

Formation Actuaire Expert ERM - 2013

Mémoire présenté devant l'Institut du Risk Management

*Le risque de modèle*  
*Mise en pratique dans un contexte de*  
*réassurance vie*

Elsa Renouf  
Gurvan Le Rhun

Midi ERM, Octobre 2014

# Table des matières

---

<b>1</b>	<b>Le risque de modèle et sa gestion</b>
<b>1.1</b>	<b><i>Définition</i></b>
<b>1.2</b>	<b><i>Cycle de vie et bonnes pratiques</i></b>
<b>1.3</b>	<b><i>Cartographie et indicateur</i></b>
<b>2</b>	<b>Etude de cas : Modèles de tarification en réassurance vie</b>
<b>3</b>	<b>Etude de cas : Estimation erronée de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni</b>

## Définition du risque de modèle

---

- ❑ L'objet d'un modèle est de représenter le monde qui nous entoure

- C'est une simplification de la réalité basée sur des hypothèses et des théories liant les facteurs de risques

Nous avons tous une perception du monde différente

- ❑ L'activité de réassurance est possible grâce à la modélisation de phénomènes biométriques et financiers qui permettent :

- Souscription
- Provisionnement, Market Consistent Embedded Value
- Solvabilité et Communication financière

Les modèles sont partout ... tout comme le risque qu'ils génèrent

- ❑ Le risque de modèle se manifeste par l'écart entre la réalité et le phénomène modélisé. Les sources de cet écart proviennent :

- d'erreurs de modélisation (modélisation, calibrage des paramètres ...)
- d'erreurs opérationnelles (utilisation inappropriée ....)

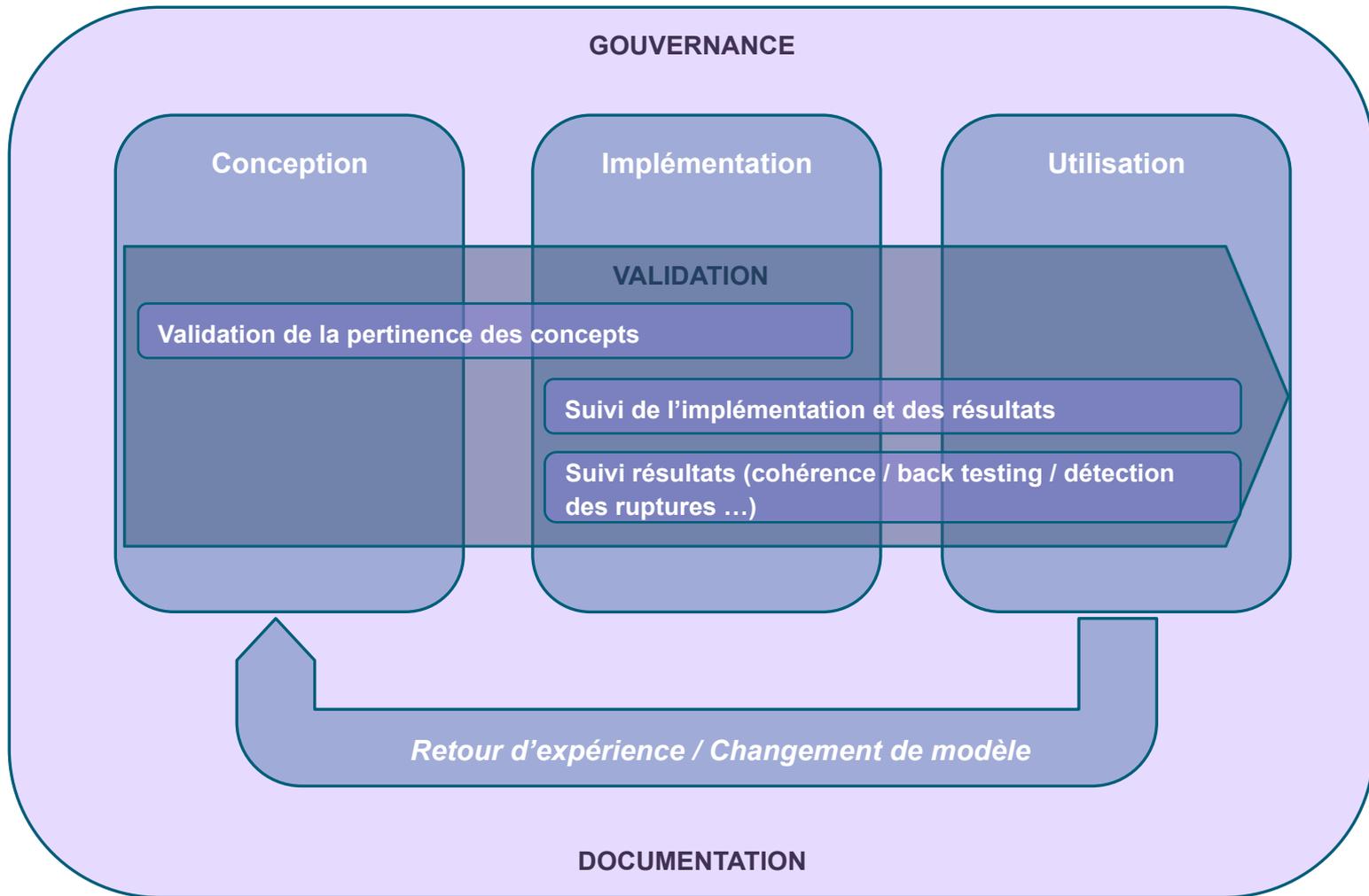
⇒ Dans le cadre de notre étude, le **risque de modèle** se manifeste par la réalisation de **pertes financières** suite à **l'utilisation d'un modèle**.

