



JOURNEES IARD des 7 et 8 avril 2016



**INSTITUT DES
ACTUAIRES**

**Déclinaison opérationnelle de l'appétence au risque
Points sensibles et aléa**

**Yannick Appert Raullin - PACIFICA
Marc Raymond - FORSIDES**

Déclinaison de l'appétence au risque - points sensibles et aléa

Déclinaison de l'appétence et appréciation du niveau de risque pris

Les techniques de modélisation des risques IARD

Aléa naturel et volatilité des résultats

Exemples de difficultés de modélisation

Comment gérer et communiquer sur ces incertitudes

La définition de l'appétence au risque

Les métriques

Résultat

Baisse de
résultat
acceptable

Capital

Baisse des
capitaux propres
acceptable

Solvabilité

Baisse de
couverture du
SCR acceptable

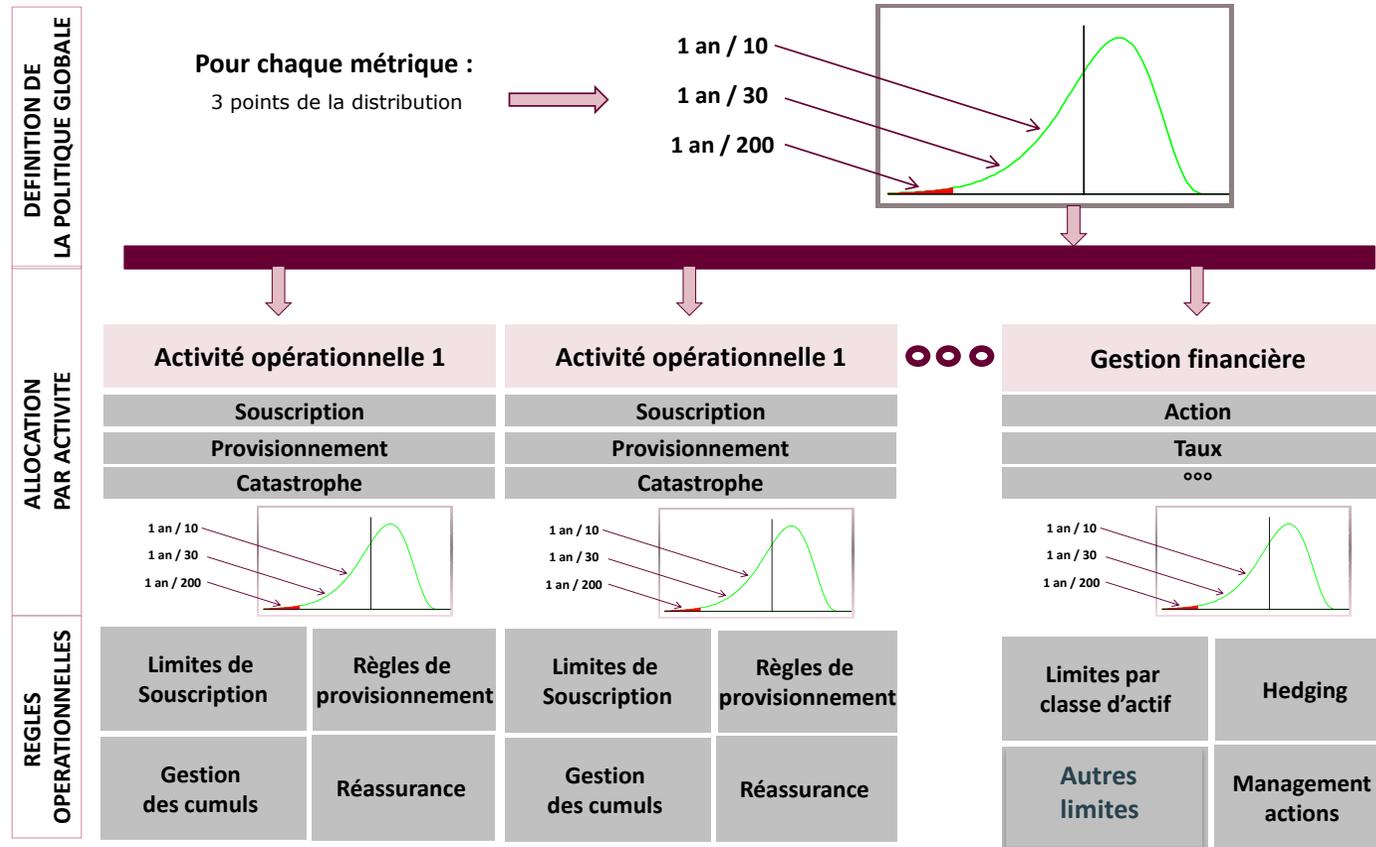
La période de retour

Pour chaque métrique, définition des variations
max acceptables toutes les X années

Les périodes classiquement utilisées sont 5, 10
ans, 20 ans, 50 ans



2. Détermination des budgets de risque par activité



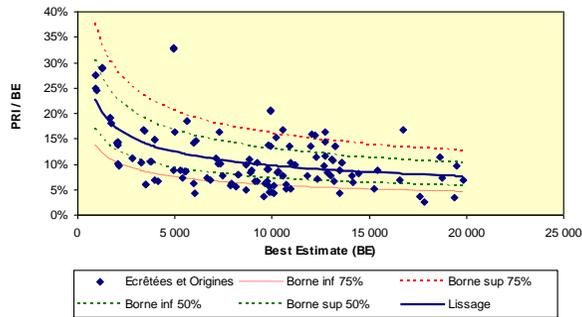
Une approche pragmatique pour décliner ces budgets en limites de risque est de **combiner l'approche top down de définition des budgets** avec **une approche bottom-up de mesure de la consommation du budget**

3. Lien entre appétence et niveau de risque pris par l'entreprise

Contrairement à d'autres risques, les risques non vie sont par nature des risques spécifiques à l'entité, leur niveau va dépendre:

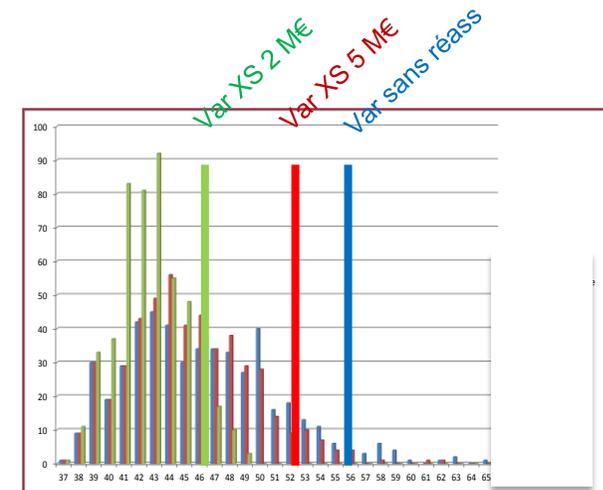
De la taille du portefeuille

Var de la liquidation d'une provision selon sa taille



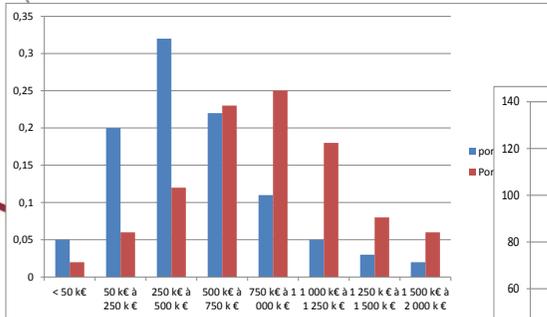
De la structure de réassurance

Var annuelle d'un même portefeuille selon 3 niveaux d'XS

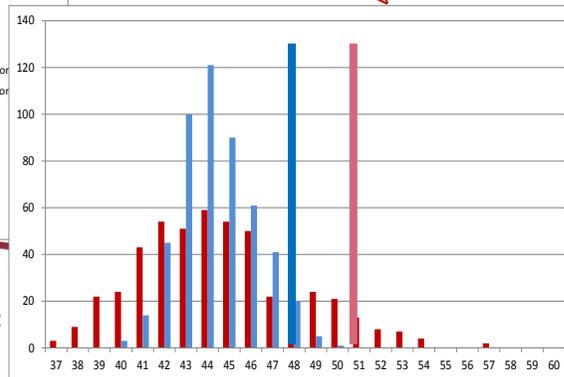


Du profil des engagements pris

Structure des engagements pris



Var profil 1
Var profil 2



De la localisation des risques souscrits

3. Lien entre appétence et niveau de risque pris par l'entreprise

Pour vérifier l'adéquation des risques pris par l'entreprise aux budgets de risques il est nécessaire de les modéliser

