise requis pour bien comprendre le modèle.
2. Des pratiques de contrôle sont en place au sein du service, en ce qui concerne les pratiques de gestion du changement, les niveaux de documentation et l'examen du modèle.
3. Son travail relativement à la nouvelle version d'AXIS consiste en ce qui suit :
  - a. Elle passe en revue la liste des changements par rapport à la version précédente et elle cherche à en prévoir l'impact sur le modèle. Elle détermine s'il est nécessaire d'isoler l'impact sur certains blocs de polices au-delà de la répartition normale.
  - b. Elle convertit le modèle et cherche à bien comprendre l'impact sur les principaux extrants de l'évaluation. Elle décide d'utiliser les données de la fin du trimestre précédent, conformément au protocole de gestion du changement de sa société. Elle exécute à nouveau les lots, du début à la fin, et elle examine l'impact pour chaque régime, pour chaque structure par échéances, de même que pour d'autres caractéristiques importantes des produits. Elle constate que l'impact global est sans importance, mais que c'est surtout un petit régime, nouvellement introduit sur le marché l'an dernier, qui a subi le plus grand impact.
  - c. Cela confirme ses attentes, car on a corrigé un bogue dans la nouvelle version qui avait trait à certains tableaux de commissions.
  - d. Elle enregistre les changements dans le système de contrôle des versions du modèle et elle inscrit des commentaires dans le bloc-notes de l'ensemble de données.
  - e. Elle transmet sa documentation aux équipes susceptibles d'utiliser le modèle pour l'Examen dynamique de suffisance du capital (EDSC), pour la Méthode canadienne axée sur le bilan (MCAB), pour le calcul du capital économique ou à d'autres fins. Elle transmet aussi l'information à l'équipe chargée de la tarification.

## 6.2 Évaluation des régimes de retraite au moyen d'un logiciel tiers

Paul Penny est praticien des régimes de retraite et procède à l'évaluation périodique d'un régime au moyen du logiciel de son entreprise qui est sous licence d'un tiers. Paul travaille pour cette entreprise depuis 10 ans et a déjà procédé à l'évaluation de ce régime au moyen de ce même logiciel, mais il s'agissait d'une version antérieure. Paul sait que le logiciel a été rigoureusement examiné par une équipe interne d'actuaire lorsque son entreprise a obtenu la licence à l'origine, et que cette équipe a aussi examiné les versions suivantes, mais c'est la première fois qu'il va lui-même utiliser cette nouvelle version. Le travail de Paul relativement au modèle d'évaluation (distinct de la réalisation de l'évaluation proprement dite) passe par les étapes suivantes :

1. Paul vérifie si le logiciel de la tierce partie est le bon modèle pour effectuer l'évaluation, puis constate que c'est bien le cas.
2. Paul évalue la cote de risque du choix du modèle et arrive à la conclusion qu'elle est élevée en raison de l'importance financière des résultats pour les utilisateurs, de la nature réglementaire du rapport d'évaluation et du risque général d'atteinte à la réputation associé au travail.
3. Paul examine la documentation que le tiers lui a fournie, afin d'apprécier l'ampleur des changements apportés à la nouvelle version par rapport à la version antérieure qu'il avait utilisée pour l'évaluation précédente. Il prête une attention particulière aux changements qui pourraient se répercuter sur le régime considéré. En se fondant sur cette analyse, Paul détermine si ce sont les principes de la section 2 ou de la section 3 qui conviennent le mieux.
4. Selon Paul, ce sont les principes de la section 3 qui conviennent le mieux à la situation. Il est aussi d'avis que cette révision de la version représente une activité dont le risque est moyennement faible.
5. Paul communique avec l'équipe interne de son entreprise qui est responsable de l'obtention de la licence et de l'examen du logiciel. L'équipe transmet à Paul le rapport du contrôle de la qualité produit par le tiers, et Paul vérifie si la nouvelle version et les versions intermédiaires ont fait l'objet d'une analyse de régression appropriée et si le tiers a effectué des contrôles rigoureux avant d'approuver chaque version. De plus, l'équipe interne dirige Paul vers une source de documents de travail internes indiquant qu'on a examiné les rapports du tiers et qu'on a effectué sa propre vérification indépendante d'un groupe contrôle de régimes.
6. Au terme de l'étape 5, Paul est persuadé que le processus de validation de cette version est adéquat.
7. Paul conserve dans ses documents de travail une copie de la documentation notée à l'étape 5, de même que les preuves qu'il en a fait l'examen.
8. Paul procède à l'évaluation du régime de retraite au moyen de la nouvelle version du logiciel.