# Table des matières

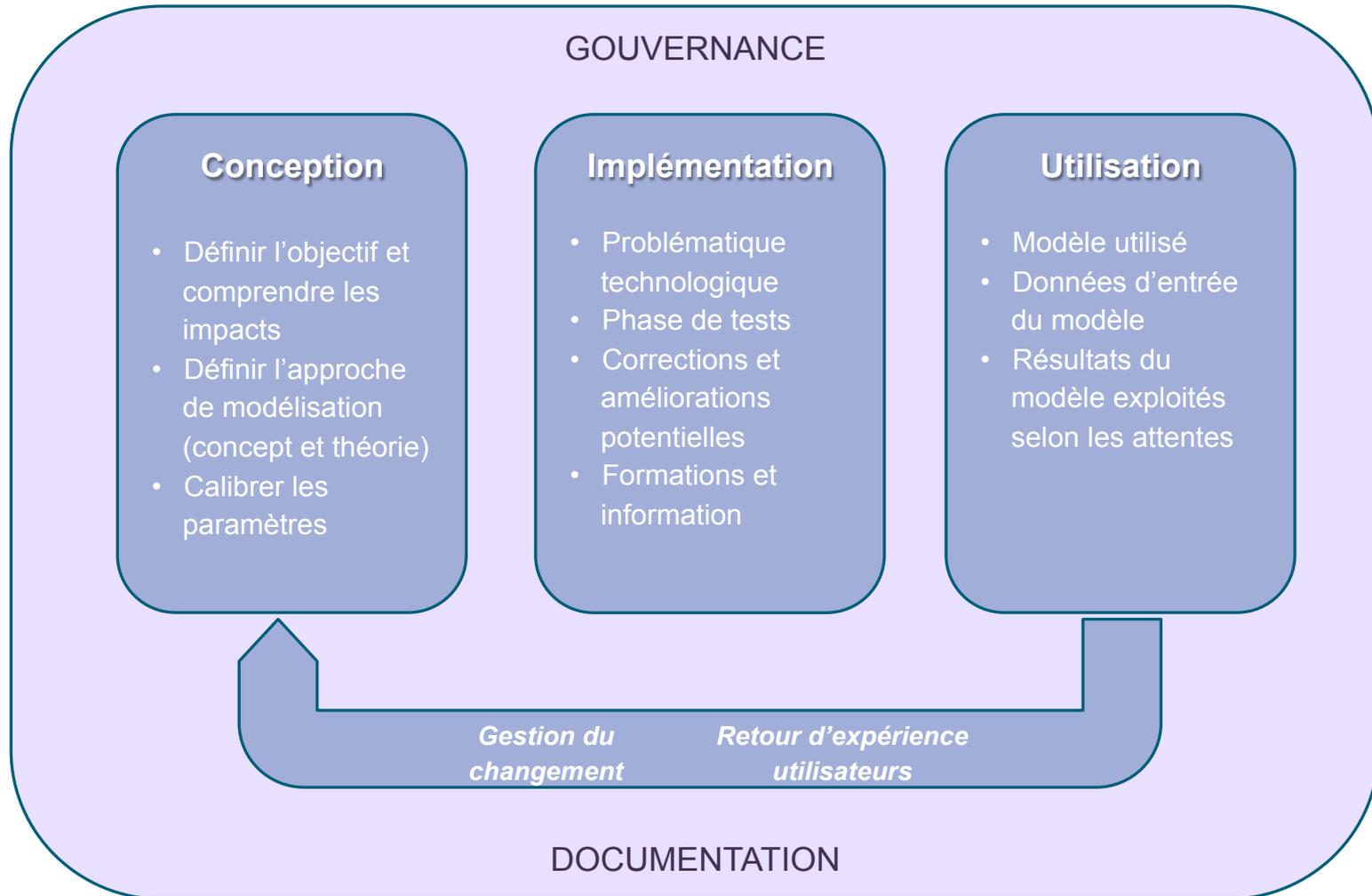
---

1	Le risque de modèle et sa gestion
1.1	<i>Définition</i>
1.2	<i>Cycle de vie et bonnes pratiques</i>
1.3	<i>Cartographie et indicateur</i>
2	Etude de cas : Modèles de tarification en réassurance vie
3	Etude de cas : Estimation erronée de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

