GÉNÉRATION DE SCÉNARIOS DE DÉVELOPPEMENT DE SINISTRES IBNeR ET IBNyR INDIVIDUELS EN RÉASSURANCE

TENAILLE Léa

AXA GIE

Institut des ACTUAIRES

SOMMAIRE

1. Contexte et sujet

2. Modélisation des sinistres IBNeR

3. Modélisation des sinistres IBNyR

4. Provisions IBNR

5. Conclusion

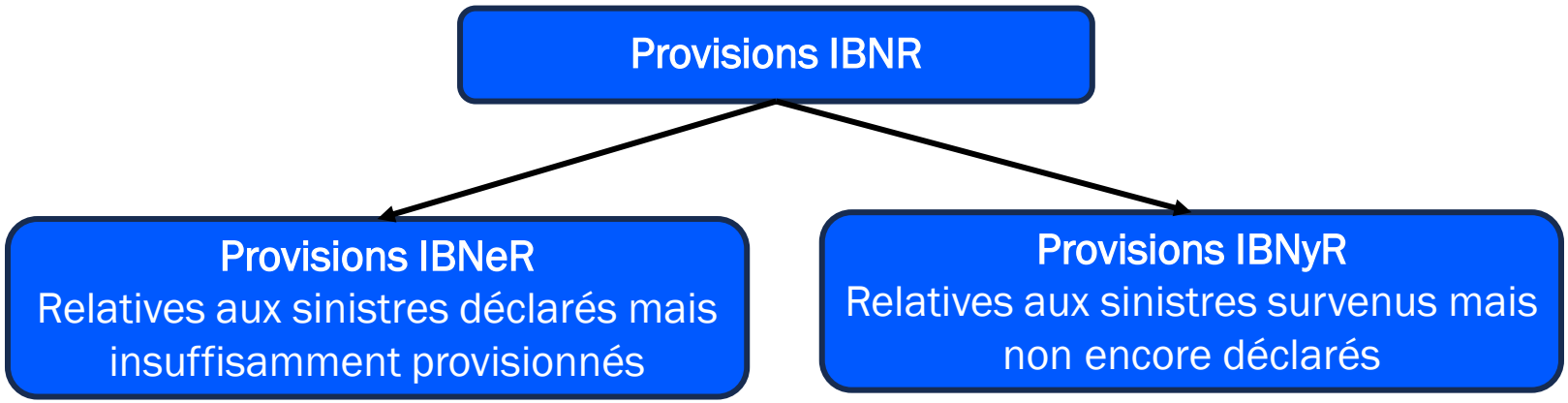
1 CONTEXTE ET SUJET

PRÉSENTATION DU SUJET

Contexte :

- Structure organisationnelle :

- Deux types de provisions IBNR :



PROBLÉMATIQUE

Quels sont les scénarios de développement individuel des sinistres IBNeR et IBNyR dont les provisions agrégées par année de survenance sont les plus proches des provisions IBNR calculées par l'équipe Reserving ?

Idées clefs :

- Provisionnement individuel
- Travail par segment de provisionnement
- Application de méthodes stochastiques
- Génération de 1 000 scénarios de développement pour les sinistres IBNeR et les sinistres IBNyR

QUELQUES DÉFINITIONS

- **Sinistres atypiques :**
  - ✓ Charge ≥ Priorité du traité
  - ✓ Charge ≥ 1M€

- **Maturité :**

Nombre d'années de développement entre la survenance d'un sinistre et sa dernière année de développement connue

2 MODÉLISATION DES SINISTRES IBNER

OBJECTIF

Simuler la charge FGU à l'ultime des sinistres afin d'obtenir les provisions IBNeR