### 6.3 Évaluation de l'assurance IARD au moyen de la méthode Chain Ladder

Claude Cousteau évalue un bloc de passifs pour sinistres automobile au moyen de la méthode Chain Ladder. Sa société a créé, il y a plusieurs années, un logiciel qui lui permet d'appliquer cette méthode, et depuis lors le logiciel a toujours été utilisé sans modification. Le travail de Claude relativement au modèle passe par les étapes suivantes :

1. Il détermine si le modèle actuel est toujours applicable, puis décide qu'aucune modification n'est nécessaire. La cote de risque du modèle est de moyenne à élevée, en raison de l'impact important que celui-ci peut avoir sur les états financiers.
2. Il révisé les triangles des sinistres survenus, afin de prendre en compte une période d'évaluation additionnelle.
3. Il sélectionne les types de moyennes (élevée/basse, 3 ans, 5 ans, etc.) à utiliser pour l'estimation des facteurs d'âge-en-âge.
4. Il détermine si les données sont assez crédibles pour être utilisées telles quelles ou s'il doit faire appel à des données de référence pour compléter les données historiques.
5. Il passe en revue les facteurs d'âge-en-âge historiques afin de détecter toute anomalie ou toute valeur extrême.
6. Au besoin, il lisse et interpole les facteurs d'âge-en-âge résultants.
7. Il sélectionne le facteur d'âge-en-âge d'après les résultats du modèle.
8. Il examine le facteur de queue et en détermine la valeur au moyen d'une méthode documentée.
9. Il exécute le modèle afin de calculer les facteurs de matérialisation des sinistres, qui serviront à projeter les sinistres survenus ultimes.
10. Il imprime le résultat de l'évaluation en annexe du rapport, afin de documenter l'évaluation complète des passifs.

### 6.4 Détermination de la valeur du manque à gagner en salaires dans le cadre d'une poursuite pour lésion corporelle

Ed Evans œuvre dans le domaine de l'expertise devant les tribunaux, et on a fait appel à ses services pour qu'il calcule une valeur actualisée. Ed a créé le logiciel pour le modèle il y a trois ans et c'est à ce moment-là qu'il l'a testé et documenté à fond. Ed a considéré que le modèle était important pour son activité, car il s'en sert pour accomplir une grande partie de son travail. Il a procédé à une nouvelle validation du modèle chaque fois qu'un changement important y avait été apporté, tel qu'une nouvelle version du système d'exploitation ou une nouvelle table de mortalité. Il a utilisé le modèle pour des dizaines de cas semblables et celui-ci est resté toujours valide. Le travail d'Ed relativement au modèle passe par les étapes suivantes :

1. Il décide si son modèle standard s'applique à ce cas particulier. (On suppose que c'est le cas...)
2. Il saisit, à l'écran du programme, le numéro de référence du dossier, la date de naissance, la date de l'accident, le salaire et d'autres paramètres.
3. Il exécute le modèle afin de calculer la valeur actualisée.
4. Il fait une impression de l'écran (qui indique les intrants, les extrants et la date et l'heure de l'exécution) et la conserve en dossier.