Principaux risques et aléas en IARD

Evolution du portefeuille

Inadéquation des primes

Augmentation de fréquence

Augmentation de coût moyen

Survenance de sinistres d'intensité

Survenance de sinistres catastrophes

Liquidation adverse des provisions

Vérifier l'adéquation du niveau de risque pris au niveau d'appétence va nécessiter d'apprécier le coût induit par chacun de ces risques selon 1 ou plusieurs périodes de retour en tenant compte :

- de la structure de réassurance,
- de l'évolution du niveau de risque de l'entreprise (possible inadéquation entre portefeuille historique et portefeuille actuel
- des dépendances entre risques
-

4. Les complexités à traiter

Les questions qui vont se poser quand on va tenter de modéliser ces risques et auxquelles on va tenter de répondre :

- Comment traiter les années et données atypiques de mon historique ?
- Jusqu'ou et faut-il séparer les éléments à modéliser ?. Est-ce que cela peut introduire un biais ?
- Si on modélise de manière séparée, comment ré-agréger les résultats ?
- Comment traiter les tendances ?
- Peut on s'assurer qu'on a choisi les bonnes lois ?
- Quelle niveau de biais j'introduis quand des approches de type USP ?

La manière de traiter ces différents points va avoir une incidence forte sur l'appréciation interne des risques de prime et de provisions et le calibrage des Chocs de l'ORSA

Doit on et comment communiquer sur ces incertitudes ?

Déclinaison de l'appétence au risque - points sensibles et aléa

Déclinaison de l'appétence et appréciation du niveau de risque pris

La modélisation des risques IARD

Aléa naturel et volatilité des résultats

Exemples de difficultés de modélisation

Comment gérer et communiquer sur ces incertitudes

1. Modélisation de la sinistralité

La modélisation de la sinistralité non vie

• **Méthodes basées sur les pertes directes**

Hypothèse forte : la sinistralité passée reproduit bien les caractéristiques de la branche étudiée. Cette hypothèse qui peut s'avérer relativement justifiée sur un groupe homogène de risque est inexacte lorsque la politique de souscription a évolué dans le temps.

Définition de la charge de sinistralité des pertes attritionnelles :

$$S^{Att} = \sum_{n=1}^{n^{Att}} S_n^{Att}$$

Nombre de sinistres

Supposé suivre une loi de poisson, binomiale négative

Charge de sinistralité

Modélisation des coûts moyens des sinistres via une loi : loi Gamma, loi Log-normale, ...

Charge de la sinistralité totale

Au global, S^{att} (dans le cas d'un choix binomiale négative – Log-normal) peut être approchée comme une loi Log-normale.

Définition de la charge de sinistralité pour les pertes atypiques :

$$S^{Atyp} = \sum_{n=1}^{n^{Atyp}} S_n^{Atyp}$$

Nombre de sinistres

Supposé suivre une loi de poisson, binomiale négative

Charge de sinistralité individuelle

Différentes lois classiquement utilisées

- Loi de Pareto ou loi de Pareto généralisée
- Loi de Weibull
- Loi de log-normale
- Loi statistique tronquée.

1. Modélisation de la sinistralité

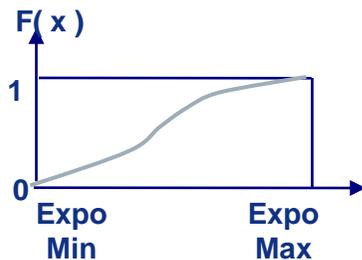
La modélisation de la sinistralité non vie

Méthodes basées sur l'exposition au risque

Détermination de la distribution des pertes (fréquence et intensité) en s'appuyant sur le taux de destruction (ratio entre le montant de perte et les sommes assurées). Cette méthode peut être appliquée pourvu que l'on dispose :

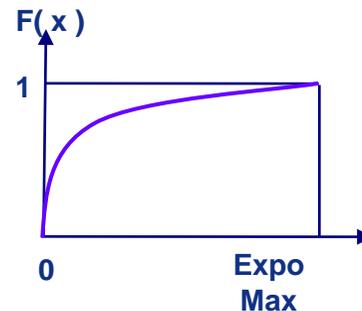
- Des sommes assurées pour les différents risques en portefeuille ou, à tout le moins, les distributions de ces sommes.
- Les sinistres individuels pour déterminer les taux de destruction des risques en portefeuille.

Exposition

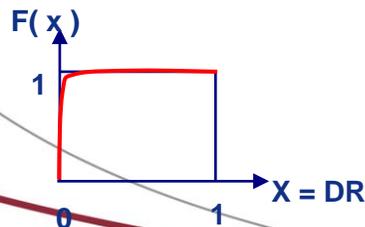


PROFIL
D'EXPOSITION

Loi de destruction



Taux de destruction



TAUX DE
DESTRUCTION

Une modélisation par les taux de destruction peut être **plus précise** que celle visant à modéliser la charge de sinistralité. En effet, on y intègre des informations supplémentaires relatives à l'exposition aux risques.

Néanmoins, méthode plus complexe à calibrer :

- Nécessite d'avoir des informations sur les portefeuilles passés,
- La loi de taux de destruction dépend de la nature des risques et notamment de la taille de l'exposition

1. Modélisation de la sinistralité

Détermination du seuil des pertes atypiques

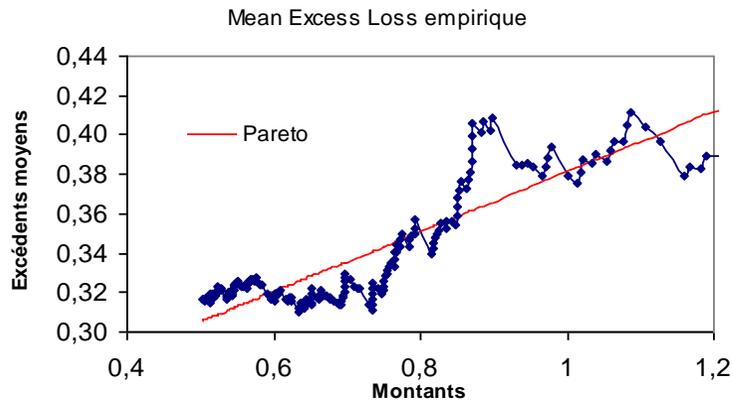
Lorsque qu'une modélisation des pertes atypiques est mise en œuvre il convient de déterminer le seuil à partir duquel les sinistres sont considérés comme atypiques. Plusieurs techniques peuvent être utilisées :

la fonction « Mean Excess Loss » (MEL) :

Pour un seuil p donné, le MEL est la moyenne des sinistres dépassant p , le seuil p étant déduit.