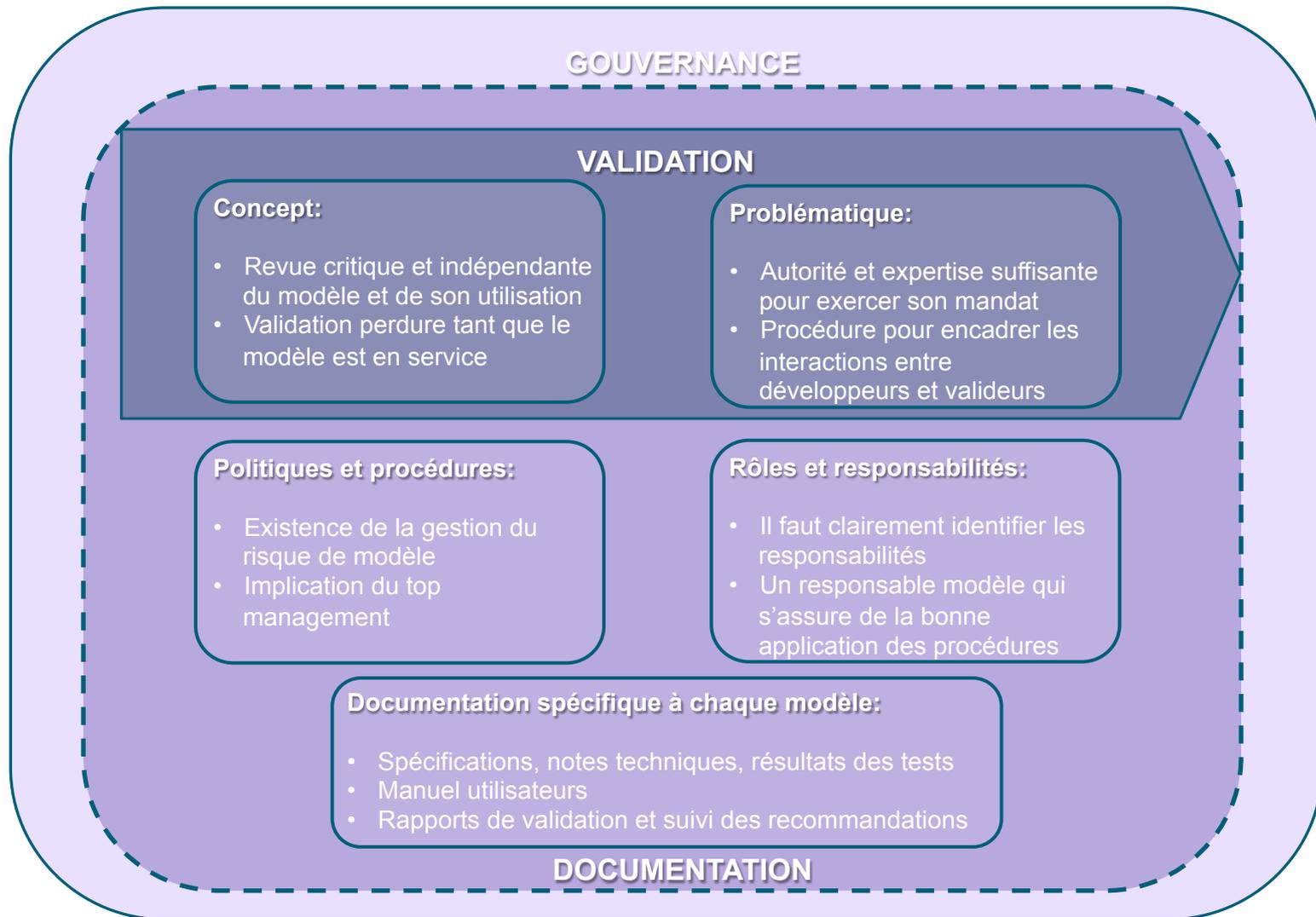
# Cycle de vie du modèle (1/3)



## Cycle de vie du modèle (2/3)



## Cycle de vie du modèle (3/3)



# Table des matières

---

1	Le risque de modèle et sa gestion
1.1	<i>Définition</i>
1.2	<i>Cycle de vie et bonnes pratiques</i>
1.3	<i>Cartographie et indicateur</i>
2	Etude de cas : Modèles de tarification en réassurance vie
3	Etude de cas : Estimation erronée de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

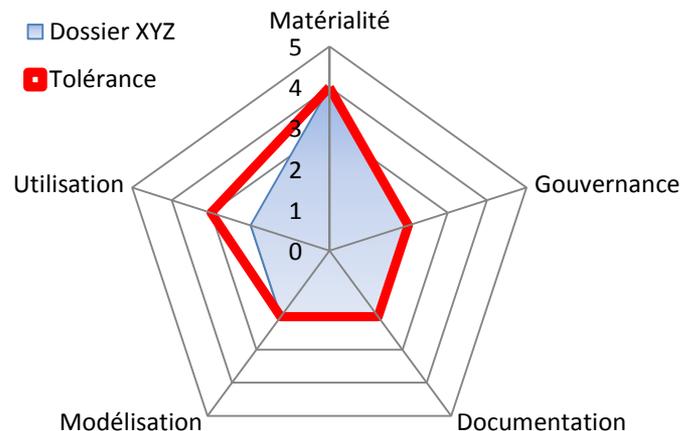
## Cartographie – quelques exemples de risques

