Modélisation granulaire paramétrique en fonction de la durée-fréquence-sévérité pour les réserves

Juan-Sebastian Yanez

Université du Québec à Montréal

Juin 2021

Table de matières

1 Motivation

Motivation

• Les modèles individuels conservent les caractéristiques des réclamations, en particulier les variables explicatives.

• Les modèles collectifs souvent résument les réclamations sous forme de triangles de développement, qui prennent en compte seulement les années de développement et d'accident. Malheureusement, les caractéristiques individuelles ne peuvent pas être utilisées.

• On propose un modèle individuel à trois composantes, qui utilise non seulement l'année de développement et l'année d'accident mais aussi les caractéristiques de chaque réclamation.

Motivation

Les trois composantes du modèle sont les suivantes :

- La durée de la réclamation,
- Le nombre de paiements de chaque réclamation à chaque année de développement,
- Le coût de chaque paiement

Avant d'aller plus en détail sur modèle passons par quelques rappels...

2 Rappels

2.1 Développement d'un sinistre

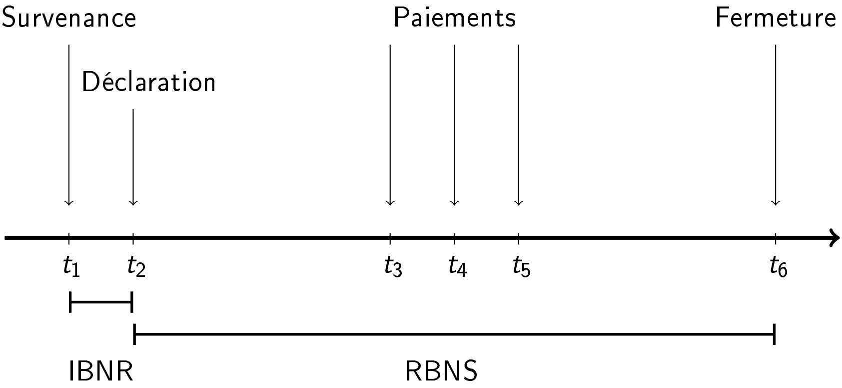

Figure – Développement d'un sinistre en assurances I.A.R.D.

2.2 D'un modèle collectif...

i/j	0	1	2	3	4
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	$Y_{1,3}$	$Y_{1,4}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	$Y_{2,3}$	$\hat{Y}_{2,4}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	$\hat{Y}_{3,3}$	$\hat{Y}_{3,4}$
4	$Y_{4,0}$	$Y_{4,1}$	$\hat{Y}_{4,2}$	$\hat{Y}_{4,3}$	$\hat{Y}_{4,4}$
5	$Y_{5,0}$	$\hat{Y}_{5,1}$	$\hat{Y}_{5,2}$	$\hat{Y}_{5,3}$	$\hat{Y}_{5,4}$

Figure – Triangle de développement incrémental

i/j	0	1	2	3	4
1	$Y_{1,0}$	$Y_{1,1}$	$Y_{1,2}$	$Y_{1,3}$	$Y_{1,4}$
2	$Y_{2,0}$	$Y_{2,1}$	$Y_{2,2}$	$Y_{2,3}$	$\hat{Y}_{2,4}$
3	$Y_{3,0}$	$Y_{3,1}$	$Y_{3,2}$	$\hat{Y}_{3,3}$	$\hat{Y}_{3,4}$
4	$Y_{4,0}$	$Y_{4,1}$	$\hat{Y}_{4,2}$	$\hat{Y}_{4,3}$	$\hat{Y}_{4,4}$
5	$Y_{5,0}$	$\hat{Y}_{5,1}$	$\hat{Y}_{5,2}$	$\hat{Y}_{5,3}$	$\hat{Y}_{5,4}$

Figure – Triangle de développement incrémental

2.3 À un modèle individuel...

