



29 et 30 mars 2018

Modélisation des sinistres corporels pour la tarification d'un traité de Réassurance Automobile en Excédent de Sinistres

Ariane Trivière (QBE Re)



Modélisation des sinistres corporels pour la tarification d'un traité de Réassurance Automobile en Excédent de Sinistres



1. Introduction
2. Tarification sur base d'un modèle actuariel
3. Etapes de la Tarification
4. Conclusion



1. Introduction



- ❑ Qu'est-ce qu'un traité de réassurance en Excédent de sinistres ?

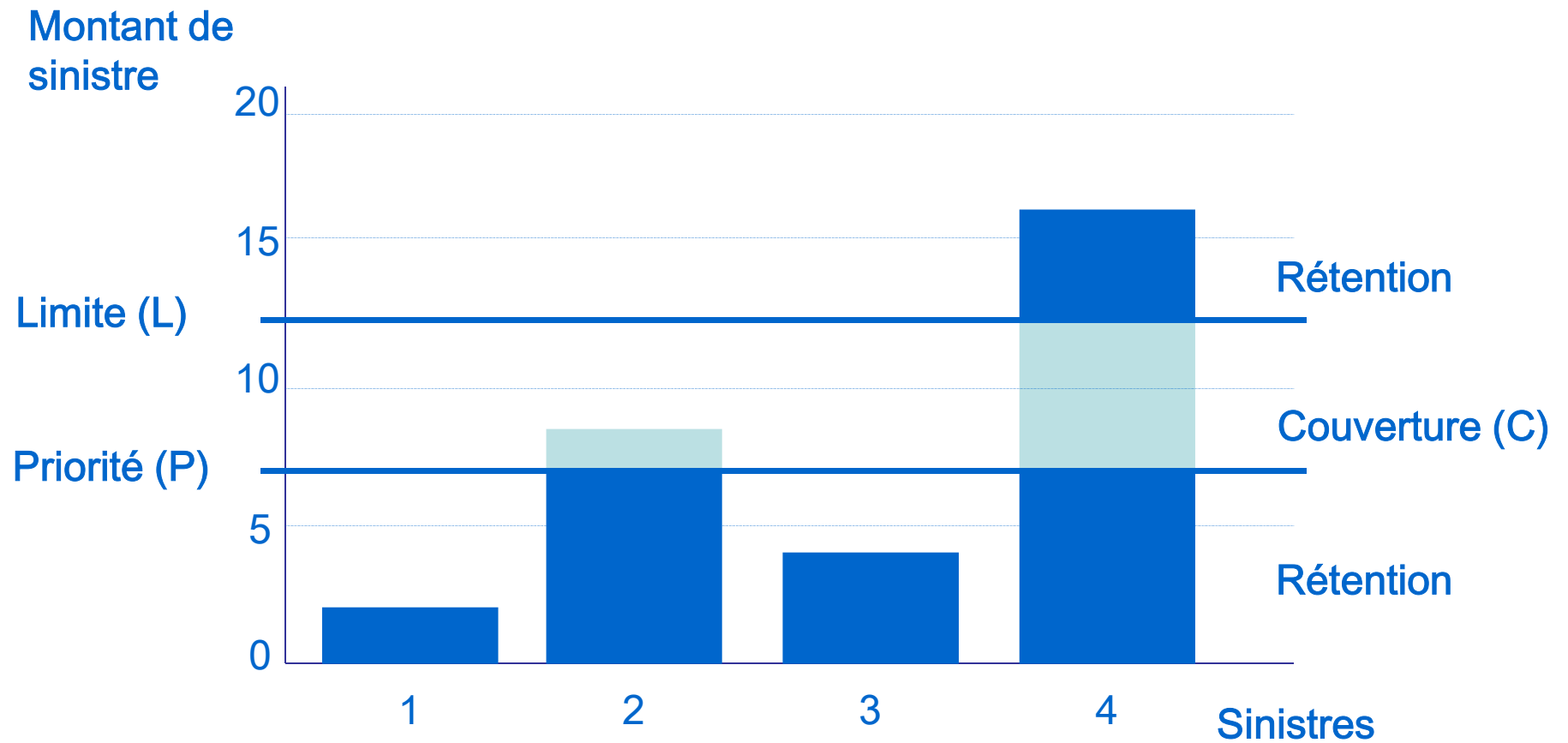
- ❑ Quelles sont les données de base servant à la modélisation ?

- ❑ Comment modéliser les sinistres corporels graves pour tarifer un traité en Excédent de sinistres ?

1. Introduction



- Qu'est-ce qu'un traité de réassurance en Excédent de sinistres ?



1. Introduction



- Quelles sont les données de base servant à la modélisation ?
 - ❖ Un triangle de sinistres historiques distinguant les règlements et les provisions (y compris des informations sur les rentes)
 - ❖ Un historique des encaissements de primes
 - ❖ Un historique du nombre de véhicules-années

1. Introduction



- Comment modéliser les sinistres corporels graves pour tarifer un traité en Excédent de sinistres ?
 - ❖ Tarification à l'expérience (Méthode dite du Burning Cost)

$$BC = \frac{\sum \text{Sinistres observés dans la tranche}}{\sum \text{Encaissement de primes}}$$

- ❖ Tarification sur base d'un modèle actuariel

Modélisation des sinistres corporels pour la tarification d'un traité de Réassurance Automobile en Excédent de Sinistres



- Agenda

1. Introduction
2. Tarification sur base d'un modèle actuariel
3. Etapes de la Tarification
4. Conclusion



Notations



- ❑ On veut tarifer la tranche : C xs P .
- ❑ Soient X_i des montants de sinistres
- ❑ Alors $f(X_i)$ sont les montants à charge du réassureur
- ❑ f est appelée la fonction de compensation
- ❑ Dans le cadre du traité en Excédent de sinistres:

$$f(X_i) = \min(C, \max(0, X_i - P))$$

Modèle collectif de risque



- X_i sont des VA iid de distribution X : montants de sinistres
- N est indépendant des X_i : nombre de sinistres
- $S = X_1 + \dots + X_N$: sinistralité agrégée au 1er €
- $R_i = \min(C, \max(0, X_i - P))$: montant à charge du réassureur
- $S_R = R_1 + \dots + R_N$: sinistralité agrégée du réassureur (hyp: base annuelle).

$$ES_R = EN \times ER$$

$$VarS_R = EN \times VarR + VarN \times (ER)^2$$

Distributions classiques



□ $N \sim \text{Poisson}(\lambda) : P(N=n) = e^{-\lambda} \cdot \lambda^n / n!$

□ $X \sim \text{Pareto}(A, \alpha) : P(X>x) = (A/x)^\alpha$

$\Rightarrow XP = X|X>P \sim \text{Pareto}(P, \alpha)$

Avantages / Inconvénients



- Avantages :
 - Utilise tous les sinistres
 - Permet de tarifer toutes les tranches
 - Permet de trouver la forme analytique de la distribution agrégée
 - Permet de prendre en considération les clauses particulières

- Inconvénients :
 - Choix des distributions
 - Estimation des paramètres

Modélisation des sinistres corporels pour la tarification d'un traité de Réassurance Automobile en Excédent de Sinistres



- Agenda

1. Introduction
2. Tarification sur base d'un modèle actuariel
3. Etapes de la Tarification
4. Conclusion



3. Etapes de la Tarification



- A. Analyse du portefeuille réassuré
- B. Revalorisation des statistiques
- C. Sélection des sinistres
- D. Extrapolation des sinistres
- E. Estimation de la mesure d'exposition au risque
- F. Modélisation de la fréquence des sinistres
- G. Modélisation du coût moyen des sinistres
- H. Estimation des cadences de règlement et de réservation
- I. Calcul de la prime technique

A. Analyse du portefeuille réassuré

- Les statistiques sont-elles représentatives ?