Risque d'utilisation (opérationnel)	Risque de modélisation
<b>Risque humain</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mauvaise utilisation du modèle</li><li>• Homme clef</li><li>• Interprétation des rapports</li></ul>	<b>Risque de modélisation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mauvaise compréhension ou conceptualisation du phénomène sous-jacent</li><li>• Mauvais paramétrage</li></ul>
<b>Risque de données</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mauvaise contextualisation des données</li><li>• Données erronées</li></ul>	<b>Risque de données</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Exploitation de données non représentatives pour calibrer le modèle</li><li>• Traitement inadéquate des données</li></ul>
<b>Risque technologique / informatique</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Développement de modèle parallèle sans contrôle</li><li>• Changement de système informatique</li></ul>	<b>Risque d'implémentation</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simplification excessive du phénomène</li><li>• Proxy numérique inadapté (précision insuffisante, majorant ...)</li></ul>
<b>Risque de communication financière</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evolution négative de la profitabilité suite à un changement de modèle</li></ul>	<b>Risque d'immobilisme</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conserver les approches passées qui ne se justifient plus</li><li>• Non prise en compte de nouvelles méthodes alternatives</li></ul>
<b>Risques légaux et contractuels</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Décision légale interdisant l'utilisation de certaines données</li><li>• Disparition d'un prestataire externe</li></ul>	

- ❑ Possibilité de classer les risques directs dans **les catégories de risque « opérationnel » ou « modélisation »**
- ❑ Les **risques de réputation et stratégique** sont également à prendre en compte

# Indicateur

- ❑ La compréhension et le suivi du risque lié à l'utilisation de modèle se base sur l'observation de :
  - La *matérialité* des résultats du modèle
  - Des méthodes d'*atténuation des risques*
    - Qualité de la *gouvernance*
    - Qualité de la *documentation*
  - La *cartographie des risques*
    - Risque opérationnel (*utilisation*)
    - Risque de *modélisation*
  
- ❑ Communiquer à l'aide de ce visuel nécessite:
  - De fixer un langage commun :
    - Critères objectifs pour noter les axes (scoring)
    - Cohérence pour interpréter les axes : plus le score est fort, plus il est nécessaire d'apporter une attention au sujet
  
- ❑ Ce visuel est utilisable pour différents objectifs:
  - Suivi et gestion du risque de modèle
  - Exploitation du résultat
  - Définition de l'appétit au risque



Aide au suivi et à la décision par la mise en perspective du résultat du modèle dans un contexte qualitatif

# Table des matières

---

1	Le risque de modèle et sa gestion
1.1	<i>Définition</i>
1.2	<i>Cycle de vie et bonnes pratiques</i>
1.3	<i>Cartographie et indicateur</i>
2	Etude de cas : Modèles de tarification en réassurance vie
3	Etude de cas : Estimation erronée de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

# Etude de cas 1 (1/7) :

## Risque de modèle dans une équipe de tarification

---

### CONTEXTE

**Appétit au risque** : la société admet que le risque de modèle est inhérent à son activité bien qu'elle souhaite l'éviter de manière efficace mais à moindre coût.

#### **Description de l'équipe** :

- un responsable et trois actuaires tarificateurs
- niveau de compétence / expérience variable

Deux grands **types de modèles** de tarification :

- les modèles non proportionnels,
- les modèles proportionnels.

Identification des risques et des traitements des risques pour les **risques perçus**.

Approche de type « **interview** » **holistique** de plusieurs intervenants dans le processus de tarification.

# Etude de cas 1 (2/7): Risque de modèle dans une équipe de tarification

## LES SOLUTIONS DE REASSURANCE NON-PROPORTIONNELLE

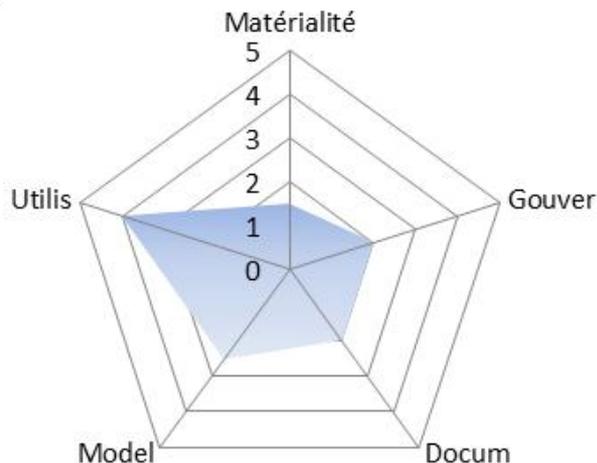
- Des risques de pointe
- Par tête ou par événement
- Couverture annuelle renouvelable
- Partage entre plusieurs réassureurs
- Très peu de données
- Forte volatilité
- Période courte de tarification
- Expérience du tarificateur