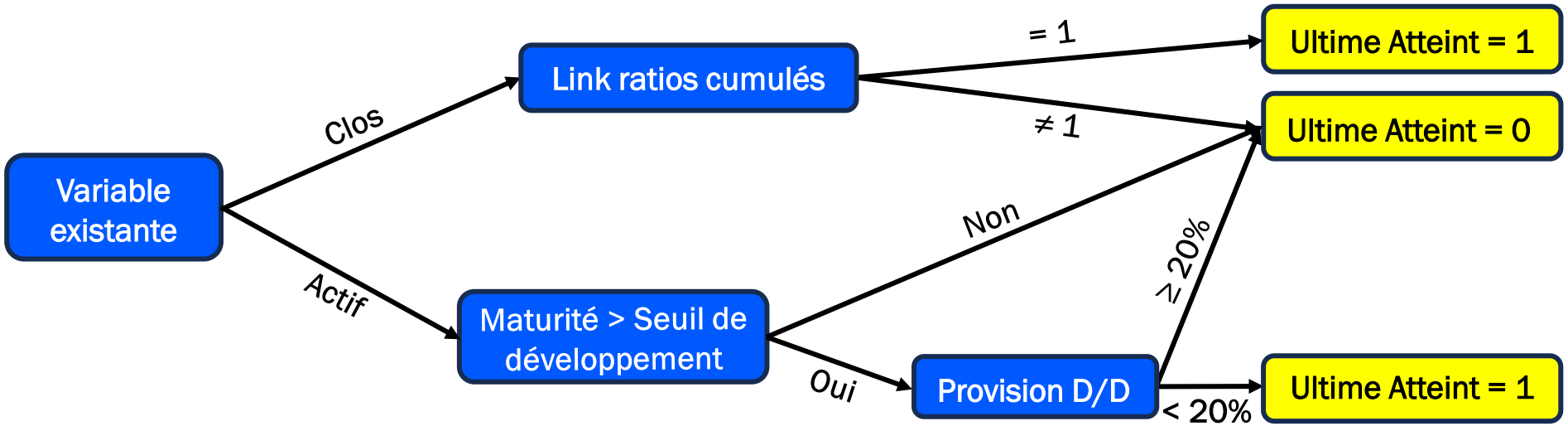
Étapes :

1. Identification des sinistres ayant atteint leur ultime
2. Identification des sinistres sujets à des développements futurs
3. Estimation de la charge à l'ultime des sinistres sujets à des développements futurs
4. Calcul des provisions IBNeR

1) IDENTIFICATION DES SINISTRES AYANT ATTEINT LEUR ULTIME

➢ **Définition :**

Sinistres dont la charge peut encore se développer = Sinistres n'ayant pas encore atteint leur charge ultime



➢ **Seuil de développement :** Nombre d'années de développement nécessaires avant que 97,5% des sinistres aient atteint leur charge ultime (*Chain Ladder*)

2) IDENTIFICATION DES SINISTRES SUJETS À DÉVELOPPEMENT

- Modélisation de l'événement binaire : « *Le sinistre a atteint son ultime.* »

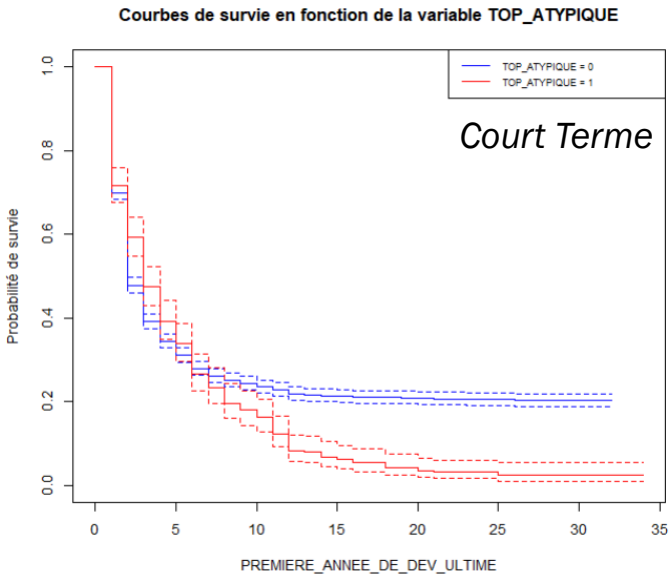
- Deux méthodes couplées :
  - ✓ **Kaplan-Meier :** Simulation du nombre de sinistres sujets à développement
  - ✓ **Régression logistique :** Choix des sinistres sujets à développement

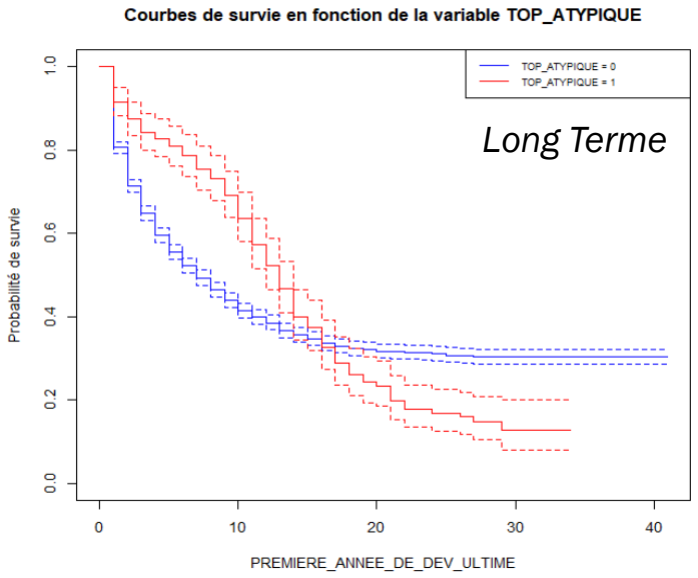
2) IDENTIFICATION DES SINISTRES SUJETS À DÉVELOPPEMENT