- Analyse:
 - Types et catégories de risques
 - Couverture octroyée par l'assureur : franchises, limites de souscription, ...
 - Primes
 - Nombre de polices par catégorie et évolution
 - Politique de souscription de la cédante
 - ...

- Evolution sur plusieurs années

B. Revalorisation des statistiques



- ❑ Objectif : mise en situation économique de l'année de cotation

- ❑ Revalorisation par :
 - Inflation des montants de sinistres
 - Superinflation éventuelle des sinistres
 - Adaptation tarifaire (important pour obtenir une mesure d'exposition au risque)

Indexation des primes



- ❑ Objectif : exprimer les primes sur une même base tarifaire
- ❑ Idéalement : indice basé sur l'évolution de la prime moyenne de la cédante
- ❑ Sinon basé sur un indice marché ou publié (exemple : l'indice des prix à la consommation,...)
- ❑ Toutes les primes sont indexées vers l'année de cotation

Méthode d'indexation des sinistres



- Revalorisation des sinistres
 - ✓ Base technique équivalente
 - ✓ Correction TP
 - ✓ Indexation

Méthode d'indexation des sinistres



- ❑ Neutralisation des changements de bases techniques : as-if du triangle des sinistres à un taux de 2% (TM 06-08)
 - Sur base des taux et tables pratiqués par la cédante
 - Sur base des taux « Marché » (EGS QBE Re) si pas d'information

- ❑ Seule la partie provisionnée en rente doit subir la transformation

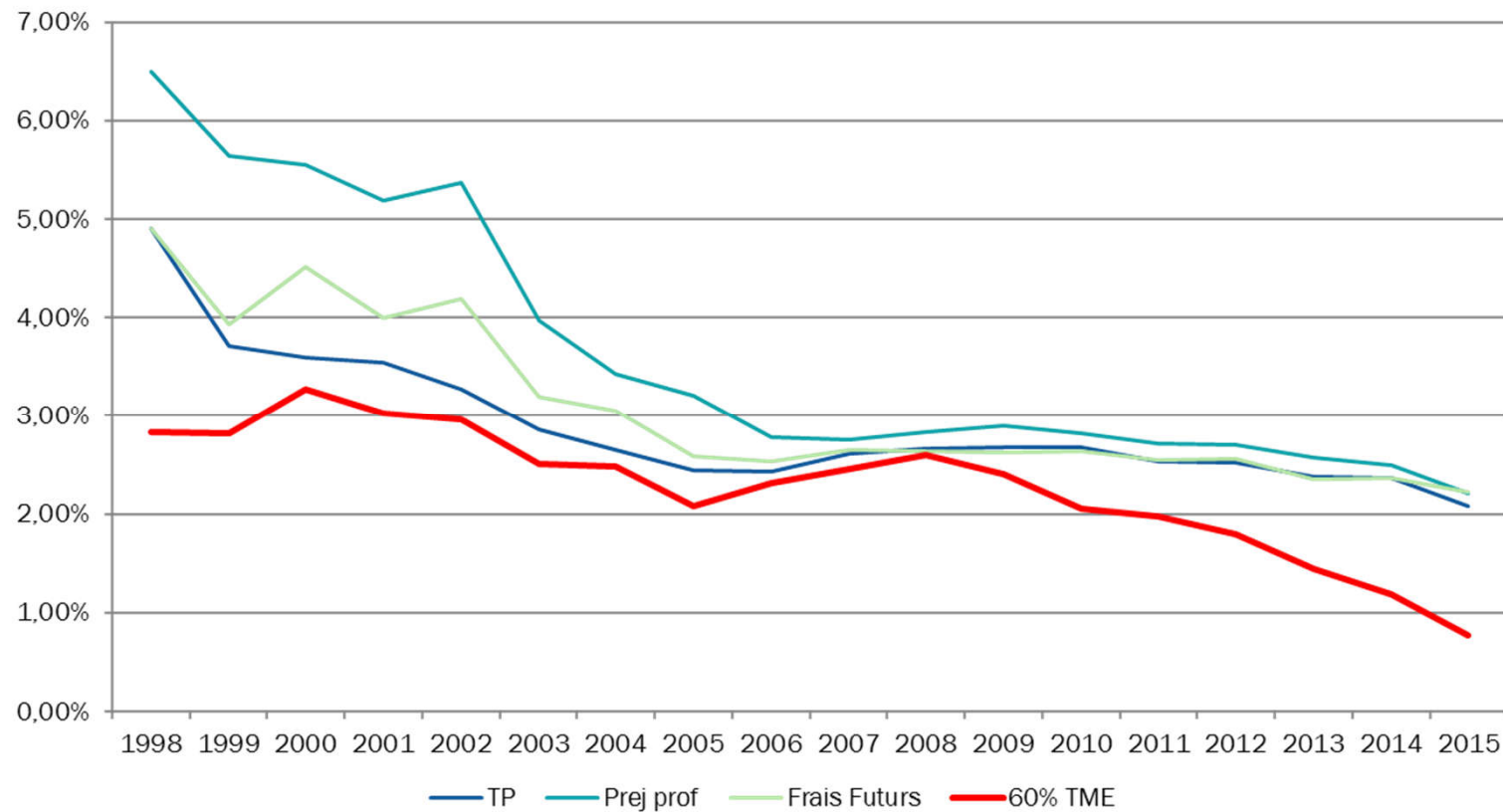
- ❑ Poids des rentes provisionnées dans le montant total du sinistre, par classe de coût



Méthode d'indexation des sinistres



□ Taux de provisionnement observés (étude 2016)



Méthode d'indexation des sinistres



- Revalorisation des sinistres
 - ✓ Base technique équivalente
 - ✓ Correction TP
 - ✓ Indexation

Méthode d'indexation des sinistres



- ❑ Prise en compte du coût de réservation de la TP Active et Passive de la cédante

- ❑ Comparaison avec le marché (2016)
 - TPA marché = 17,81 €/H
 - TPP marché = 15,58 €/H