On obtient ainsi la courbe empirique des MEL pour chaque point de l'échantillon.

Le MEL d'une loi de Pareto est une droite :

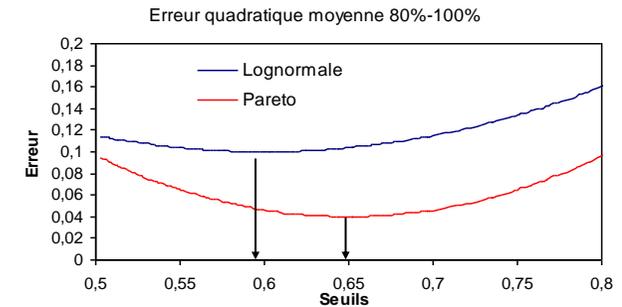


L'erreur quadratique moyenne (EQM)

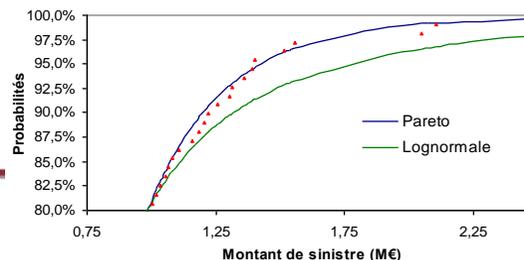
L'écart moyen entre la distribution empirique et la distribution théorique (EQM) doit être minimal (notamment sur la queue de distribution)

La qualité de l'ajustement peut être mesurée par l'EQM entre les quantiles 80% et 100% :

On retient le seuil qui minimise l'EQM pour une famille de lois donnée.



Fonction de répartition d'un sinistre dépassant 500 000 €



1. Modélisation de la sinistralité

Le choix des lois supposées représenter au mieux la sinistralité et leur calibrage sont des éléments centraux dans la quantification du risque

Calibrage des lois de distribution

Le calibrage des paramètres de la loi de distribution des pertes peut être mené via

- La méthode du maximum de vraisemblance qui exige un historique de données relativement riche (>50 observations)
- La méthode des moments qui peut être utilisée lorsque les historiques de données ne sont pas riches

Tests d'adéquation

L'adéquation entre l'historique des données disponible et la loi calibrée est validée via différentes statistiques.

- Tests statistiques
 - Test du χ^2 de Pearson
 - Test de Kolmogorov Smirnov
 - Test de Cramer-von Mises
 - Test d'Anderson-Darling
- Comparaison de certains quantiles (75%, 90%, 99,5%) des lois calibrées et des données historiques (pour chaque loi – Weibull, lognormale, Pareto, Pareto généralisée – et pour chaque méthode d'estimation – maximum de vraisemblance, moments)
- Adéquation graphique (qq-plot, distribution)
- Comparaison des moments d'ordre 1 et 2

1. Modélisation de la sinistralité

Les tests statistiques

Loi du coût à l'instant

Seuil : 750 000 Minimum : 756 275 Moyenne : 1 045 551
 Echantillon : 124 Maximum : 2 783 158 Ecart-type : 348 778

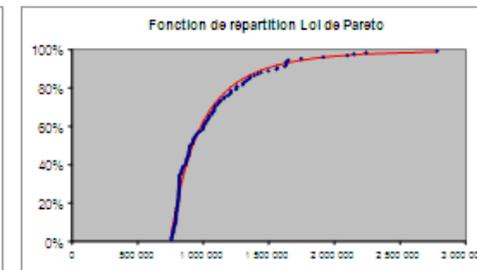
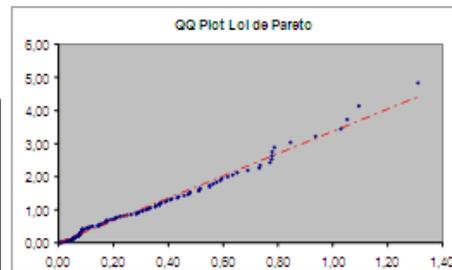
Loi de Pareto à 1 paramètre

Seuil : 750 000 Moyenne : 1 082 139
 α : 3,4028 Ecart-type : 486 150

Test d'ajustement			
	Estimé	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	95,48	148,50	150,45
Kolmogorov	0,091	0,091	0,109

Test : H₀ : Loi de X = Loi Pareto / H₁ : Loi de X ≠ Loi Pareto

	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	OK	OK
Kolmogorov	OK	OK



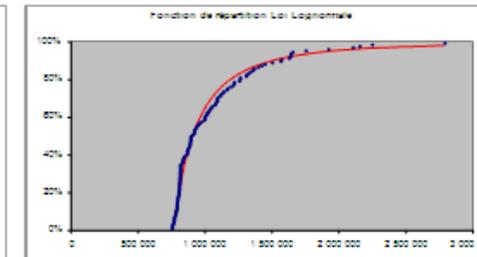
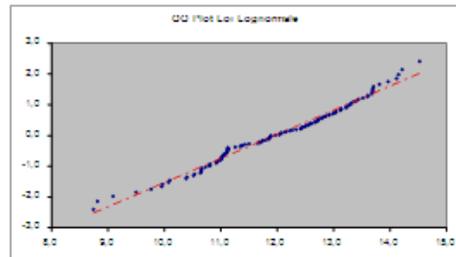
Loi lognormale

α : 11,9603 Moyenne : 1 080 496
 β : 1,2232 Ecart-type : 615 170

Test d'ajustement			
	Estimé	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	52,89	147,39	159,30
Kolmogorov	0,098	0,091	0,109

Test : H₀ : Loi de X = Loi Lognorm / H₁ : Loi de X ≠ Loi Lognorm

	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	OK	OK
Kolmogorov	Rejet	OK



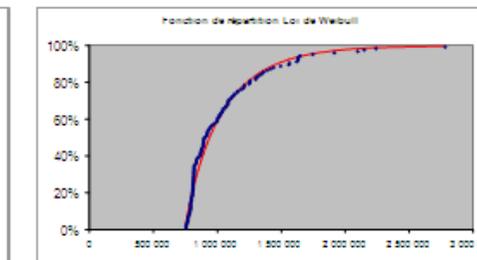
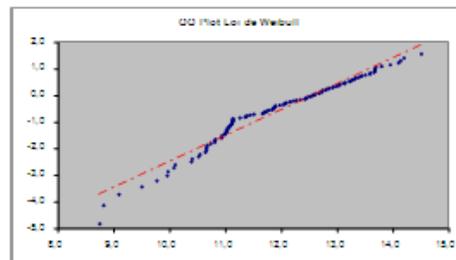
Loi de Weibull

a : 0,5067 Moyenne : 1 048 414
 b : 284 753 Ecart-type : 329 517

Test d'ajustement			
	Estimé	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	100,85	147,39	159,30
Kolmogorov	0,107	0,091	0,109