➢ Kaplan-Meier :

	Cadre de la durée de vie humaine	Cadre des sinistres
Événement	Décès	Atteinte de l'ultime
Temps avant l'événement	Nombre d'années avant le décès	Nombre d'années avant l'atteinte de l'ultime

- ✓ Disjonction de cas : le caractère atypique ou non du sinistre
- ✓ Comportement différent selon un segment court ou long terme
- ✓ Raffiner les règles de décision pour la variable Ultime Atteint





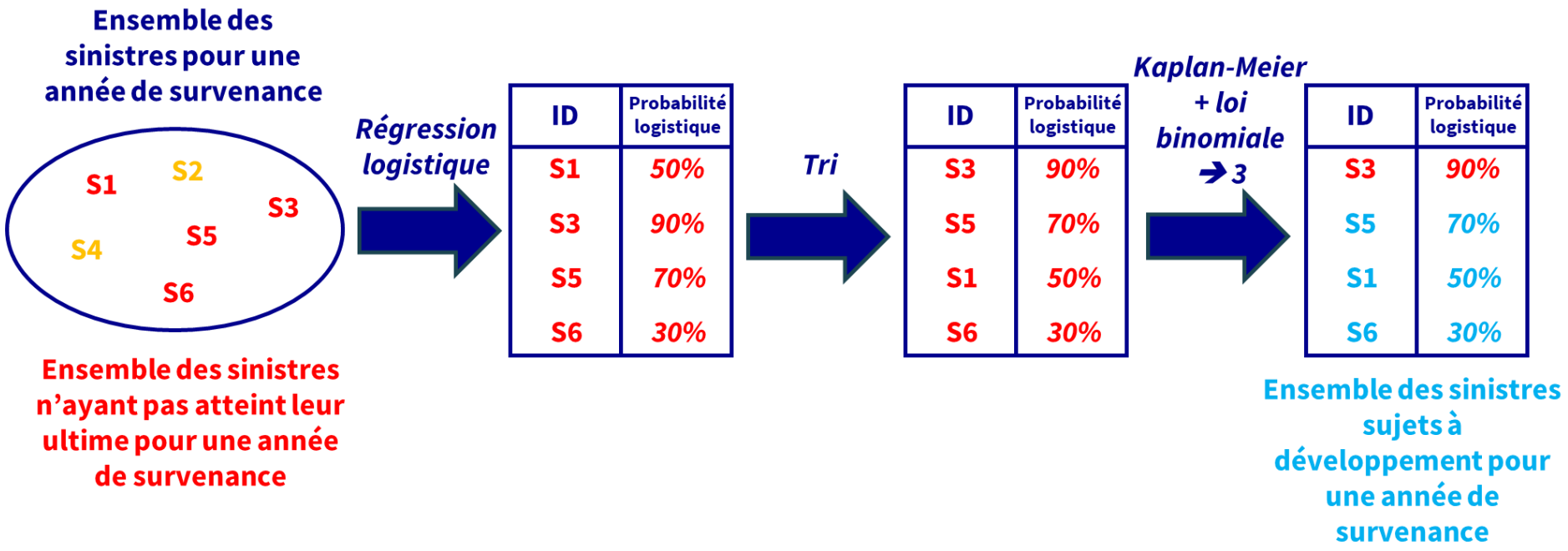
2) IDENTIFICATION DES SINISTRES SUJETS À DÉVELOPPEMENT

➢ Régression logistique :

- ✓ Permet de trier les sinistres selon leur chance d'être encore sujets à développement
- ✓ $logit(p) = ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + bX + cW + d(X \cdot W) + eZ$
- ✓ Variables explicatives :
  - **X** : Maturité
  - **W** : Variable indiquant si le sinistre a été réévalué dans ses 3 dernières années de développement
  - Interaction conjointe entre **X** et **W**
  - **Z** : Pourcentage de la provision D/D

2) IDENTIFICATION DES SINISTRES SUJETS À DÉVELOPPEMENT

➢ Schéma récapitulatif :



3) ESTIMATION DE LA CHARGE À L'ULTIME DES SINISTRES SUJETS À DÉVELOPPEMENT

- Application d'un coefficient de développement historique
  - ✓ À leur dernière charge connue
  - ✓ Tiré aléatoirement selon une loi uniforme
  - ✓ Strictement supérieur à 1
  - ✓ Associé à une charge proche du sinistre à développer
  - ✓ Suppression des coefficients extrêmes