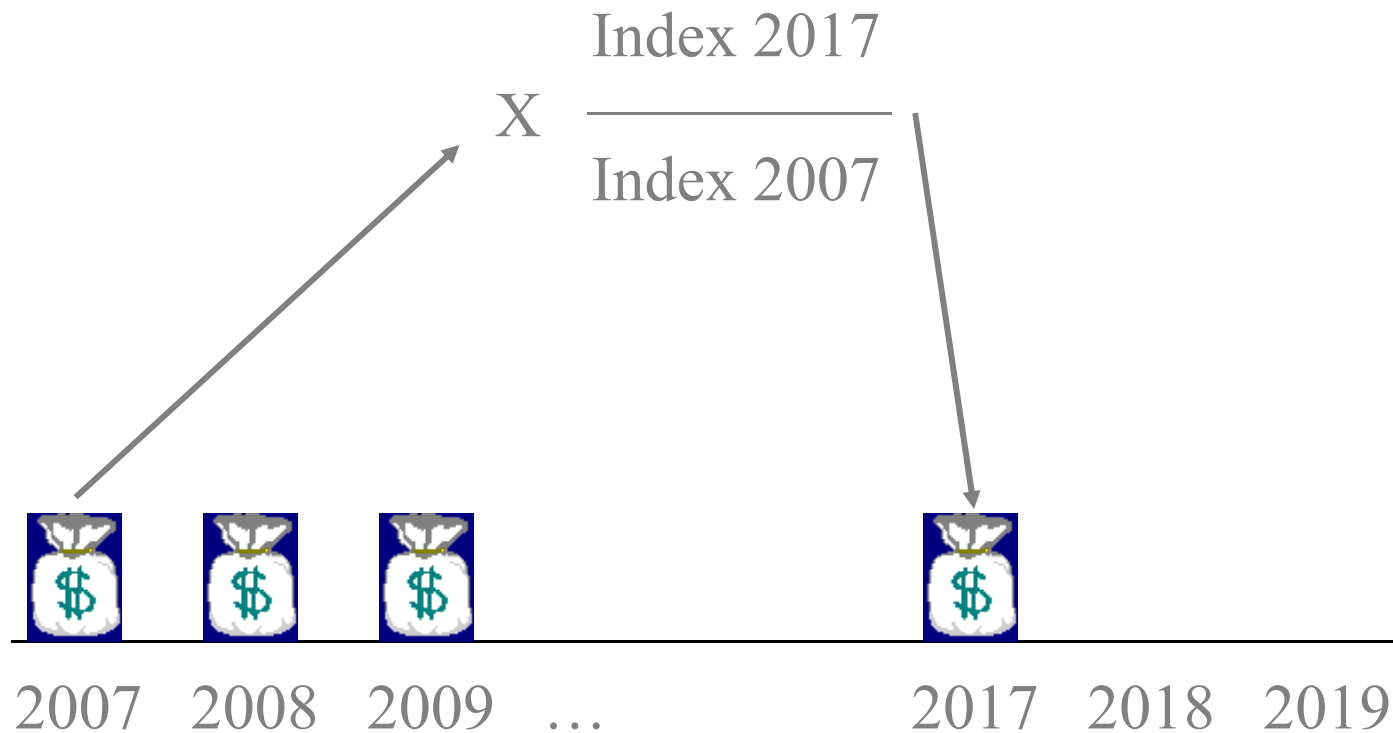
- ❑ Adaptation

- Revalorisation des sinistres
 - ✓ Base technique équivalente
 - ✓ Correction TP
 - ✓ **Indexation**

Méthode d'indexation des sinistres

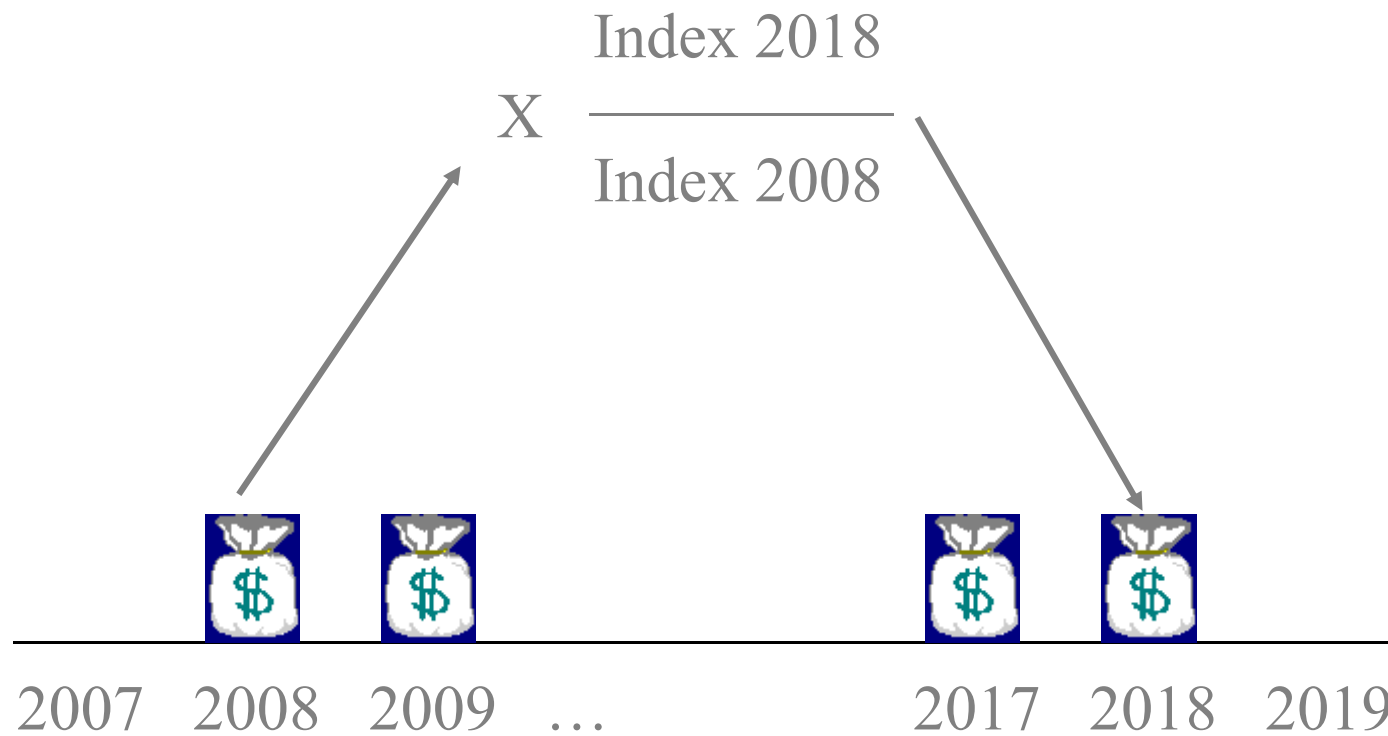


= un paiement (ou une réserve) de l'année. Pas un paiement cumulé!