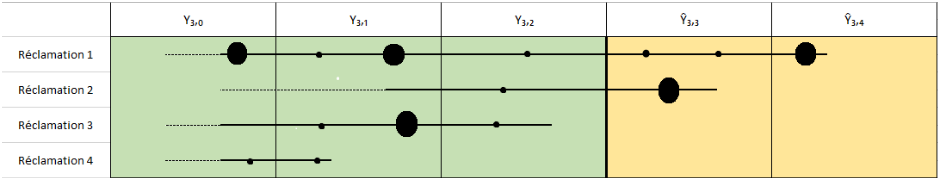

Figure – 3e ligne du triangle de développement incrémental

3 Le modèle

3.1 La durée des réclamations

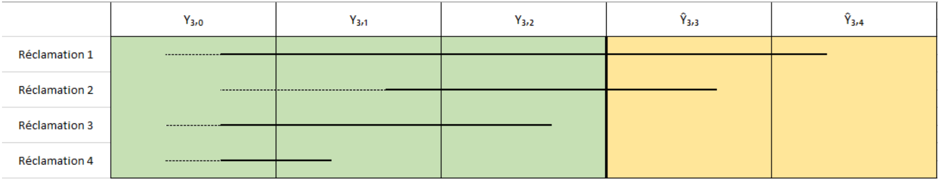

Figure – Base de données du temps pour la 3e année d'accident

3.1 La durée des réclamations

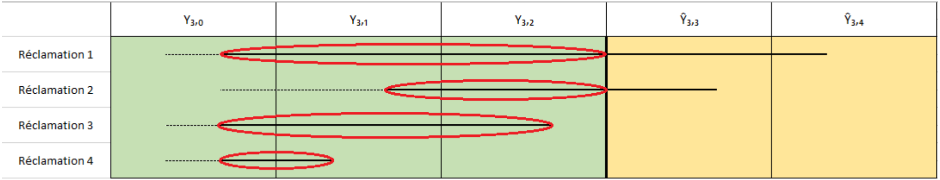

Figure – Base de données du temps pour la 3e année d'accident

3.1 La durée des réclamations

On peut modéliser le temps entre la date de déclaration et la date de fermeture en utilisant des modèles de survie. On doit prendre en compte :

- Le fait que certaines réclamations sont fermées (ou "dead" dans un contexte de survie) et certaines sont ouvertes (ou "alive" dans un contexte de survie)
- Les variables explicatives utilisées (i, délai de déclaration et autres)
- La distribution à prendre (Weibull, Log-logistique...)

3.2 Le nombre de paiements

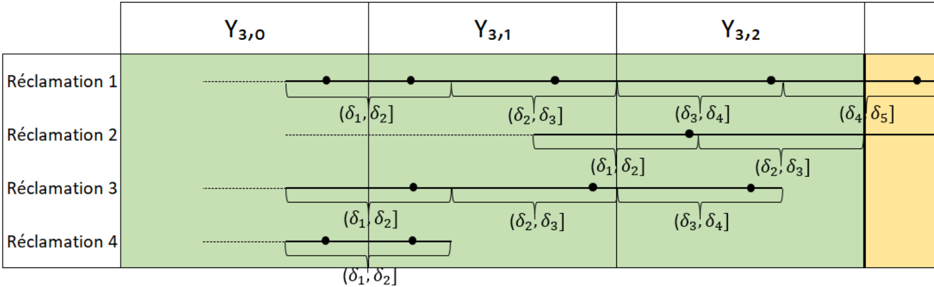

Figure – Base de données de la fréquence pour la 3e année d'accident

3.2 Le nombre de paiements

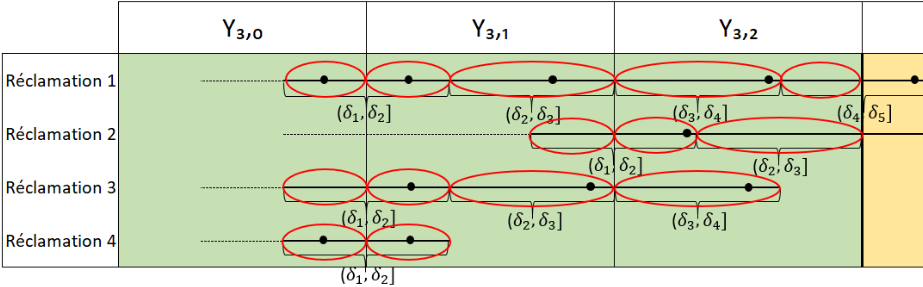

Figure – Base de données de la fréquence pour la 3e année d'accident

3.2 Le nombre de paiements

On peut modéliser le nombre de paiements de chaque réclamation pour chaque année de développement en utilisant des modèles de comptage. On doit prendre en compte :

- L'exposition, ou en autres mots, pour une année de développement et une réclamation donnée, combien de temps la réclamation était capable de produire des paiements.
- Les variables explicatives utilisées (i,j, délai de déclaration et autres)
- La distribution à prendre (Poisson, Binomial-Négative...)