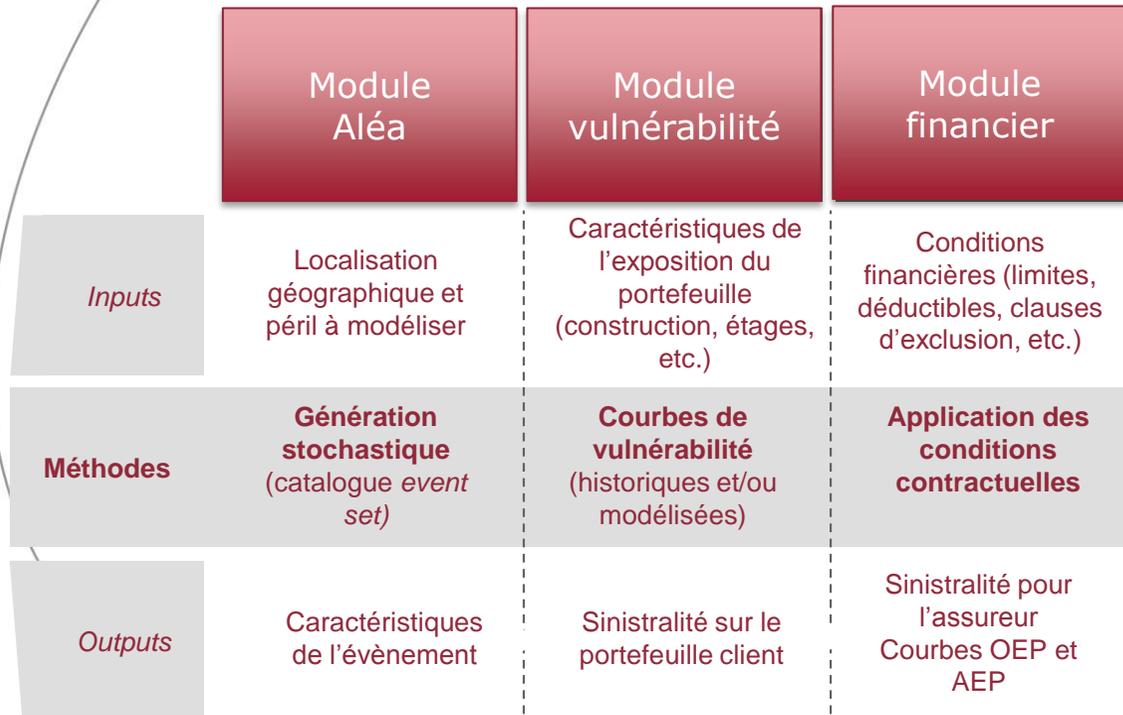
Test : H₀ : Loi de X = Loi Weibull / H₁ : Loi de X ≠ Loi Weibull

	Seuil à 5%	Seuil à 1%
z	OK	OK
Kolmogorov	Rejet	OK



2. Modélisation du risque catastrophe naturelle

La modélisation du risque Cat suit une approche spécifique



Modèles disponibles en Pays x Péril.

Exemples :

- l'inondation en Allemagne
- La tempête en France
- La sécheresse en Australie

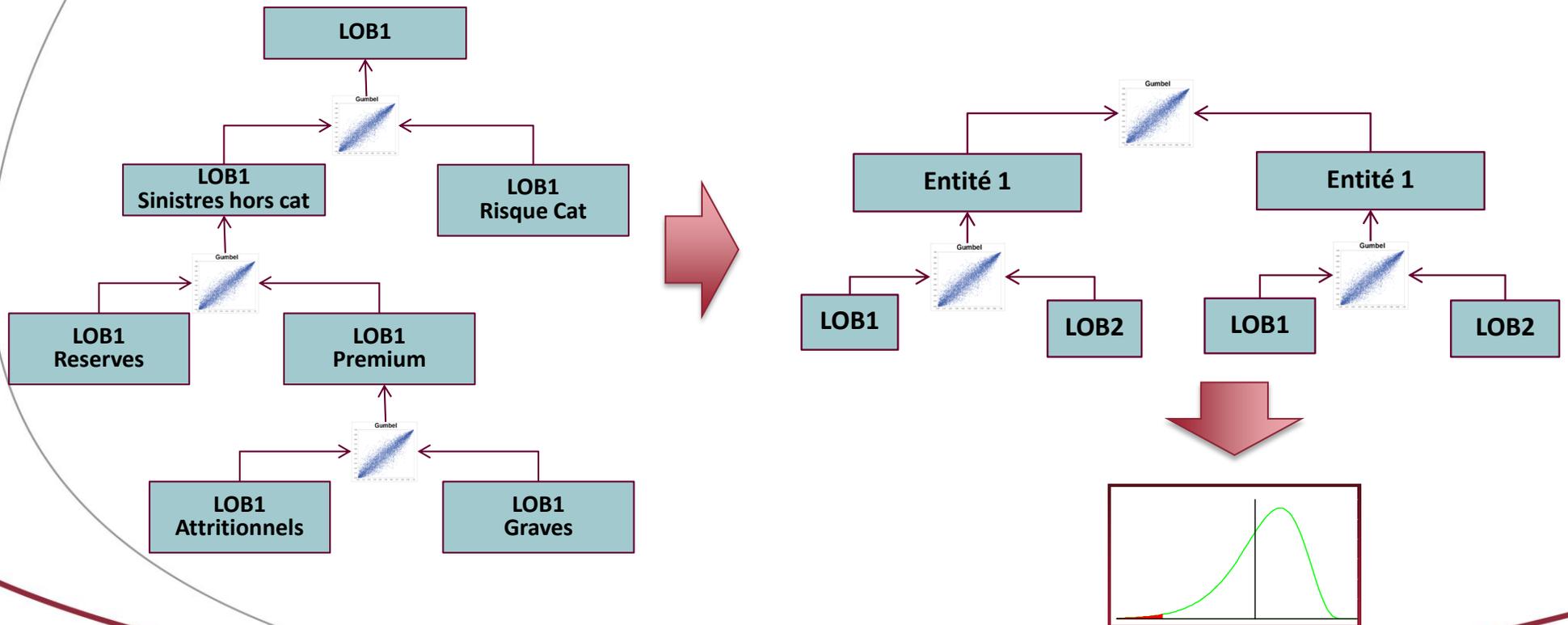
Les résultats des modèles sont analysés grâce aux **courbes EP** (*Exceedance Probability*) représentatives de deux grandeurs différentes :

- **La courbe OEP** (pour *Occurrence Exceedance Probability*), associe une période de retour (en année) au coût maximal d'un évènement ;
- **La courbe AEP** (pour *Aggregate Exceedance Probability*), associe une période de retour (en année) au coût total des évènements

3. Prise en compte des corrélations

L'agrégation des risques

L'agrégation se fait classiquement à l'aide de copules (gaussienne ou non gaussienne) : Le choix de la copule et son calibrage sont souvent compliqués du fait du manque de données