Principaux risques	Description et commentaires sur les risques	Traitement des risques (existants ou à mettre en place)
Interprétation des données (=> utilisation / données)	Risque de mauvaise compréhension/interprétation (contextualisation des données)	Encourager les échanges avec les cédantes, préparer la période des renouvellements par des <b>études sur l'expérience</b> et sur les données des renouvellements précédents
Qualité d'exécution sous contrainte de temps (=> utilisation / humain)	Risque de ne pas prendre en compte certains éléments (cohérence entre tarification et clause des traités) Risque d'erreur en cas d'absence de revue ou de revue limitée de la tarification	Fixer <b>des limites d'autorité</b> en fonction de l'expérience des utilisateurs, de la matérialité et/ou de la complexité des affaires
Prise en compte du modèle dans la décision (=> utilisation / process)	Risque de ne pas prendre en compte les résultats du modèle	<b>Gouvernance</b> de la prise de décision en fonction des résultats du modèle <b>Suivi des tarifs modélisés et des tarifs réalisés</b>
Utilisation de modèle non standardisé complexe (=> utilisation / humain)	Risque d'erreur lors d'une mise à jour de modèle Risque d'utilisation inappropriée	Gouvernance stricte des <b>changements de modèle</b> (incluant une revue indépendante) <b>Documentation</b> des modèles indiquant le périmètre de validité et les <b>limitations</b> du modèle
Absence ou insuffisance de données (=> modélisation / données)	Risque de sous-tarification, sensibilité forte aux hypothèses Risque de ne pas pouvoir tarifier ou de ne pas proposer une « tarification dans le marché »	Introduction <b>de clauses</b> pour limiter le nombre d'hypothèses (ex: paiement des sinistres en capital plutôt qu'en rente) <b>Communication des hypothèses et établissement d'intervalle de confiance</b> Encadrement du choix des hypothèses par <b>des guidelines</b> de tarification

# Etude de cas 1 (3/7): Risque de modèle dans une équipe de tarification

## LES SOLUTIONS DE REASSURANCE NON-PROPORTIONNELLE

### Non-Proportionnel



La **matérialité** de la décision est en général faible du fait des limites de souscription imposées sur ces affaires.

La **gouvernance** est appropriée – elle s’appuie essentiellement sur de bonnes procédures de changement de modèle ainsi qu’une stricte procédure de revue du travail des tarificateurs en fonction de leur expérience et la matérialité des affaires.

La **documentation** a été mise à jour avant la campagne de renouvellement et elle est approuvée par le responsable d’équipe.

La **modélisation** réalisée est satisfaisante. Les études d’expérience sur les « tranches travaillantes » ont montré une bonne adéquation. Le modèle de Stop Loss pourrait être amélioré mais n’est pas trop utilisé en pratique. Enfin le modèle Cat donne des résultats en général au-dessus des prix de marché. Il pourrait être intéressant de mieux comprendre les causes de ce décalage.

L’**utilisation** représente toujours un risque d’exécution du fait d’une contextualisation difficile de chaque dossier dans un temps limité en dépit de la gouvernance. De plus, il est souvent nécessaire de procéder à un jugement d’expert pour fixer certains paramètres du modèle.

**La prise de décision peut être réalisée dans ces conditions.**

# Etude de cas 1 (4/7): Risque de modèle dans une équipe de tarification

## LES SOLUTIONS DE REASSURANCE PROPORTIONNELLE

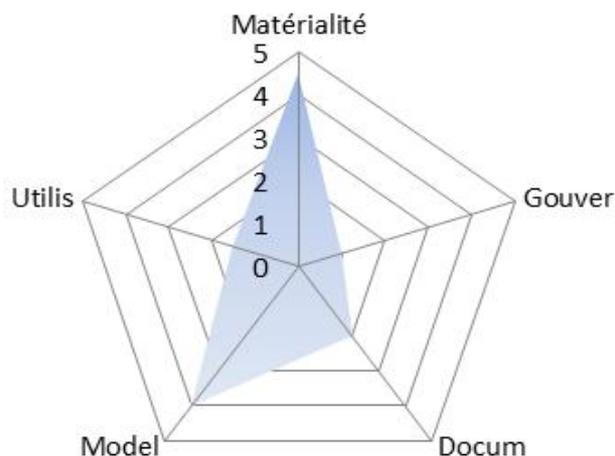
- très proche de l'assurance directe
- création de produit, portefeuille en cours
- financement
- période de tarification plus conséquente
- accès aux données
- enjeux importants

Principaux risques	Description et commentaires sur les risques	Traitement des risques (existants ou à mettre en place)
Prise en compte des asymétries de résultats (=> modélisation / modélisation)	Risque de mauvaise prise en compte des participations aux bénéfices avec une modélisation déterministe ...	<b>Communication des impacts</b> de la participation aux bénéfices avec les résultats Compréhension et <b>documentation des limitations</b> du modèle
Tarification basée sur une mutualisation de segments non homogènes (=> modélisation / modélisation)	Risque de déviation des hypothèses modélisation par rapport à la distribution du portefeuille	<b>Etude de sensibilité</b> <b>Guideline</b> pour mettre en place les hypothèses Suivi régulier de la structure du portefeuille
Erreur dans les modélisations de tendances (=> modélisation / modélisation)	Risque de déviation adverse des hypothèses (ex: loi de passage d'un état de dépendance à un état d'autonomie)	Etude de sensibilité <b>Monitoring d'indicateur de changement de tendance</b>
Sécurité insuffisante de l'outil (=> utilisation / implémentation)	Risque d'erreur lors d'un développement ad hoc ou modification non souhaitée d'un paramètre	<b>Politique de développement</b> de modèle encourageant l'utilisation de plateforme dédiée et sécurisée <b>Politique de changement</b> de modèle incluant une validation indépendante
Non modélisation de certaines garanties (=> modélisation / modélisation)	Risque d'erreur lié à une trop grande simplification ou à une absence de modélisation de certaines spécificités (modélisation des dépôts, des clauses de révision des garanties, des garanties complémentaires...)	Communication de <b>l'ordre de grandeur des options non modélisées</b> Compréhension et <b>documentation des limitations</b> du modèle

# Etude de cas 1 (5/7): Risque de modèle dans une équipe de tarification

## LES SOLUTIONS DE REASSURANCE PROPORTIONNELLE

### Proportionnel



La **matérialité** de la décision est en général importante car ces solutions sont au cœur de l'appétit du risque. Le réassureur finance aussi une partie des coûts d'acquisition.