3.2 Le coût de chaque paiement

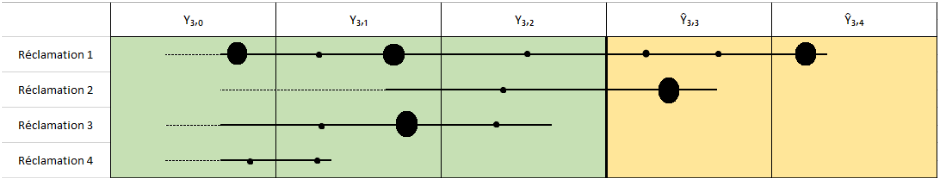

Figure – Base de données de la sévérité pour la 3e année d'accident

3.2 Le coût de chaque paiement

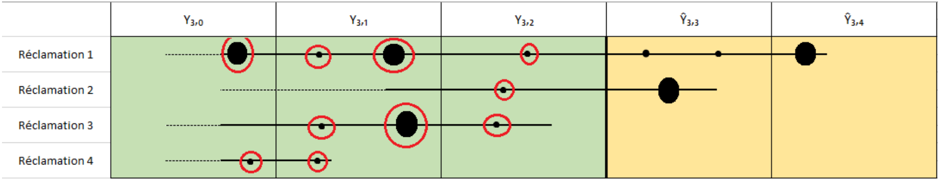

Figure – Base de données de la sévérité pour la 3e année d'accident

3.2 Le coût de chaque paiement

On peut modéliser le coût de chaque paiement en utilisant des modèles paramétriques de type GLM, par exemple. On doit prendre en compte :

- Les variables explicatives utilisées (i,j, délai de déclaration et autres)
- La distribution à prendre (Gamma, Inverse-Normale...)

3.3 Le coût de chaque paiement

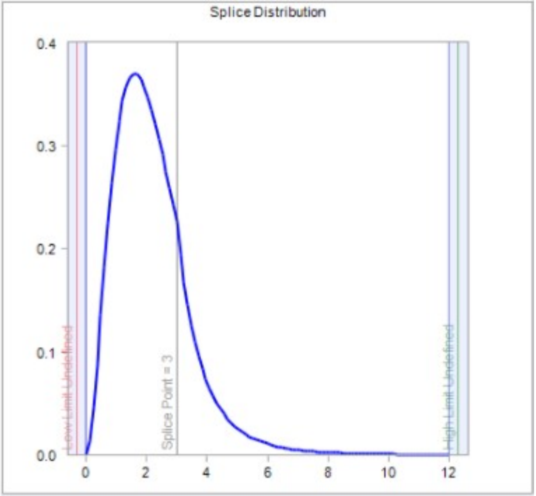

Figure – Modélisation par threshold

4 Prédictions

4 Prédictions

Après avoir ajusté les trois composantes du modèle on est capable de faire des simulations pour obtenir les réserves.

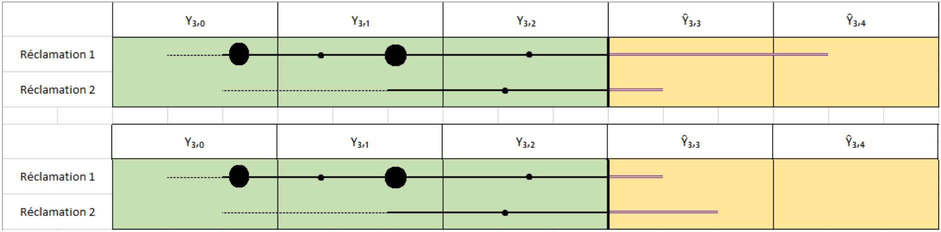

Figure – Simulation du temps de fermeture pour les réclamations ouvertes

4.2 Simulation de la fréquence

Il est primordial de simuler d'abord le temps de fermeture car le modèle de la fréquence dépend de l'exposition, qui est inconnue pour les années futures.