### **6.5 Prévion des exigences en capital au moyen d'un modèle de chiffrier**

Ruth Rock s'est vu confier la tâche de prévoir les exigences trimestrielles en capital d'un réassureur de petite taille. Afin d'améliorer la méthode employée les années précédentes, Ruth a décidé de créer un nouveau modèle au moyen d'un chiffrier, où seront saisis les extrants de l'évaluation de l'entité et des données du service des finances, ainsi que les courbes de rendement actuelles et les résultats des analyses des placements. Le travail de Ruth relativement au modèle passe par les étapes suivantes :

1. Elle détermine la cote de risque du modèle proposé en considérant l'utilisation prévue du modèle, son importance financière, la fréquence de son utilisation, la complexité, les intrants et les extrants. Dans ce cas, elle attribue une cote de risque moyennement élevée. Elle consigne le résultat.
2. Elle rassemble les intrants.
3. Elle confirme les intrants au moyen d'autres sources : par exemple, le relevé de fonds propres soumis à l'organisme de réglementation, les données du bilan et de l'état des résultats, le site Web de la Banque du Canada.
4. Elle décide des hypothèses à utiliser concernant la sensibilité du capital requis aux variations des taux d'intérêt :
  - a) Analyse de sensibilité;
  - b) Examen de l'impact actuel des événements des périodes antérieures.
5. Elle construit le modèle en utilisant comme point de départ la fin de l'année précédente, pour prévoir le prochain trimestre (qui est déjà passé, mais qui sert comme validation initiale du modèle).
6. Elle valide et parfait le modèle en utilisant plusieurs trimestres antérieurs. Elle souligne et documente les limites.
7. Elle documente le processus de révision du modèle.
8. Pendant quelques trimestres, elle exécute le modèle en parallèle au moyen de la méthode précédente, et elle fait le rapprochement des extrants et des résultats réels. Elle parfait le modèle et révisé la documentation, s'il y a lieu.
9. Elle valide à nouveau le modèle après les fins d'année, et elle révisé les hypothèses et la documentation, s'il y a lieu.

## 6.6 Utilisation d'un nouveau générateur de scénarios économiques dans un modèle de capital interne

Nigel Nyambi, actuaire, est chargé d'implanter un nouveau modèle générateur de scénarios économiques (modèle GSE), acquis auprès d'un tiers fournisseur, et qui servira à calculer le capital économique relatif aux garanties des fonds distincts. Le plan de projet de Nigel comporte les tâches suivantes :

1. Passer en revue les caractéristiques, les limites, les contrôles, les paramètres et les extraits du modèle et noter toute préoccupation.
2. Passer en revue les scénarios produits par le fournisseur selon divers paramètres, afin d'établir s'ils sont raisonnables et s'ils répondent aux besoins de la société; par exemple, les scénarios risque-neutre produisent-ils des valeurs de marché cohérentes avec les prix du marché au Canada? Consigner les résultats de l'analyse.
3. Attribuer une cote de risque au modèle GSE et mettre par écrit le résultat et la justification. Le modèle est jugé à haut risque parce que :
  - a. La variabilité du capital des fonds distincts en fonction des différents scénarios GSE est très grande.
  - b. Le modèle GSE est utilisé pour les rapports sur le capital destinés à la haute direction et au conseil d'administration.
  - c. Bien que les réserves soient actuellement petites, ce produit est l'un des principaux utilisateurs du capital de la société.
  - d. Le code source du logiciel tiers est libre et peut être modifié par un utilisateur.
4. Préparer et paramétrer le modèle GSE pour produire des scénarios risque-neutre et des scénarios du monde réel avec les hypothèses et les paramètres du trimestre précédent. Examiner les résultats produits.
5. Faire valider le modèle par une autre personne ou équipe qui possède les connaissances et l'expérience requises et qui ne fait pas partie de la hiérarchie de Nigel. Examiner le rapport de validation du modèle et corriger tout problème important.
6. Se préparer à l'implantation; par exemple, mettre à jour la documentation sur le processus et les contrôles.
7. Implanter le modèle.



## Annexe 1 : Barème de notation des risques

Il existe de nombreuses approches valides pour coter le risque d'un modèle. Il s'agit d'évaluer à quel point un modèle est risqué de façon à ce que les travaux devant être effectués pour choisir, valider et documenter un modèle puissent convenir dans les circonstances. Deux de ces approches sont présentées à titre d'exemple.