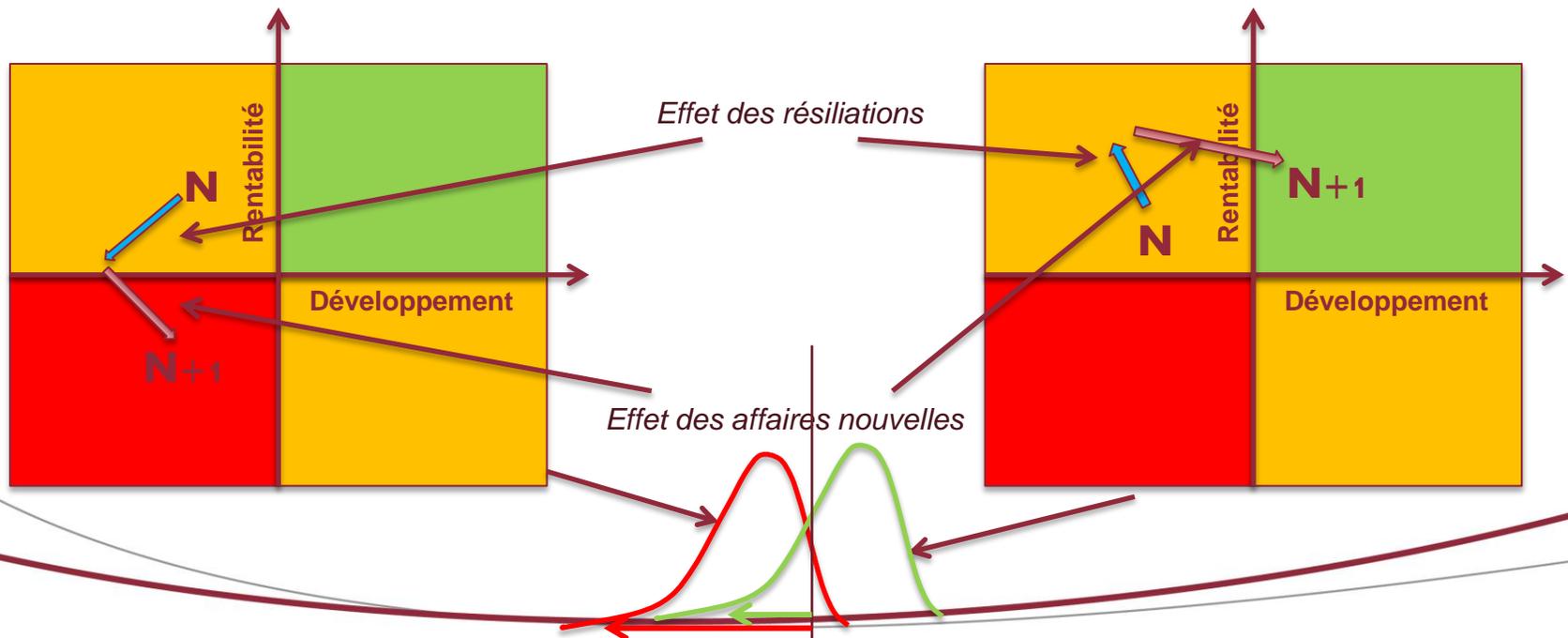


4 - Modélisation du risque de portefeuille

Risque de portefeuille

- Le risque de portefeuille correspond au risque lié à la rotation du portefeuille (variation des primes souscrites brutes de réassurance). Il est formé de deux composantes
 - Le risque sur le niveau de la prime payée par les assurés
 - Le risque de volume (lié au renouvellement des contrats et à l'intégration des affaires nouvelles).

**Ce qu'on cherche à estimer : comment le portefeuille peut évoluer entre N et N+1
Aussi bien en termes de volume de CA que de rentabilité**



Déclinaison l'appétence au risque - points sensibles et aléa

Déclinaison de l'appétence et appréciation du niveau de risque pris

La modélisation des risques IARD

Aléa naturel et volatilité des résultats

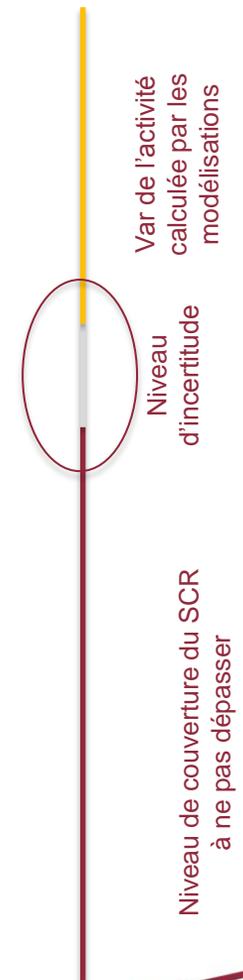
Exemples de difficultés de modélisation

Comment gérer et communiquer sur ces incertitudes

1 – L'aléa « naturel » des résultats des modélisations

Démarche de mesure de l'aléa :

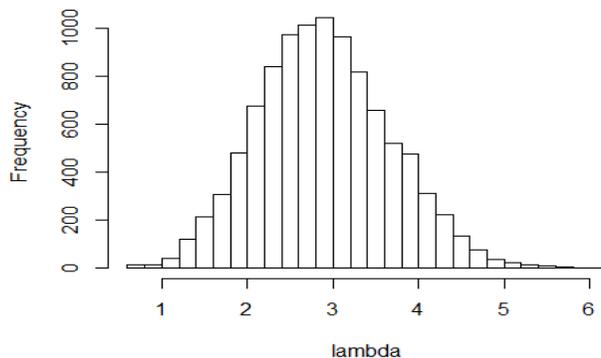
- On connaît la loi de la sinistralité grave : le nombre de sinistres suit une loi de Poisson de paramètre 3 et le coût des sinistres suit une loi de Pareto de paramètres de forme 1,25 et de min 100K correspondant à un coût moyen des sinistres graves de 500K€ et un seuil de 100K€
- On simule 10.000 échantillons de 5 années de sinistralité à partir des lois connues
- Pour chaque échantillon, on ajuste les lois de Pareto et Poisson à nos données
- A partir des lois ajustées on simule une la distribution d'une année de sinistralité
- On observe les distributions des quantiles 90% , 95% et 99,5%



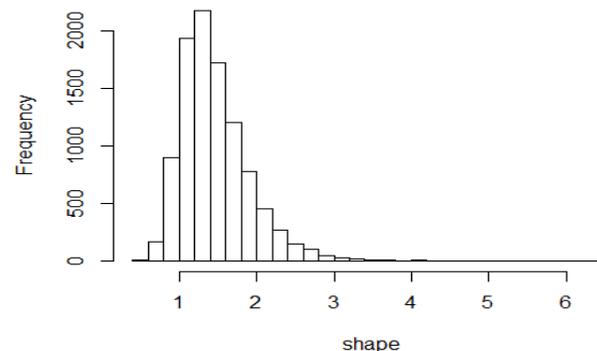
1 – L'aléa « naturel » des résultats des modélisations

Aléa sur la VAR issu de l'échantillon utilisé pour effectuer la modélisation

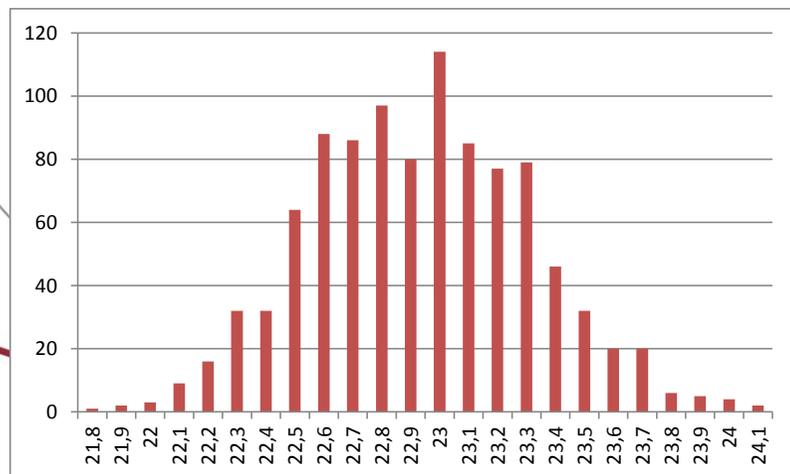
Histogramme du paramètre de la Poisson



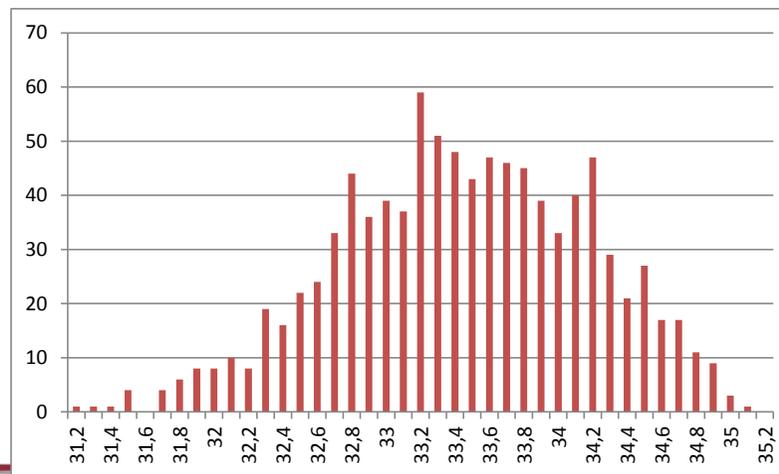
Histogramme du paramètre de forme de la Pareto