La **gouvernance** est appropriée – elle s'appuie essentiellement sur de bonnes procédures de changement de modèle ainsi qu'une stricte procédure de revue du travail des tarificateurs en fonction de leur expérience et la matérialité des affaires.

La **documentation** a été mise à jour suite aux derniers changements de modèle. Elle identifie bien les limitations

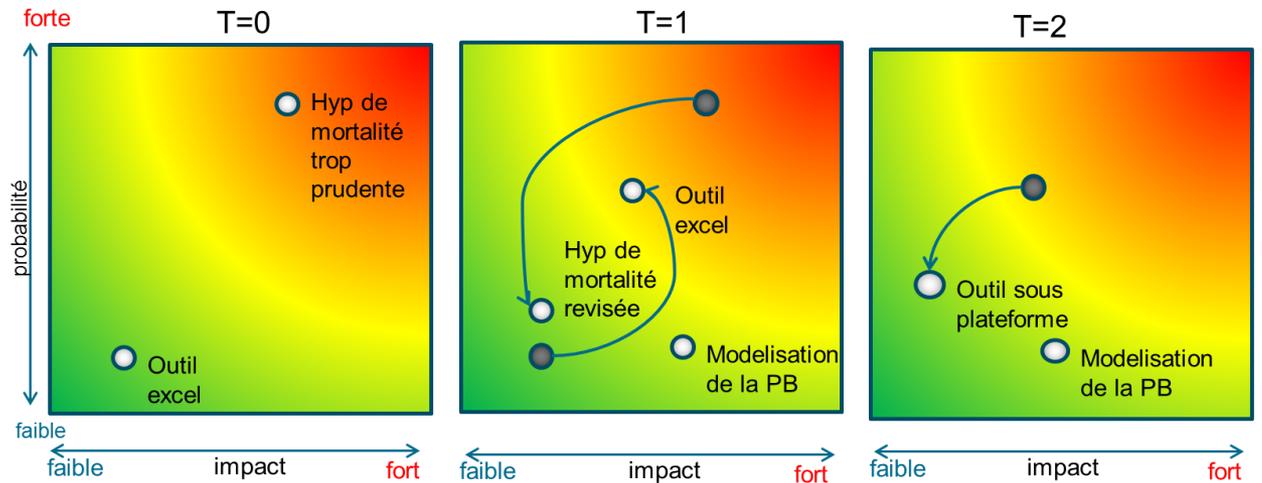
La **modélisation** présente un risque plus important du fait de la modélisation simplifiée des participations aux bénéfices ainsi que de la sensibilité importante à certaines hypothèses comme le taux de mortalité spécifique à chaque dossier qui dépend de la crédibilité de l'expérience de la cédante.

L'**utilisation** semble présenter un risque faible, d'autant plus que les outils sont très standardisés et disponibles sous la plateforme de tarification.

**La prise de décision devra tenir compte de l'impact des limitations de la modélisation au cas par cas et un plan d'action devra être mis en place pour réduire le risque de modélisation pour les dossiers à venir.**

# Etude de cas 1 (6/7): Risque de modèle dans une équipe de tarification

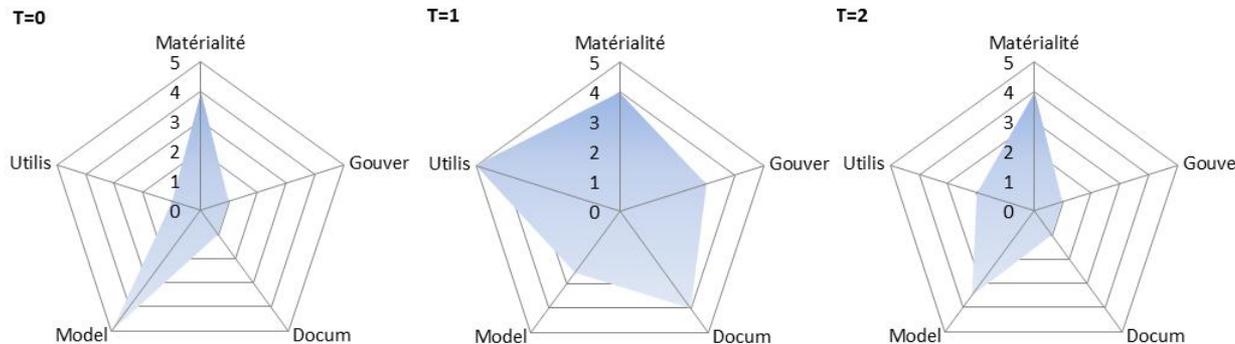
## CAS D'UN OUTIL SPECIFIQUE - Monitoring



**Temps 0 :** Mise en place d'un outil emprunteur sous Excel ; l'hypothèse centrale de mortalité a été déterminée de manière trop prudente et ne permet pas de souscrire des affaires.