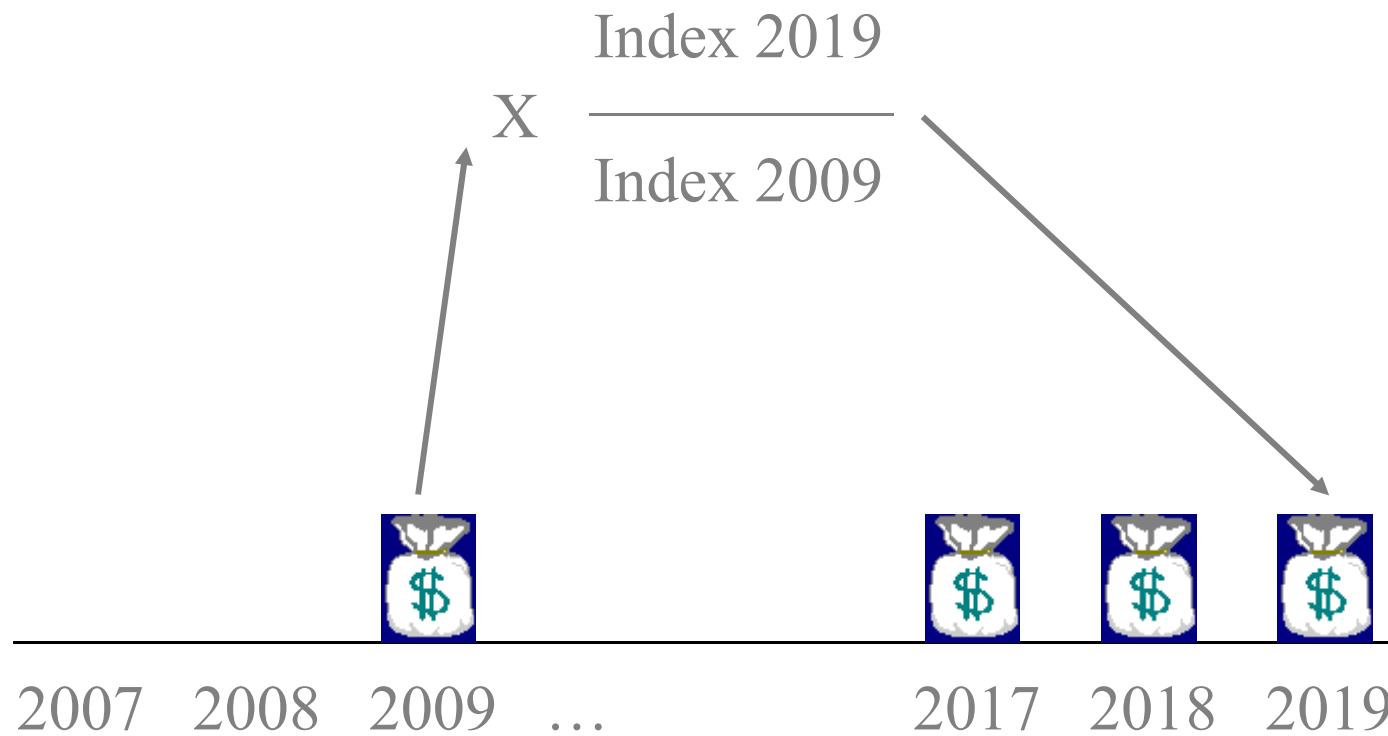
2017 = année de cotation

Méthode d'indexation des sinistres



2017 = année de cotation

Méthode d'indexation des sinistres



2017 = année de cotation

Méthode d'indexation des sinistres



Revalorisation des sinistres

Montants de sinistres originaux

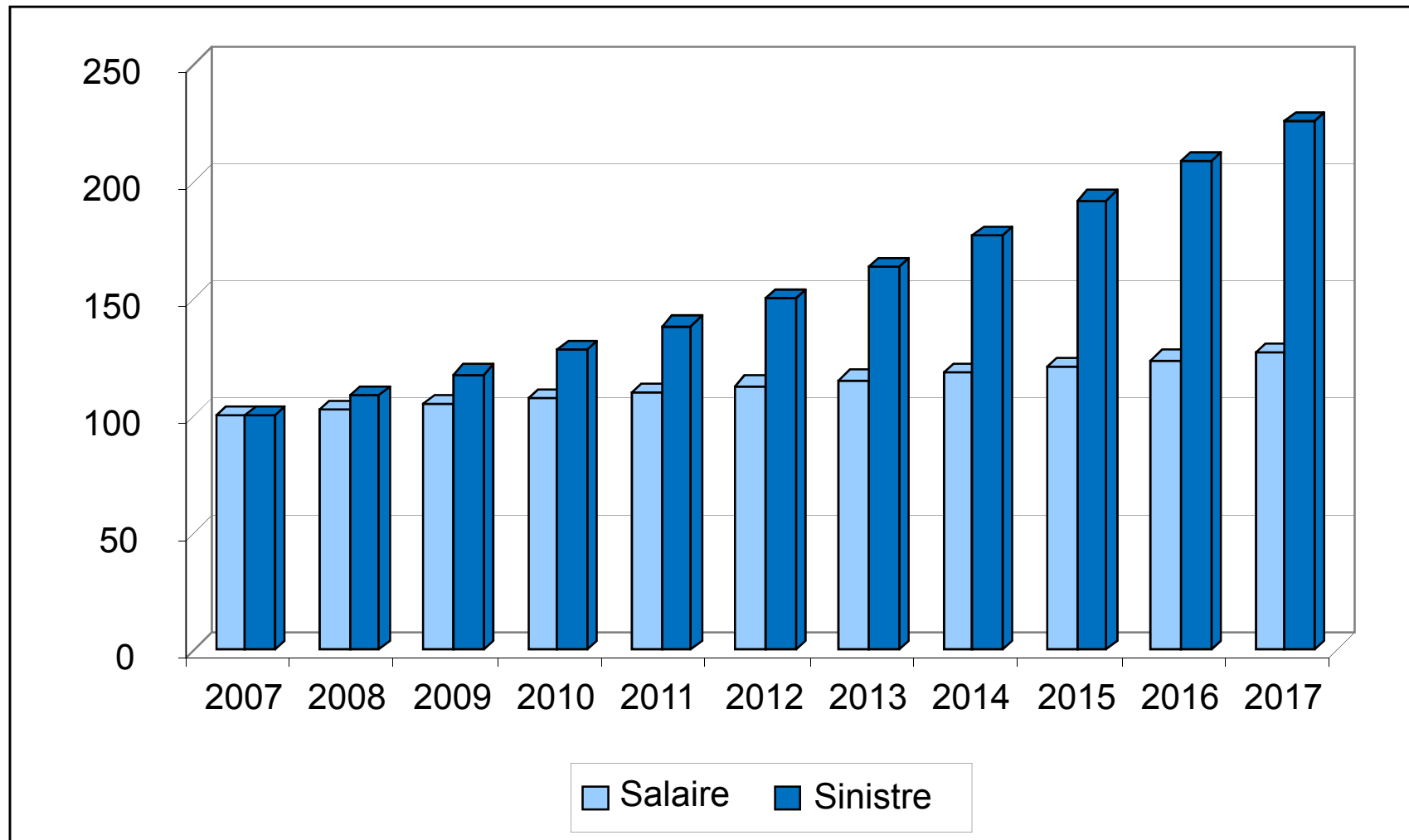
Accident	Développement									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2007	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2008	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
2009	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
2010	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
2011	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
2012	2012	2013	2014	2015	2016					
2013	2013	2014	2015	2016						
2014	2014	2015	2016							
2015	2015	2016								
2016	2016									



Montants de sinistres indexés

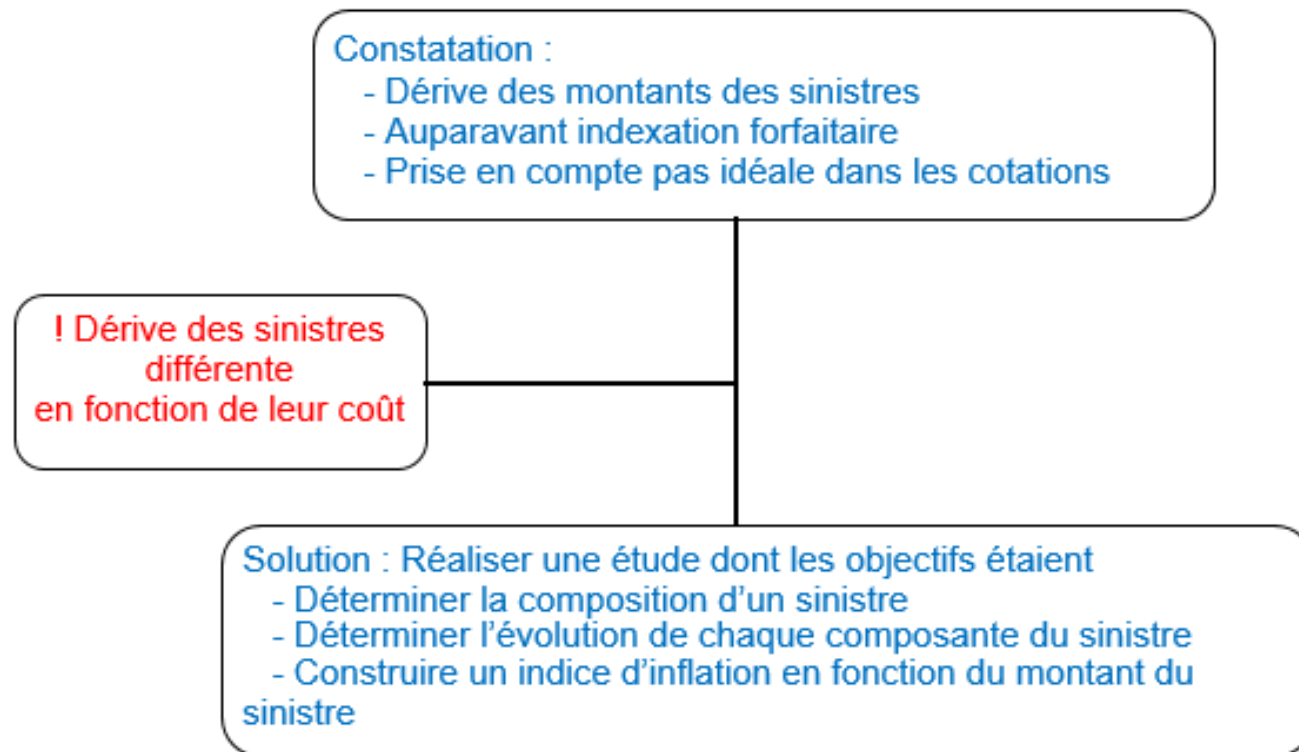
Accident	Développement									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2007	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2008	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
2009	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
2010	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
2011	2017	2018	2019	2020	2021	2022				
2012	2017	2018	2019	2020	2021					
2013	2017	2018	2019	2020						
2014	2017	2018	2019							
2015	2017	2018								
2016	2017									