4) CALCUL DES PROVISIONS IBNER

- Application des conditions des traités de réassurance aux charges à l'ultime des sinistres sujets à développement :
  - ✓ Priorité
  - ✓ Portée

- Provision IBNeR d'un sinistre = Montant à charge des traités du sinistre à l'ultime – Montant à charge des traités du sinistre à sa dernière année de développement connue

- Provisions IBNeR agrégées d'une année de survenance = Somme de chaque provision IBNeR de chaque sinistre survenu à ladite année

EXEMPLE

➢ Survenance 2023 – Simulation 561 – Traité 5M€ XS 5M€

Sinistre IBNeR	Probabilité logistique	Sinistre sujet à développement ?	Dernière charge connue	Coefficient de développement tiré aléatoirement	Charge à l'ultime	À charge du traité à la dernière année de développement connue	À charge du traité à l'ultime	Provision IBNeR
S3	90%	Non	8 000 000	NA	8 000 000	3 000 000	3 000 000	0
S5	70%	Oui	7 000 000	1,1	7 700 000	2 000 000	2 700 000	700 000
S1	50%	Oui	2 000 000	3	6 000 000	0	1 000 000	1 000 000
S6	30%	Oui	3 000 000	1,5	4 500 000	0	0	0

✓ Modélisation de Kaplan-Meier ➔ 3 sinistres sujets à développement

✓ Provisions IBNeR agrégées = 1 000 000 + 700 000 = 1 700 000

✓ 1 000 simulations par année de survenance

3 MODÉLISATION DES SINISTRES IBNYR

OBJECTIF

Simuler le nombre et la charge FGU à l'ultime des sinistres IBNyR afin d'obtenir les provisions IBNyR

➢ **Étapes :**

1. Simulation du nombre de sinistres IBNyR
2. Simulation de la charge à l'ultime pour chaque sinistre IBNyR
3. Calcul des provisions IBNyR

1) SIMULATION DU NOMBRE DE SINISTRES IBNYR

- Triangle des nombres incrémentaux de sinistres dont la dernière charge connue est supérieure à 75% de la priorité et supérieure à 1,5M€

Année de développement / Année de survenance	1	2	3	4
2021	17	4	2	0
2022	8	1	0	?
2023	6	2	?	?
2024	0	?	?	?

- **Méthode de Schnieper :**
  - ✓ Exposition E_i = Primes acquises
  - ✓ Espérance et variance pour chaque ? : $\mathbb{E}(N_{i,j}) = \lambda_j E_i$ et $\mathbb{V}(N_{i,j}) = \sigma^2 E_i$

1) SIMULATION DU NOMBRE DE SINISTRES IBNYR

- Simulation d'une loi :
  - De Poisson $\mathcal{P}(\ell)$ si :
    - ✓ Espérance ≥ Variance
    - ✓ Espérance ≠ 0

$$\ell = \mathbb{E}(N_{i,j})$$

  - Binomiale Négative $\mathcal{BN}(r;q)$ si :
    - ✓ Variance > Espérance
    - ✓ Espérance ≠ 0
    - ✓ Variance ≠ 0

$$r = \frac{\mathbb{E}(N_{i,j})}{\mathbb{V}(N_{i,j})} \qquad q = \frac{\mathbb{E}^2(N_{i,j})}{\mathbb{V}(N_{i,j}) - \mathbb{E}(N_{i,j})}$$

Année de survenance \ Année de développement	1	2	3	4	Nombre de sinistres IBNyR à simuler
2021	17	4	2	0	0
2022	8	1	0	**0**	**0**
2023	6	2	$\mathcal{BN}(0,3;0,7) \rightsquigarrow 3$	**0**	**3**
2024	0	$\mathcal{BN}(0,3;1,0) \rightsquigarrow 1$	$\mathcal{BN}(0,3;1,0) \rightsquigarrow 0$	**0**	**1**

2) SIMULATION DE LA CHARGE À L'ULTIME POUR CHAQUE SINISTRE IBNYR

- Tirage aléatoire parmi les sinistres pris en compte dans le triangle de nombres

- Limite : Pas de prise en compte de nouveaux risques

3) CALCUL DES PROVISIONS IBNYR

➢ **Exemple :** Traité 5M€ XS 5M€

Sinistre IBNyR	Année de survenance	Charge à l'ultime	À charge du traité à l'ultime	Provision IBNyR
1	2023	100 000	0	0
2	2023	10 000 000	5 000 000	5 000 000
3	2023	3 000 000	0	0
4	2024	6 000 000	1 000 000	1 000 000