**Temps 1 :** L'hypothèse de mortalité a été révisée et, alors que le modèle est plus souvent utilisé, il se complexifie pour prendre en compte les spécificités des dossiers de manière ad hoc. Cependant, la modélisation de la participation aux bénéfices est simplifiée, ce qui peut présenter une limite dans certains cas. La documentation n'est plus à jour.

**Temps 2 :** L'outil a été développé dans la plateforme de tarification et la documentation a été mise à jour. La modélisation de la participation aux bénéfices n'a pas été modifiée.



# Etude de cas 1 (7/7): : Risque de modèle dans une équipe de tarification

---

## CONCLUSION DE L'ETUDE DE CAS

S'assurer d'un cadre **efficace de gestion des risques de modèle** dans une équipe de tarification :

- Prise de décision de souscription en ayant minimisé le risque opérationnel et en ayant connaissance des limites de la modélisation
- Orienter les besoins de changements de modèles
- Définir la gouvernance et les contrôles en fonction des risques

# Table des matières

---

1	Le risque de modèle et sa gestion
1.1	<i>Définition</i>
1.2	<i>Cycle de vie et bonnes pratiques</i>
1.3	<i>Cartographie et indicateur</i>
2	Etude de cas : Modèles de tarification en réassurance vie
3	Etude de cas : Estimation erronée de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

## Etude de cas 2 (1/2) : Erreur d'estimation de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

Le **risque de longévité** est défini comme le risque de pertes financières du fait d'une plus grande longévité des assurés.

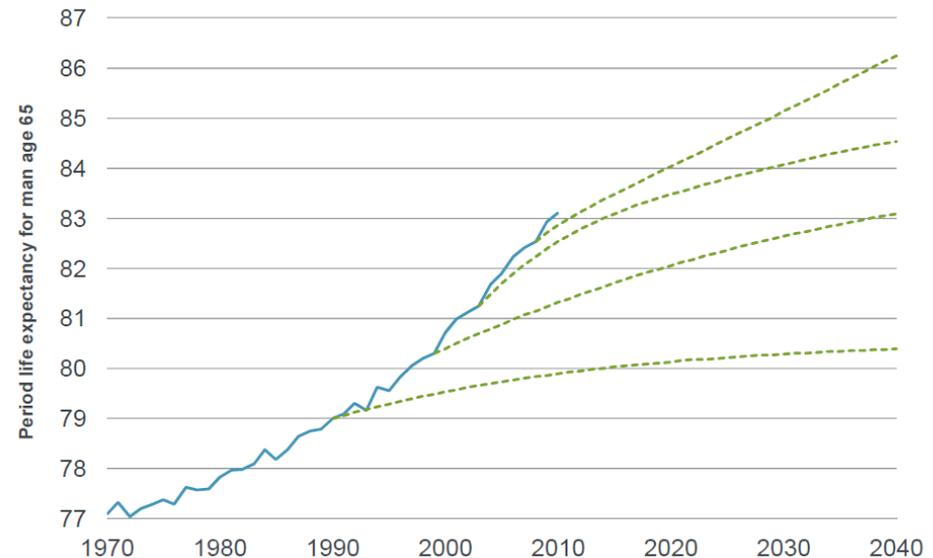
Les produits les plus exposés sont les rentes viagères et les produits de dépendance qui proposent une prestation en rente en cas de perte d'autonomie.

### Décomposition du risque

- Le risque de niveau
- Le risque de tendance

Le **risque de tendance** pour la longévité présente une certaine singularité : en effet, ce risque a régulièrement été **sous-estimé** par les modèles actuariels de projections de la mortalité.

La modélisation de la tendance s'appuie le plus souvent sur des **analyses de la population générale** car les données assurés ne disposent pas d'historique suffisant.

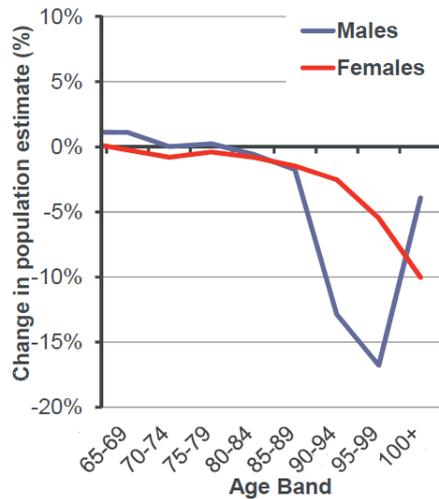


*Evolution de l'espérance de vie à 65 ans et modélisations prospectives au Royaume-Uni (Gaches, 2013)*