### Approche unidimensionnelle

Par exemple, une société d'assurance-vie directe de taille petite à moyenne pourrait utiliser un tableau semblable au suivant pour évaluer ses modèles d'évaluation.

Examiner chaque facteur de risque ci-dessous et y attribuer une cote (de 1 à 4).  
Additionner les cotes à la fin du tableau.

Facteur de risque	Cote (1 – 4)
<p>A. Taille du bloc évalué (% du passif actuariel total)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 – 2 %</li> <li>2. 3 – 5 %</li> <li>3. 6 – 10 %</li> <li>4. Plus de 10 %</li> </ol>	3
<p>B. Importance stratégique du bloc évalué</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fermé à de nouvelles polices, en mode de liquidation</li> <li>2. Nombre minimal de nouvelles polices, révision de la tarification peu fréquente</li> <li>3. Nombre modéré de nouvelles polices ou de nouvelles gammes de produits ou révision occasionnelle de la tarification ou de la conception des produits</li> <li>4. Nombre significatif de nouvelles polices ou de nouvelles gammes de produits ou révision fréquente de la tarification ou de la conception des produits</li> </ol>	3
<p>C. Complexité du modèle</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produit simple de type conventionnel, quelques fichiers d'entrée, méthode d'évaluation unique, scénario unique, mises à jour des hypothèses peu fréquentes</li> <li>2. Plus d'une gamme de produits ou méthode d'évaluation, mises à jour des hypothèses plus fréquentes</li> <li>3. Produits plus complexes avec plus de particularités (p. ex., vie universelle) ou de nombreuses méthodes d'évaluation</li> </ol>	2

<p>et hypothèses fondées sur des scénarios</p> <p>4. Évaluation de type stochastique avec plusieurs scénarios et hypothèses, produits complexes (p. ex., fonds distincts)</p>	
<p>D. Expertise de l'utilisateur du modèle et(ou) risque lié aux personnes clés</p> <p>1. Grande compréhension de l'utilisateur du modèle – comprend comment le modèle fonctionne, les produits devant être évalués et les résultats prévus. Plus de deux personnes sont en mesure d'exécuter, de mettre à jour et d'analyser les résultats du modèle.</p> <p>2. Bonne compréhension du modèle et des produits de la part de l'utilisateur du modèle et(ou) plus de deux personnes sont en mesure de tenir à jour et d'expliquer les résultats du modèle.</p> <p>3. Une certaine compréhension du modèle et des produits de la part de l'utilisateur du modèle et(ou) au moins deux personnes sont en mesure de tenir à jour et d'expliquer le modèle.</p> <p>4. Compréhension limitée du modèle et des produits de la part de l'utilisateur du modèle et(ou) seulement une personne en mesure d'exécuter, de mettre à jour et d'analyser les résultats.</p>	2
<p>E. Niveau de la documentation et de l'examen</p> <p>1. Modèle totalement validé et documenté (hypothèses, processus, limites, etc.) et documentation mise à jour au besoin avec examen par les pairs et approbations pertinents</p> <p>2. Bonne documentation et examen par les pairs fréquent</p> <p>3. Documentation partielle et examen occasionnel du modèle par les pairs</p> <p>4. Aucune documentation, modèle non examiné par les pairs</p>	3
<b>Cote totale sur 20 :</b>	13

Évaluation de la cote

- 1-5 Risque de modélisation minimal – maintenir la pratique courante, peu ou pas de changements requis
- 6 – 10 Risque de modélisation faible – Réduire les facteurs de risque, si possible, mettre l’accent sur les sections D et E
- 11- 15 Risque de modélisation modéré – Réduire les facteurs de risque, si possible, mettre l’accent sur les sections D et E, en examinant les modèles plus souvent, en mettant à jour la documentation et assurant la formation d’autres employés, le cas échéant
- 16 – 20 Risque de modélisation élevé – Attention élevée, améliorations immédiates ou validation fréquente du modèle est nécessaire

**Approche bidimensionnelle**

La gravité et la probabilité de défaillance du modèle sont évaluées séparément et la cote de risque est déterminée en équilibrant les deux aspects.