Exemple d'inflation en France en RC Auto



Rem : valeurs fictives

Méthode d'indexation des sinistres



Méthode d'indexation des sinistres



□ Indexation : Inflation + super inflation

Inflation

- Pour le passé : salaire en France (INSEE)
- Pour le futur : prévisions QBR Re basées sur données externes (FMI, INSEE, Eurostat)

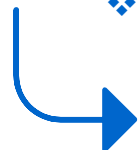
Super-inflation

- Causes : augmentation de l'espérance de vie, amélioration et augmentation des coûts des techniques médicales, évolution de la jurisprudence, diminution des taux d'intérêts...
- Comment la calculer ? A partir de EGS QBE Re

Méthode d'indexation des sinistres



- ❑ Estimation de l'inflation totale – Base des données QBE Re
- ❑ Avis de sinistres automobiles survenus en France métropolitaine
- ❑ Echantillon de cédantes qui représentent $\pm 85\%$ du parc automobile
- ❑ **2006** : création de notre base de données
 - ❖ Introduction par échantillon de sinistres du passé
 - ❖ Saisie exhaustive des sinistres depuis 2006
 - ❖ Sinistres > 250 K€
- ❑ **2015** : retraitement des informations sous forme Dintilhac
 - ❖ Adaptations dès l'année de survenance 2009



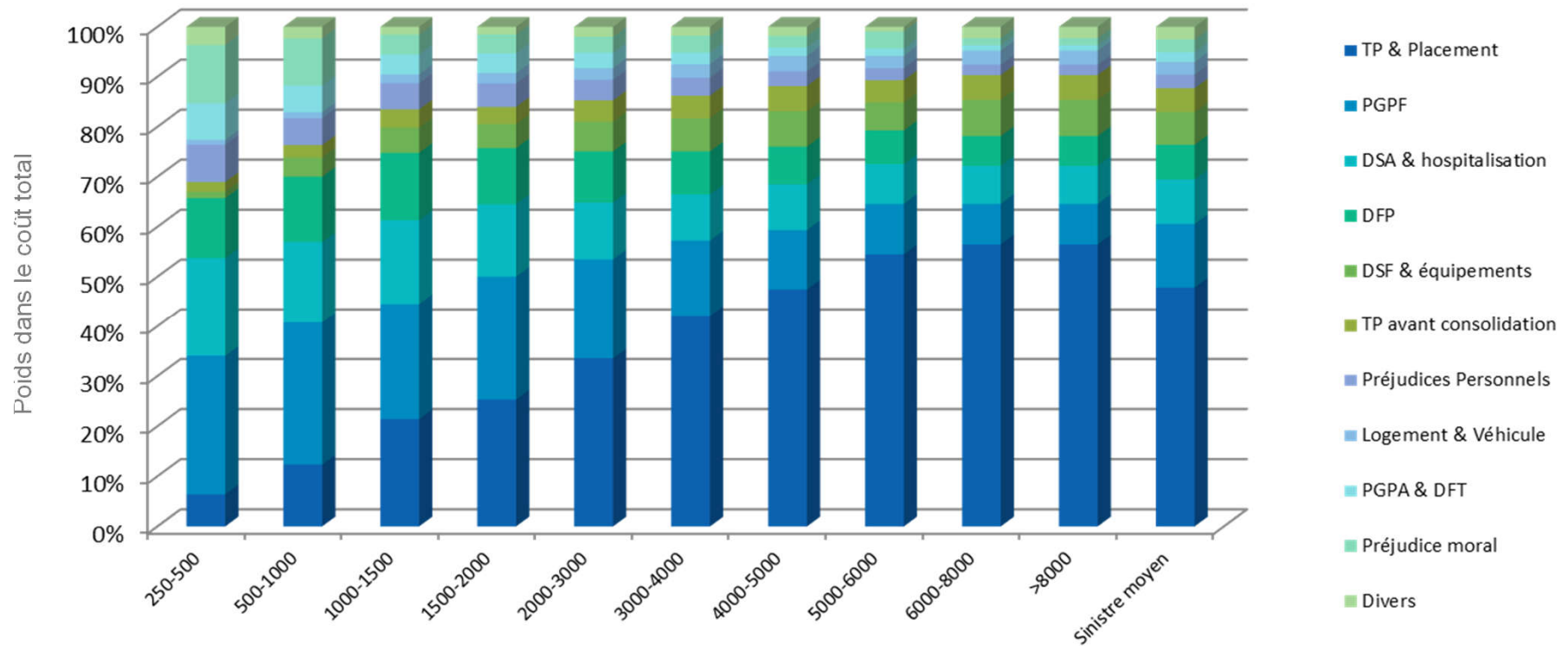
1415 sinistres (2006-2015)
1777 fiches victimes (2006-2015)
4445 situations (2006-2015)



Méthode d'indexation des sinistres



□ Composition du sinistre moyen par classe de coût



Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste

- ❖ TP :
 - Nombre de jours annuel
 - Nombre d'heures par point de DFP
 - Coût horaire TP active et passive
 - Changement de taux technique
- ❖ PGPF : coût total
- ❖ DSA et Hospitalisation : Coût journalier
- ❖ DFP : Valeur d'un point
- ❖ DSF et Equipements : coût par point de DFP
- ❖ TP avant consolidation : coût horaire TP active & passive
- ❖ Préjudices personnels : coût par point de DFP
- ❖ Aménagement logement & véhicule : coût total
- ❖ DFT : Prix mensuel
- ❖ Préjudice moral : coût total
- ❖ Frais Divers : coût total

Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste – Méthode

- Comme par le passé, l'étude porte sur les sinistres dépassant un seuil de 250.000 €.