Distribution de la VAR à 90 %

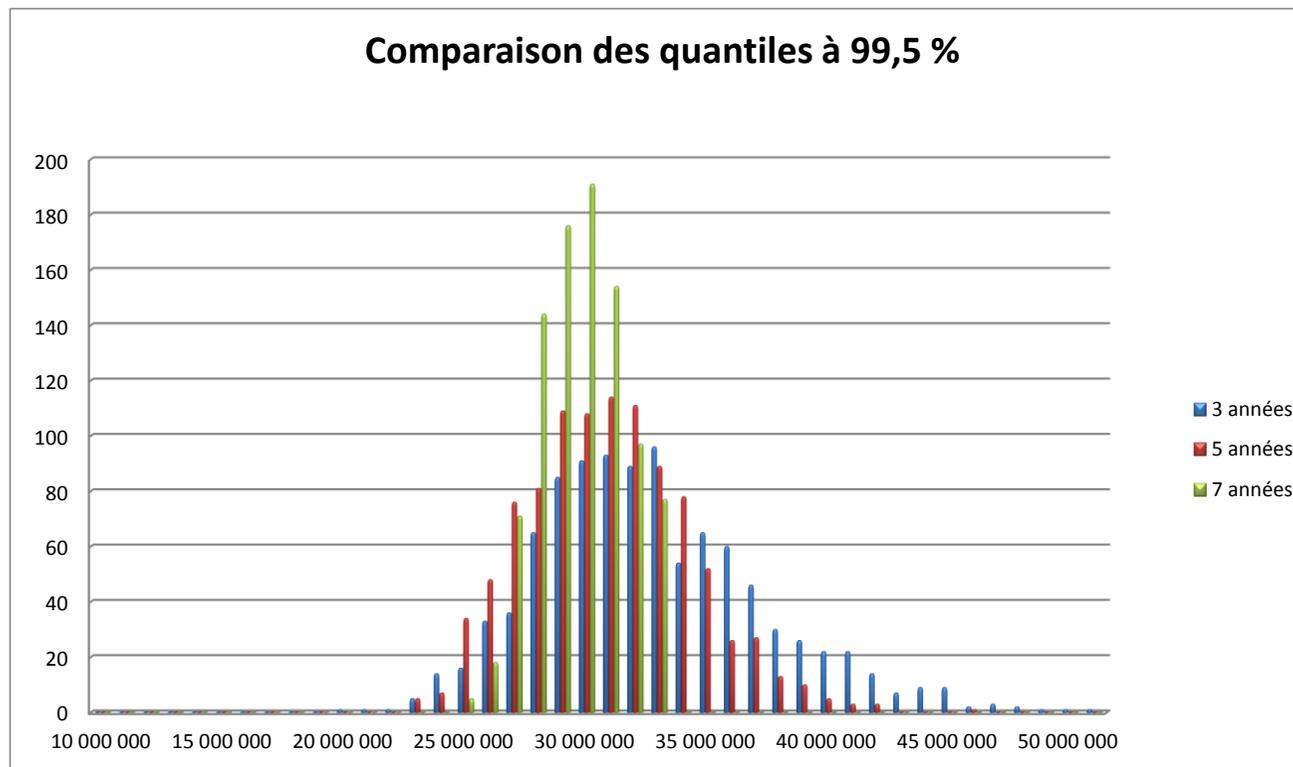


Distribution de la VAR à 95 %



1 – L'aléa « naturel » des résultats des modélisations

Impact du nombre de sinistres utilisé pour calibrer la loi

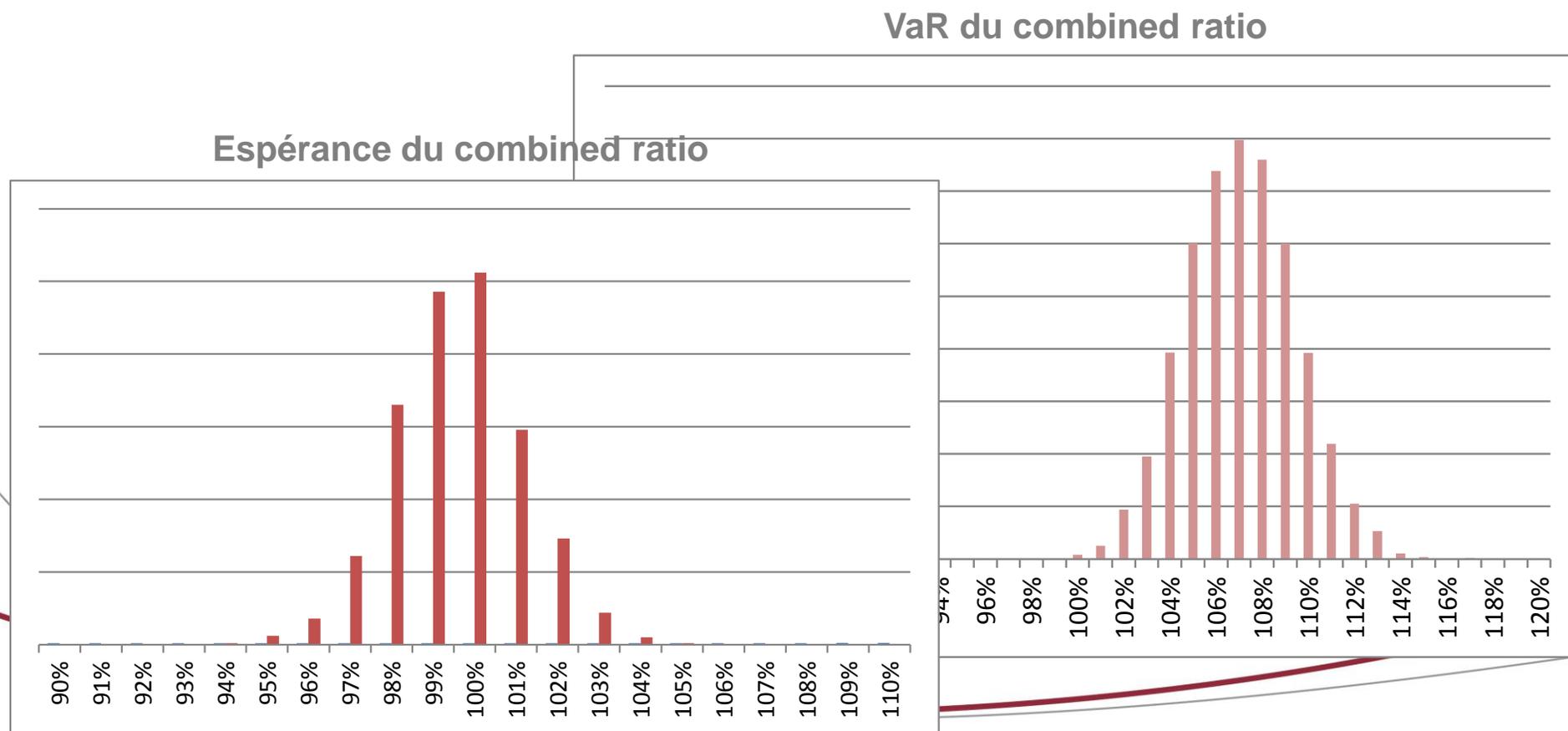


Ecart type de la VaR

9 sinitres	15 sinistres	21 sinistres
14,7%	10,6%	6,6%

1 – L'aléa « naturel » des résultats des modélisations

Nous avons ici déterminé l'incertitude induite par un calcul de type USP sur l'espérance et la VaR à 90 % du combined ratio