✓ Provision IBNyR d'un sinistre = À charge du traité à l'ultime

✓ Provisions IBNyR agrégées d'une année de survenance = Somme de chaque provision IBNyR de chaque sinistre survenu à ladite année

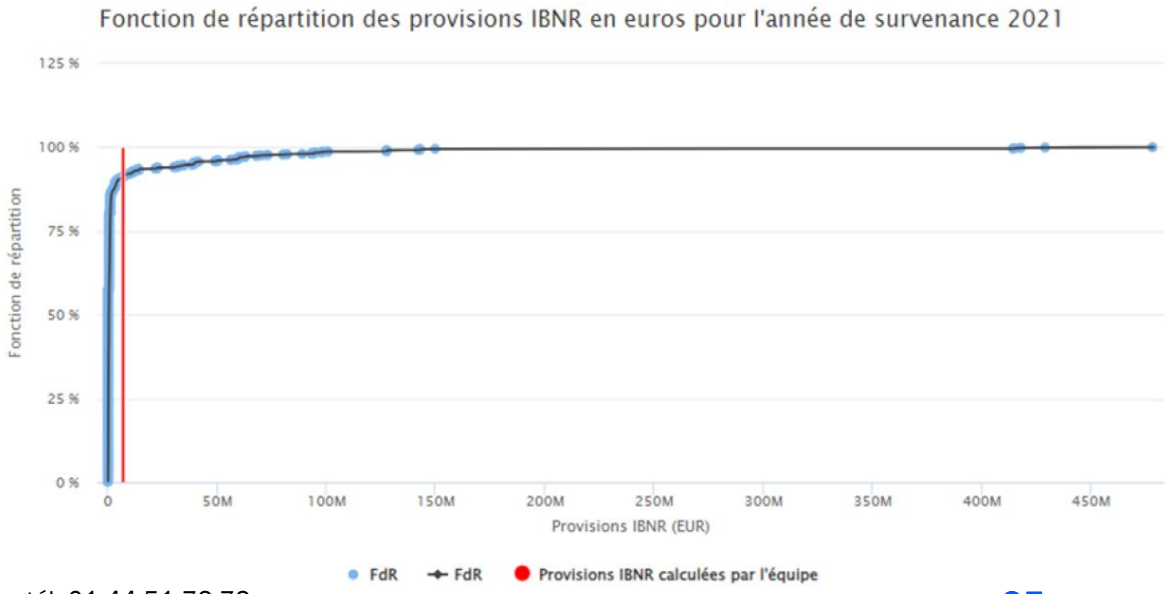
✓ 1 000 simulations par année de survenance

4 PROVISIONS IBNR

EXEMPLE : SEGMENT DE PROVISIONNEMENT COURT TERME

Année de survenance	Provisions IBNR calculées par l'équipe	Centile	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Moyenne des provisions IBNeR	Moyenne des provisions IBNyR
2019	276	80%	6 906	9	0	463 828	34	6 872
2020	2 621	81%	11 423	124	0	480 553	100	11 323
2021	6 875	91%	6 917	381	3	478 571	415	6 502
2022	65 997	97%	7 611	589	0	807 738	1 272	6 339
2023	121 810	98%	8 948	1 407	0	288 654	1 377	7 571

- ✓ Coupler les 1 000 scénarios de développement des sinistres IBNeR et IBNyR de chaque année de survenance
  ➔ Distribution
- ✓ Distributions très asymétriques portées par les provisions IBNyR



EXEMPLE : SEGMENT DE PROVISIONNEMENT COURT TERME

Scénarios les plus proches des provisions IBNR calculées par l'équipe : 6 875

Année de survenance 2021

Numéro de simulation	Provisions IBNeR	Provisions IBNyR	Provisions IBNR	Centile
14	262	6 711	6 973	91%
206	498	6 275	6 773	91%
59	201	6 990	7 191	91%
425	169	6 275	6 444	91%
510	158	6 201	6 359	91%
769	1 138	6 275	7 413	91%

5 CONCLUSION

CONCLUSION

- Méthode permettant de proposer une distribution des provisions IBNR de façon stochastique
- Part très importante de provisions IBNyR comparées aux provisions IBNeR
- Axes d'amélioration :
  - ✓ Prise en compte des reconstitutions et de leurs primes, de l'AAD, de l'AAL et des priorités et portées indexées
  - ✓ Simulation d'une loi de sévérité pour estimer la charge à l'ultime des sinistres IBNyR

MERCI POUR VOTRE ATTENTION