## Etude de cas 2 (2/2) :

# Erreur d'estimation de la mortalité aux grands âges au Royaume-Uni

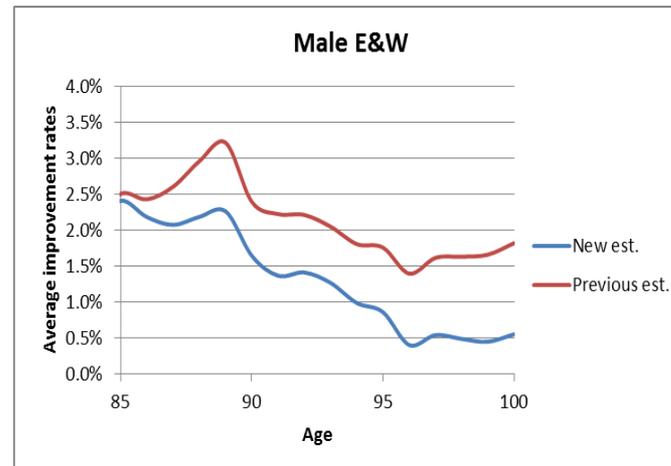
Variation des estimations de population entre le Census 2011 et les estimations (Grimshaw, 2013)



Espérance de Vie - Hommes

x	$e_x$ (Census)	$e_x$ (Est.)
65	17.88	17.97
75	10.86	10.98
85	5.69	5.90
90	4.05	4.31
95	2.78	3.01
100	2.02	2.30

Lors de la publication des résultats du dernier census de 2011, des écarts ont été mis en évidence avec les estimations établies depuis le census de 2001 sur les grands âges (90+).



Taux moyen d'amélioration de la mortalité par âge entre 2001 et 2011 (Propres calculs)\*

Cet exemple illustre le risque de modèle à double titre :

- Le modèle d'estimation n'a pas donné de résultat satisfaisant pour la population générale,
- Ces résultats ont pu être utilisés pour des modélisations de l'amélioration de la mortalité aux grands âges.

Ce cas rappelle l'importance de bien comprendre l'origine des données de calibrage et de leurs limitations éventuelles.

(\* ) New est – entre les données du Census 2001 et le Census 2011  
Previous est – entre les données du Census 2001 et l'estimation de 2011

# Conclusion

---

## ❑ Le risque de modèle

- Est une **problématique transversale** dont la gestion reste diffuse et dont les conséquences directes et indirectes sont potentiellement importantes
- Ne peut pas être totalement supprimé car il fait partie intégrante de l'activité d'une entreprise de réassurance  
⇒ Nécessité d'organiser au mieux sa gestion

## ❑ Une approche du risque de modèle opérationnelle

- **Inventaire** des modèles par processus (tarification, provisionnement, modèle interne et modèle standard)
- Revue des aspects **modélisations et opérationnels** par interview, revue de la validation, de la gouvernance et de la documentation (analyse par carte de chaleur et visuel)
- **Décision de monitoring** de certains aspects basée sur l'analyse des risques

### Gurvan

- Méthode pour revoir les différents modèles développés par l'équipe et pour **identifier les priorités**
- Définition d'un **langage commun** dans l'équipe pour communiquer simplement sur le risque de modèle
- **Mise en perspective** du résultat en poussant à la prise de recul

### Elsa

- Obtenir une **approche holistique** du risque de modèle
- **Reconnaitre** les types de risques de modèle déjà pris en compte dans les processus d'identification des risques existants
- Une perspective différente sur une grande partie de l'activité
- Un **cadre opérationnel** pour une revue du risque de modèle

# Le risque de modèle

## *Mise en pratique dans un contexte de réassurance vie*



"We've considered every potential risk except the risks of avoiding all risks."

Gurvan Le Rhun  
Elsa Renouf  
Midi ERM, Octobre 2014

# Annexe 1 :

## Visuel / Indicateur – Exemples de critères

---

Axe	Exemples de critères
<b>Matérialité</b>	Capitaux requis Primes New Business Embedded Value Niveau d'autorité
<b>Gouvernance</b>	Politique en place Clarté des rôles Validation indépendante (temps depuis la dernière validation) Contrôles suivis (conclusions des contrôles)
<b>Documentation</b>	Documentation existante Identification des limites du modèle Compréhension par un tiers ayant des compétences adéquates
<b>Modélisation</b>	Type de simplification Présence de garanties non modélisées Crédibilité de l'expérience prise en compte
<b>Utilisation</b>	Sécurité de l'outil Développement sur plateforme Expérience des utilisateurs Peer/Technical review

## Annexe 2 : Points d'attention en modélisation des risques biométriques

Facteur de risques	Points d'attention
<b>Pour tous</b>	Absence ou insuffisance des données
	Volatilité à l'ultime et volatilité à un an
	Dépendance entre les facteurs de risques
<b>Mortalité</b>	Amélioration de mortalité
	Mortalité aux grands âges
	Effet de la sélection médicale / Effet des classes de risques
	Impact d'une pandémie, catastrophes naturelles ou terrorisme
<b>Morbidité</b>	Définition contractuelle
	Effet de la sélection médicale / Effet des classes de risque
	Impact de la gestion des sinistres
	Influence de la situation économique / Cyclicité
<b>Longévité</b>	Amélioration de mortalité / Mortalité aux grands âges
	Facteurs explicatifs
	Différentiel entre espérance de vie sans incapacité et espérance de vie
<b>Chutes</b>	Facteurs explicatifs
	Influence de la situation économique / Cyclicité
	Anti-sélection