Déclinaison de l'appétence au risque - points sensibles et aléa

Déclinaison de l'appétence et appréciation du niveau de risque pris

La modélisation des risques IARD

Aléa naturel et volatilité des résultats

Les difficultés de modélisation

Comment gérer et communiquer sur ces incertitudes

1 – Les choix de modélisation

Pour un risque donné, des choix de modélisation vont devoir être faits

Le choix du niveau de découpage de la modélisation :

**attritionnels,
graves de tendance
graves exceptionnels**

Le choix en matière de découpage du portefeuille à modéliser :

**modélisation de l'ensemble du portefeuille
modélisation par famille de risque ayant des comportements différents**

Le choix de la loi retenue

**lognormale,
Paréto,
...**

Le choix de la modélisation retenue

**S/P
fréquence et coût moyen
nb de sinistres + charge individuelle de chaque sinistre
...**

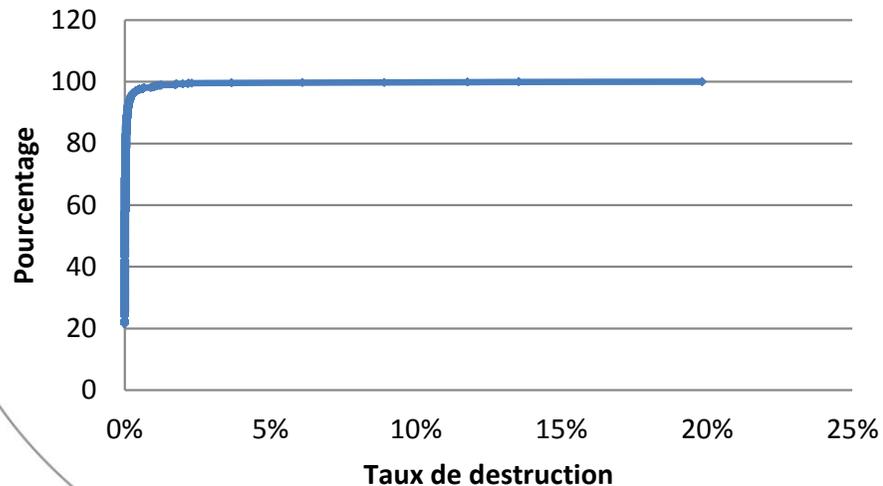
***Un choix découlant de la nature des risques, de la structure de réassurance,
des données disponibles, ...***

1 – Les choix de modélisation

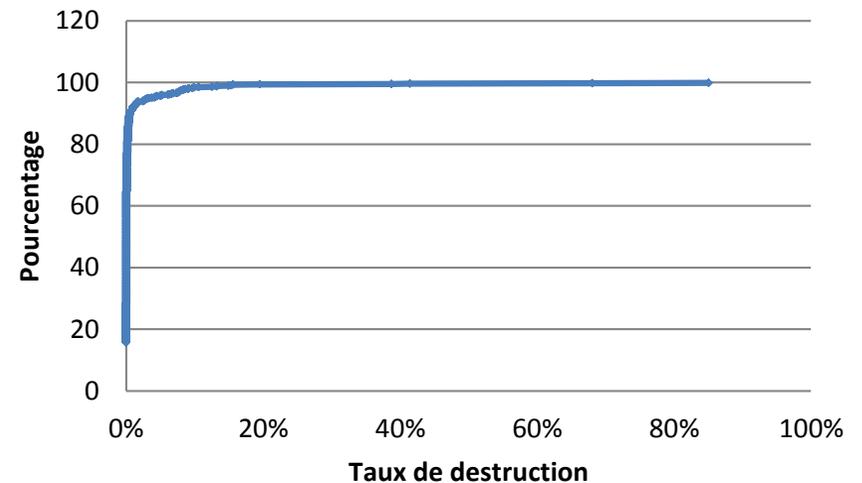
Les problématiques de segmentation du portefeuille à modéliser

Exemple sur le risque incendie

Répartition du taux de destruction portefeuille A



Répartition du taux de destruction portefeuille B



1 – Les choix de modélisation

Prise en compte de la tendance

Choix de modélisation 1

Les données ne comportent pas de tendance

Choix de modélisation 2

Les données comportent une tendance



Chronique de S/P

2015	88,4%
2014	87,8%
2013	87,2%
2012	86,6%
2011	86,0%
2010	85,4%
2009	84,8%
2008	84,2%
2007	83,6%
2006	83,0%
2005	82,4%

Modélisation 1

Var 90 % 2,4%
Var 99,5 % 4,6%

Modélisation 2

Var 90 % 0,0%
Var 99,5 % 0,0%

1 – Les choix de modélisation

Découpage de la sinistralité

Choix de modélisation 1

Modélisation des S/P des sinistres attritionnels

Modélisation des graves par simulation du nombre et de la charge

Choix de modélisation 2

Modélisation des S/P historiques



	Chronique de S/P	Charge des sinistres graves
2015	97,1%	4 321 450
2014	97,1%	4 433 750
2013	101,4%	6 433 254
2012	93,8%	3 103 429
2011	91,9%	2 537 905
2010	99,6%	5 899 277
2009	90,9%	2 658 835
2008	92,7%	3 764 756
2007	86,6%	1 348 283
2006	89,3%	2 942 526
2005	95,6%	6 223 053

Modélisation 1

Var 90 % 11,4%
Var 99,5 % 22,6%

Modélisation 2

Var 90 % 9,6%
Var 99,5 % 18,6%

1 – Les choix de modélisation

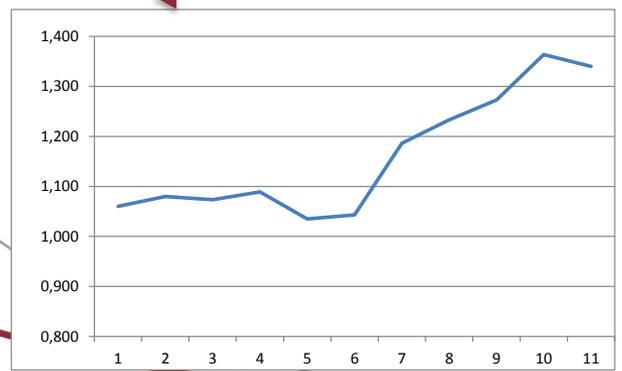
Le risque de provisionnement

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2005	1,060	1,002	1,015	1,038	1,005	1,003	0,983	0,957	0,991	0,961	0,997
2006	1,080	1,003	0,997	0,977	0,984	0,988	1,020	1,006	0,801	0,996	
2007	1,073	0,928	0,951	0,963	1,037	1,001	0,998	0,999	1,015		
2008	1,089	0,968	1,133	1,014	1,045	1,021	0,994	1,041			
2009	1,035	0,990	0,940	0,975	1,049	0,967	1,019				
2010	1,043	0,983	0,981	1,028	0,988	0,992					
2011	1,186	1,053	1,008	1,006	0,941						
2012	1,233	1,048	1,001	0,977							
2013	1,273	0,960	0,990								
2014	1,364	0,975									
2015	1,340										



ecarttype 0,030

ecarttype 0,125

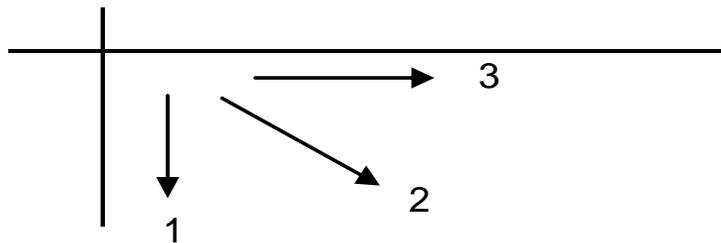


Les modèles « mécaniques » ne savent pas bien traiter ce type de phénomène

2 – La prise en compte des évolutions temporelles

Ce dont on dispose est issu du passé alors qu'on cherche à déterminer le risque de l'année N+1. Il est donc nécessaire de retraiter les données