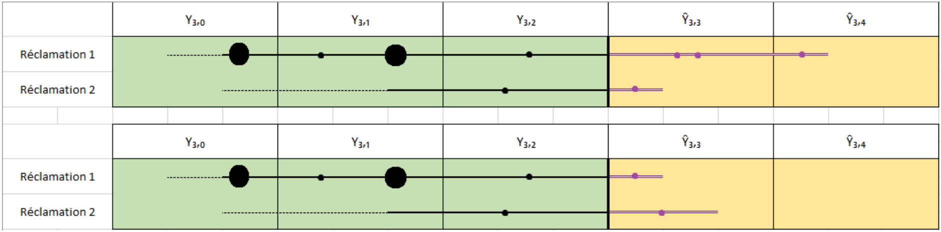

Figure – Simulation du nombre de paiements pour les réclamations ouvertes

4.3 Simulation de la sévérité

Après avoir simulé le nombre de paiements on peut simuler le coût de chacun.

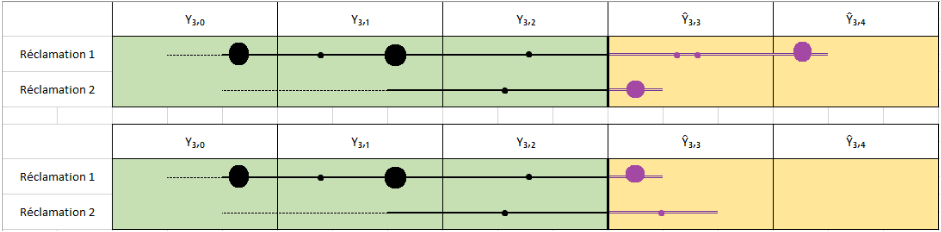

Figure – Simulation du coût des paiements pour les réclamations ouvertes

4.3 Simulation de la réserve

	Mean	SD	75% VaR	95% VaR	99% VaR
Mack ODP (Ia)	145,814,301	13,959,646	154,784,259	170,304,205	181,728,307
Mack Gamma (Ib)	146,025,032	13,919,184	155,068,347	169,926,224	180,890,690
GLM Gamma (IIb)	143,604,545	7,969,902	148,973,525	156,696,768	162,534,340
GLM ODP (IIa)	145,171,862	6,565,836	149,603,156	156,112,224	161,073,565
3-component RBNS	145,459,940	3,636,952	147,915,838	151,546,231	154,130,897
3-component IBNR	4,160,285	488,219	4,475,441	5,000,940	5,386,198
3-component total (III)	149,620,225	3,678,054	152,066,762	155,830,382	158,291,786
Poisson Process RBNS	119,353,625	2,832,597	121,325,622	124,050,034	126,042,438
Poisson Process IBNR	3112,515	245,308	3,251,440	3,507,248	3,576,390
Poisson Process total (III)	122,466,140	2,865,310	124,418,939	127,173,916	129,428,485
Observed	147,703,974				

Figure – Simulation des réserves

4.3 Simulation de la réserve

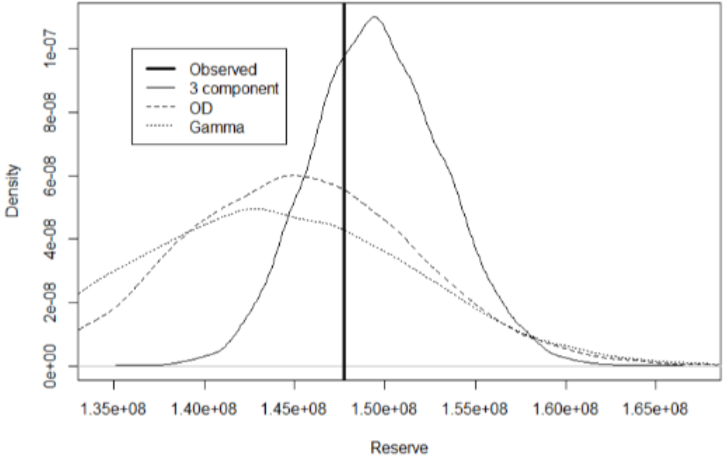

Figure – Simulation des réserves

5 Conclusion et commentaires

5.2 Conclusion

- Le modèle est capable d'utiliser les caractéristiques individuelles de chaque réclamation.
- Le modèle est très flexible par rapport aux choix au niveau des trois composantes, et de la complexité additionnelle qui peut être rajoutée.

Yanez, J. S., and Pigeon, M. (2021). Micro-level parametric duration-frequency-severity modeling for outstanding claim payments. *Insurance : Mathematics and Economics, 98, 106-119.*

Merci