- Sur base de régressions linéaires, estimations des tendances d'évolution de variables explicatives
 - ⇒ Pour le passé : tendance par variable explicative sur période 2006-2015
 - ⇒ Pour le futur : tendance par variable explicative sur période variable + jugements

- Pour certaines variables explicatives, utilisation d'un indice marché permettant de consolider nos évolutions et d'annihiler la variabilité dans l'évolution due à notre échantillon de données.
 - ⇒ Ex: DSA et Hospitalisation : indice Consommation de soins et de biens médicaux (NATFPS06302)

Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste - Résultats

⇒ Exemple : ATP

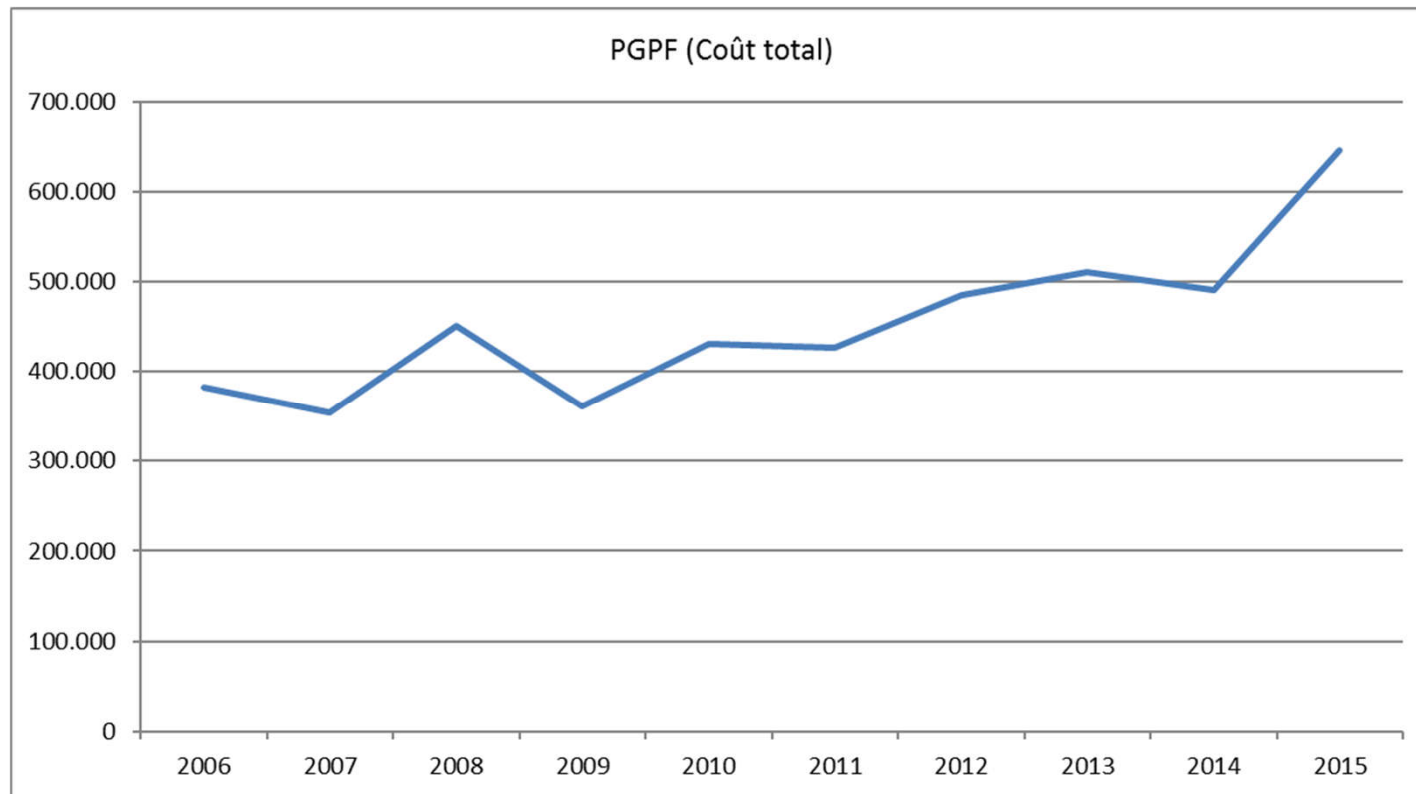
	Coût horaire TP active	Coût horaire TP passive	Nombre d'heure TP active	Nombre d'heure TP passive	Coût pondéré
2006	15,44	11,31	10,42	12,51	13,19
2007	16,12	12,17	8,60	12,69	13,77
2008	16,56	13,09	10,22	12,07	14,69
2009	16,34	13,35	10,66	12,78	14,71
2010	16,49	13,94	9,94	12,86	15,05
2011	17,19	15,55	10,34	11,93	16,31
2012	17,14	14,47	9,18	11,42	15,66
2013	18,46	16,53	9,77	10,13	17,48
2014	18,40	16,19	9,11	10,21	17,23
2015	18,27	16,22	10,18	12,97	17,12

Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste – Résultats

⇒ Exemple : PGPF

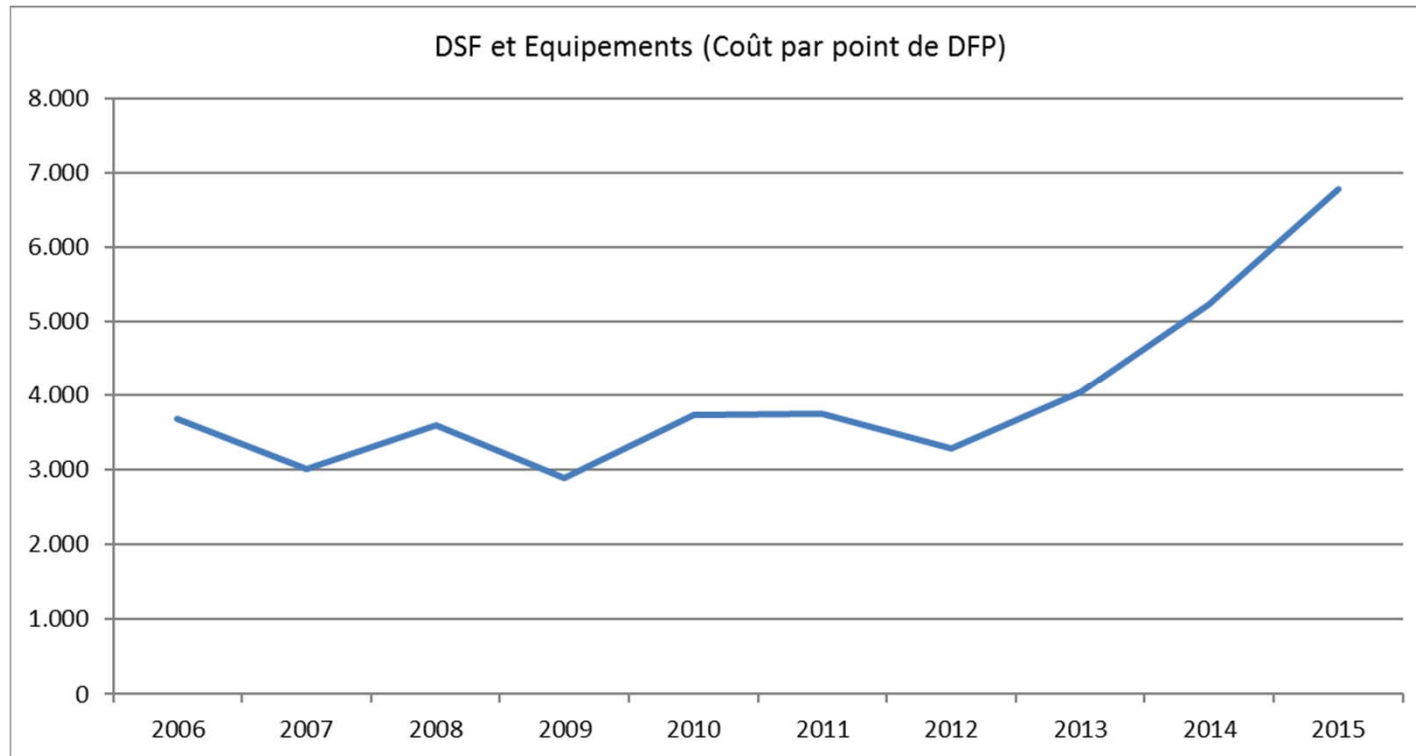


Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste – Résultats

⇒ Exemple : DSF et Equipements

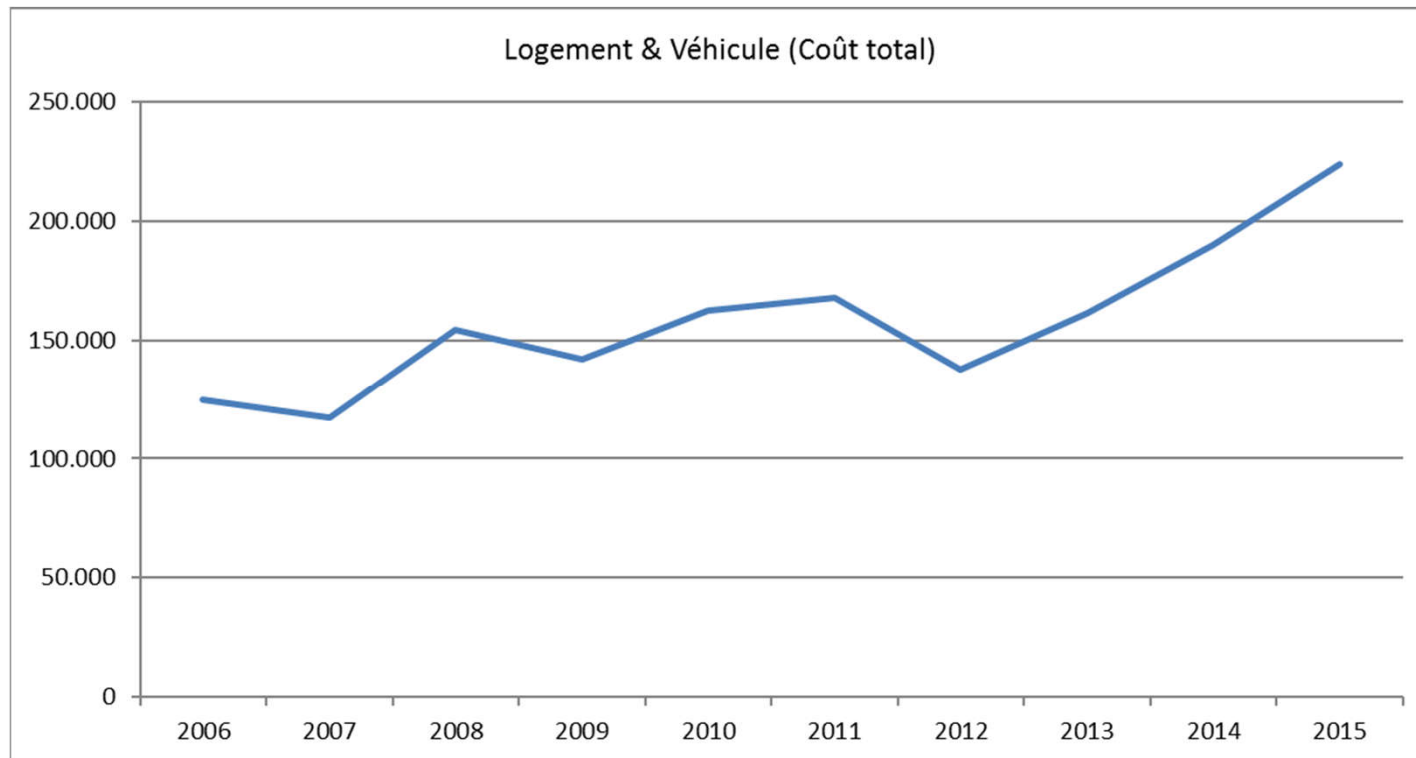


Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste – Résultats

⇒ Exemple : Logement et Véhicule



Méthode d'indexation des sinistres



□ Dérive par poste - Résultats

(valeurs nettes de changement de bases techniques (table et taux))

	Composition du sinistre moyen	Inflation passée	Inflation future
TP & Placement	47,8%	3,43%	3,18%
PGPF	12,7%	4,54%	4,61%
DSA & hospitalisation	8,9%	2,56%	3,09%
DFP	6,9%	2,85%	2,18%
DSF & équipements	6,5%	5,20%	6,18%
TP avant consolidation	4,8%	2,11%	2,18%
Prejudices Personnels	2,7%	3,53%	2,18%
Logement & Véhicule	2,5%	5,49%	5,56%
PGPA & DFT	2,0%	6,80%	6,88%
Prejudice moral	2,5%	4,50%	4,58%
Divers	2,6%	10,00%	7,50%
Total R2017		3,82%	3,68%

- Inflation par classe de coût (en mixant la composition du sinistre par classe de coût et l'inflation par poste)

C. Choix des sinistres

- ❑ On reçoit les sinistres par année d'accident au-dessus d'un seuil (souvent 50% de la priorité du programme).
- ❑ Ce seuil peut avoir changé dans le passé.
- ❑ Les seuils sont indexés comme les sinistres
- ❑ Analyse des sinistres au-dessus du max des seuils indexés (Amin).

D. Extrapolation des sinistres

- ❑ Analyse de l'évolution des montants de sinistre
- ❑ Mais aussi analyse de l'évolution du nombre de sinistres

D.1 Extrapolation IBNR



- Analyse du développement du nombre de sinistres au-dessus du Amin.

⇒ Estimation des sinistres survenus mais non encore déclarés
(IBNR = Incurred But Not Reported).

D.1 Extrapolation IBNR



- Chain ladder (si pas de « 0 »)

	Développement				
Accident	1	2	3	4	5
2007	2	5	6	6	6
2008	1	5	5	6	6,00
2009	0	3	4	4,36	4,36
2010	2	6	6,92	7,55	7,55
2011	2	7,60	8,77	9,57	9,57
		3,80	1,15	1,09	1,00

D.2 Extrapolation IBNER



- ❑ Les sinistres supérieurs au Amin peuvent encore se développer.

⇒ Ils sont survenus mais pas assez réservés.

IBNER = Incurred But Not Enough Reserved

D.2 Extrapolation IBNER



Chain ladder (ou autre)

		Accident	Accident + 1	Accident + 2	Accident + 3	Accident + 4	2021
"2017"	Sin. 1	127,6	132,7	137,7	136,4	135,1	135,1
	Sin. 2	153,2	120,1	112,7	105,4	110,6	110,6
	Sin. 3	114,9	139,1	150,3	173,6	172,0	172,0
"2017"	Sin.1	133,7	120,4	125,2	124,0	124,7	124,7
	Sin.2	158,0	168,6	166,9	171,3	172,2	172,2
"2017"	Sin.1	144,7	149,1	153,3	157,3	158,1	158,1
	Sin.2	110,0	103,2	107,9	110,7	111,3	111,3
	Sin.3	133,1	166,3	170,4	174,8	175,7	175,7
"2017"	Sin.1	93,7	125,6	128,4	131,8	132,5	132,5
"2017"	Sin.1	99,8	104,5	106,9	109,7	110,3	110,3
	Sin.2	110,3	115,5	118,2	121,2	121,9	121,9
Coeff CL			1,048	1,023	1,026	1,005	

D.2 Extrapolation IBNER



- ❑ Sinistre par sinistre
- ❑ Possibilité de « supprimer » des sinistres avec un comportement atypique.
- ❑ Adaptation propre par cédante

E. Estimation de la mesure d'exposition au risque



- ❑ Le nombre de véhicules-années est la meilleure mesure d'exposition au risque.
- ❑ Il est important de corriger l'exposition du passé à celle de l'année de cotation

F. Modélisation de la fréquence des sinistres



- Tenant compte de l'exposition au risque, estimation du nombre moyen de sinistres pour chaque année de développement.