Cote du risque d’un modèle					
Probabilité		Gravité			
		Négligeable	Faible	Moyenne	Élevée
	Faible	Très faible	Très faible	Faible	Moyenne
	Moyenne	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée
	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	Extrême

Voici un exemple d’un chiffrier visant à déterminer la gravité et la probabilité.

**Renseignements généraux**

- Modèle : Modèle BBB
- Propriétaire : Directeur, XYZ
- Utilisateurs : Analyste principal en actuariat – ABC
- Objet principal : Évaluation du passif actuariel
- Autres fins : Établissement du capital réglementaire en fonction du passif actuariel

**Détermination de la gravité et de la probabilité**

	Question	Réponse	Examen et analyse	Cote
Gravité	Quel est le ratio du passif actuariel de la gamme de produits au total du passif actuariel?	20 %	Élevé >10 % Moyen 2-10 % Faible < 2 %	Élevée
	Quelle est l'utilisation principale?	Évaluation	A un effet direct sur le grand livre	Élevée
	Quelles sont les autres utilisations?	Capital réglementaire	Influe sur les rapports destinés à l'organisme de réglementation	Élevée
Probabilité	Quelle est la plate-forme ou quel est le logiciel utilisé?	AXIS	Utilisé depuis des années et bien compris par le personnel du service d'actuariat	Moyenne
	Quel est le niveau d'expertise des utilisateurs?	Un programme de formation est offert aux analystes principaux. Examen par le directeur	D'accord	Faible
	Quelle est la qualité de la documentation sur le processus, la méthodologie et les hypothèses?	Satisfait aux normes du service de vérification interne et S-OX	D'accord	Faible
	Faut-il procéder à une manipulation manuelle?	Une certaine manipulation des données pour cerner des erreurs non prévues à la fin du trimestre	D'accord	Faible
	Y a-t-il eu défaillance du modèle au cours des trois dernières années?	Aucune	D'accord	Faible

**Évaluation globale :** L'évaluation est *moyenne* car la gravité élevée est atténuée par les contrôles appliqués pour réduire la probabilité.

**Annexe 2 : Bibliographie**

<b>Renvoi</b>
Actuarial Modeling Controls: A Survey of Actuarial Modeling Controls in the Context of a Model Based Valuation Framework (2012) <a href="https://www.soa.org/Research/Research-Projects/Life-Insurance/Actuarial-Modeling-Control.aspx">https://www.soa.org/Research/Research-Projects/Life-Insurance/Actuarial-Modeling-Control.aspx</a>
Board for Actuarial Standards. Technical Actuarial Standard M: Modelling (2010) <a href="https://frc.org.uk/getattachment/3a8825b8-4560-4750-955f-30f740960c7f/TAS-M-Modelling-version-1-Apr-10.pdf">https://frc.org.uk/getattachment/3a8825b8-4560-4750-955f-30f740960c7f/TAS-M-Modelling-version-1-Apr-10.pdf</a>
Report from the Actuarial Processes and Controls Best Practice Working Party – Life Insurance (2009) <a href="http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/report-actuarial-processes-and-controls-best-practice-working-party">http://www.actuaries.org.uk/research-and-resources/documents/report-actuarial-processes-and-controls-best-practice-working-party</a>
Managing Spreadsheet Risk (2005) <a href="http://www.louisepryor.com/wp-content/uploads/2011/09/managing.pdf">http://www.louisepryor.com/wp-content/uploads/2011/09/managing.pdf</a>
Actuarial Standard of Practice No. 23 - Data Quality (2004) <a href="http://www.actuarialstandardsboard.org/wp-content/uploads/2014/07/asop023_097.pdf">http://www.actuarialstandardsboard.org/wp-content/uploads/2014/07/asop023_097.pdf</a>