Le retraitement des données s'effectue selon 3 axes ::



1 : Évolution historique du portefeuille (coût moyen en augmentation par exemple)

2 : Biais calendaires (inflation)

3 : Sinistres tardifs et liquidation

Certains trends sont difficiles à isoler et à retraiter dans les historiques sinistres :

- Changements jurisprudentiels
- Cycles
- Changements de gestion et de souscription, etc.

3 – Synthèse des principaux points d'attention

Sinistres attritionnels

- **Si la charge sinistre attritionnelle est calibrée à partir des triangles de S/P historiques retraités des sinistres graves.**

- L'approche S/P est-elle pertinente ? Pour quels risques cette approche ne convient-elle pas ?
- L'approche coût moyen x fréquence est-elle plus adaptée ?



Assurer la pertinence de l'approche S/P et trouver une approche adaptée le cas échéant

- Nécessité de rendre les données historiques comparables entre elles :
 - Portefeuille homogène au cours du temps ? Politique de souscription en forte évolution ?
 - Éléments à intégrer : évolution des limites de garanties, évolution des franchises, évolution du coût moyen, etc.
 - Quid du cycle de marché et des tendances ?
 - Éléments prospectifs à prendre en compte : quel profil de risque en 2011 ?



Identifier les principaux drivers et assurer la pertinence des retraitements à effectuer

3 – Synthèse des principaux points d'attention

Sinistres graves

Le nombre de sinistres graves est calibré à partir du triangle du nombre de sinistres graves

- **Nécessité de corriger le nombre de sinistres historiques graves des variations d'exposition :**
 - Par exemple les primes retraitées des variations tarifaires : pas toujours disponible à la maille de calcul
 - Ou bien en fonction du nombre de polices : difficulté de comptage à la maille de calcul (ex flottes auto)
 - Ces indicateurs ne sont pas toujours pertinents (exemple risques d'entreprises)



Trouver un indicateur pertinent de mesure de l'exposition par type de risque

Le coût est calibré à partir des montants de sinistres historiques en vision best estimate

- **Sous l'hypothèse que les sinistres graves historiques permettent de bien capter le risque (à discuter selon les types de risque)**
- **Nécessité de rendre comparables les sinistres historiques en matière de coût et d'inflation (quel serait le montant d'un sinistre de survenance 2000 si ce sinistre survenait en 2011?)**
 - Inflation historique à retraiter
 - Éventuellement inflation sectorielle (ex corporels)
 - Hypothèse d'inflation future à intégrer dans le modèle
- **Faire le lien avec la politique de provisionnement (les provisions dossier/dossier sont-elles en valeur économique?)**



Utiliser des hypothèses cohérentes avec la prévision et la politique de provisionnement

Déclinaison de l'appétence au risque - points sensibles et aléa

Déclinaison de l'appétence et appréciation du niveau de risque pris

Les techniques de modélisation des risques IARD

Aléa naturel et volatilité des résultats

Les difficultés de modélisation

Comment gérer et communiquer sur ces incertitudes

Au-delà des textes et des modèles, un cadre adapté à chaque gouvernance d'entreprise

La communication, gage de réussite

**La détermination de l'appétence au risque ne doit pas être un processus compliqué
C'est un outil de communication entre le conseil d'administration et l'équipe dirigeante de l'entreprise, les maître mots : *échange – partage – dialogue.***

Pas de norme de marché fixant une définition officielle de la notion d'appétence au risque.

Les définitions utilisées par les différents acteurs du marché ne sont pas toujours homogènes, il n'est pas rare de rencontrer des interprétations différentes, possiblement contradictoires, des termes « Appétence au risque » et « Tolérance au risque ».

La définition d'un glossaire commun est nécessaire.

Ce glossaire doit être compatible avec le cadre existant au sein de l'entreprise : d'autres processus peuvent déjà utiliser des limites ou des seuils de tolérances dans l'entreprise.

La déclinaison de la théorie doit s'adapter à la réalité opérationnelle

Adaptation, agilité, consensus au service de la gestion des risques

En théorie

Le Conseil d'administration (ou AMSB) donne les directives appropriées en matière de définition de l'appétence au risque.

Le cadre est issu de la directive Solvabilité II et peut décliner des indicateurs cohérents avec le SCR.

Des indicateurs « usuels » à utiliser : SCR, résultat, ROE autres ratios

Dans la pratique

Les experts techniques mesurent la situation actuelle pour alimenter (ou proposer) un cadre d'appétit au risque très/trop détaillé => **remettre le Conseil d'administration en amont de la définition du cadre.**

Les parties prenantes dans l'activité de l'entreprise sont pléthoriques (Conseil d'administration, actionnaires, analystes financiers, Autorités de contrôle, agences de notation, salariés, assurés) et peuvent avoir des objectifs variés => **lister ces objectifs pour définir des indicateurs pertinents.**

Un « delta NAV » est difficilement interprétable. L'utilisation d'un résultat IFRS est plus simple mais quid de la transposition « résultat SII » vers « résultat IFRS »? => **adapter l'indicateur à la culture du pilotage stratégique de l'entreprise**

Au final un cadre protéiforme intégré dans l'ADN de l'entreprise

Retour d'expérience

PACIFICA, filiale d'un bancassureur

La banque Crédit Agricole S.A. dispose d'un cadre d'appétence. Sa déclinaison au sein des filiales doit s'imbriquer en cohérence.

- ⇒ ***Des indicateurs non identifiés initialement peuvent apparaître : ressources humaines, RSE...***
- ⇒ ***De nouveaux horizons de temps peuvent intégrer le cadre d'appétence : SCR à 3/5/10 ans***
- ⇒ ***Des seuils spécifiques peuvent exister : paliers dans les niveaux de tolérance***

La culture du risque est très présente dans notre ADN. Les limites de risque sont contraignantes et chaque alerte induit immédiatement réaction.

- ⇒ ***L'assurance est un métier volatil, l'incertitude autour de la mesure de risque est importante.***
- ⇒ ***La volatilité en juste valeur n'est pas équivalente à la volatilité comptable.***

Pour résoudre tous ces défis, nous avons fortement travaillé sur les intervalles de confiance : le cadre d'appétence inclut de manière indissociable, un indicateur/seuil et son intervalle de confiance. Les actions du management sont définies en cohérence avec ces éléments pour induire le bon niveau de réaction en cas d'alerte sans contraindre l'information (l'alerte en elle-même).

De plus, chaque « case » de la matrice est illustrée de situations concrètes, à la fois sur chaque seuil mais également sur la situation en cours (exemple volontairement simplifié : un seuil est franchi si une tempête de 3 md€ survient, la situation dégradée actuelle équivaut à une tempête de 250 m€).