- Chacune de ces moyennes est le paramètre d'une loi de Poisson.
⇒ une loi de Poisson par année de développement.

G. Modélisation du coût moyen des sinistres



- ❑ Après l'étude IBNER, on a une liste de sinistres en situation ultime.

- ❑ On peut supposer que ces sinistres sont distribués uniformément et qu'ils vont survenir à nouveau dans le futur.
 - ⇒ Loi empirique pour les tranches basses.

- ❑ On peut aussi ajuster une distribution par maximum de vraisemblance.
Ex. : Pareto (mais aussi GPD ou Exponentielle)

- ❑ On peut aussi utiliser les 2 simultanément.
 - ⇒ Pareto ou mixte lorsque les tests d'ajustement sont en accord avec la distribution de Pareto.

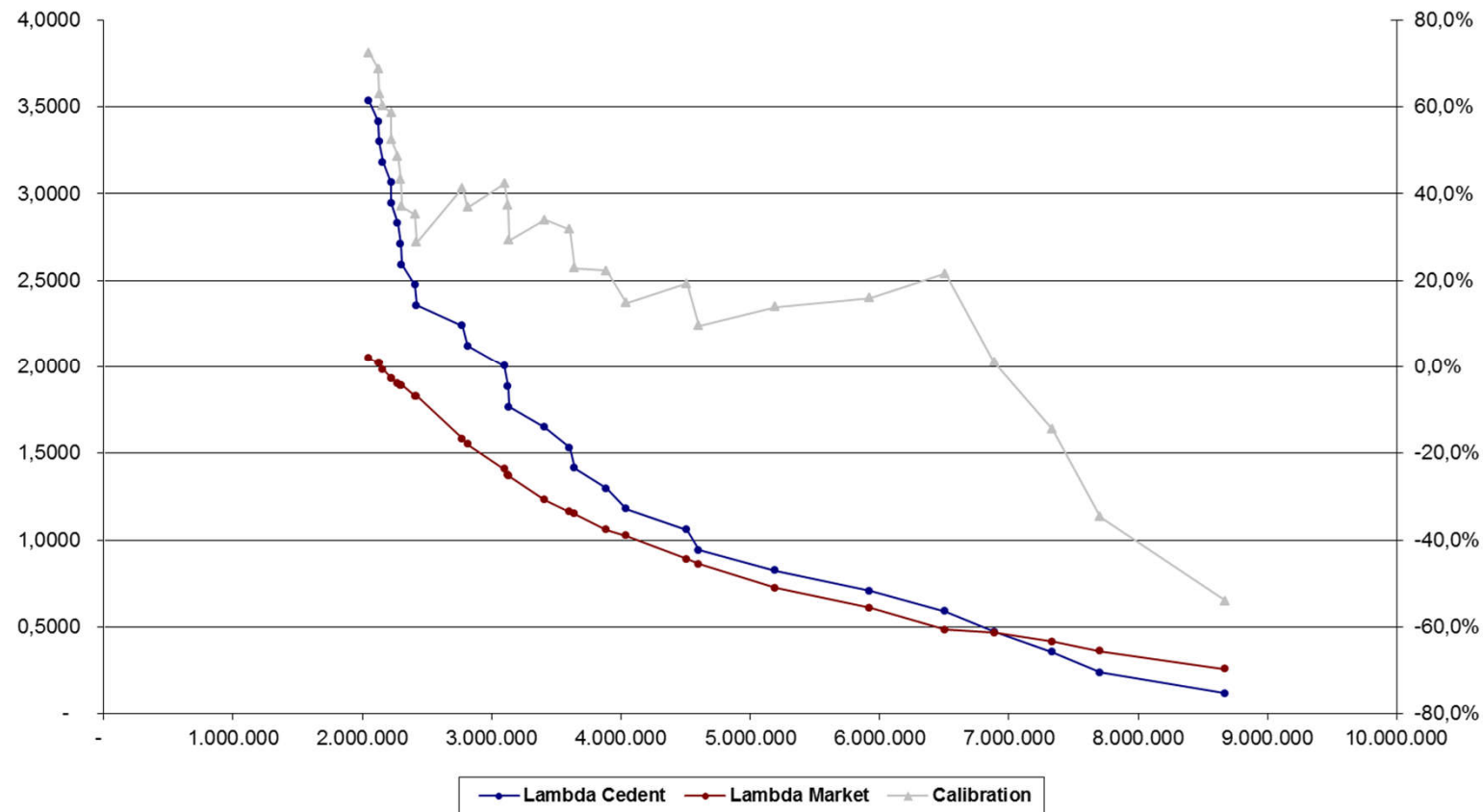
- ❑ On peut aussi utiliser la distribution marché du coût des sinistres

G. Modélisation du coût moyen des sinistres



- ❑ Utilisation de la distribution marché du coût des sinistres
- ❑ Comparaison de la fréquence de la cédante avec le marché
⇒ choix d'un seuil et d'un ratio de calibrage

Calibration Model : Graph of Lambda Cedent and Lambda Market



G. Modélisation du coût moyen des sinistres



- ❑ Les sinistres étaient estimés sur des bases techniques équivalentes (Ex. 2%)

- ❑ Avant d'appliquer le programme de réassurance, il faut tenir compte de la clause de rente :
 - Correction si Rachat
 - Conversion si Suivi

 - Proportion de rente par classe de coût des sinistres
 - Proportion de sinistres à rente par classe de coût
 - Rentes potentielles \neq rentes servies!

H. Estimation des cadences de règlement et de réservation



- Cadence de règlement
 - On estime la cadence de règlement de l'assureur pour les sinistres plus grands que Amin.
 - Comment ? En comparant le triangle des paiements non développés aux sinistres en situation ultime.

- Cadence de réservation
 - On estime la tendance de l'assureur à sous-estimer ou à surestimer ses sinistres supérieurs au Amin.
 - Comment ? En la déduisant des coefficients IBNER.

I. Calcul de la prime pure (sinistralité annuelle attendue)



- Application de la cadence de règlement sur la liste de sinistres,
⇒ déduction de ce que l'assureur paierait pour chaque scénario.
- Application du programme de réassurance (priorité et limite),
⇒ déduction de ce que le réassureur paierait pour chaque scénario.
- Calcul de la sinistralité à charge du réassureur pour chaque année de développement

$$ES_R(i) = EN(i) \times E[\min(C, \max(0, X(i) - P))]$$

- **La situation ultime correspond à la prime pure (= prime technique)**

Modélisation des sinistres corporels pour la tarification d'un traité de Réassurance Automobile en Excédent de Sinistres



- Agenda

1. Introduction
2. Tarification sur base d'un modèle actuariel
3. Etapes de la Tarification
4. Conclusion



Conclusion



- Remarque finale : pour obtenir la prime de réassurance, il reste encore à charger la prime technique pour :
 - Grands Sinistres Matériels
 - Frais fixes de gestion
 - Courtage
 - Rémunération du capital

- **Tout ce qui a été vu aujourd’hui (avant l’application du programme de réassurance) peut aussi être utilisé par les compagnies d’assurance pour modéliser le prix des sinistres graves.**



Contact :

Ariane Trivière

QBE Re - Senior Client Manager (Marché Français)

ariane.triviere@qbere.com