

MÉTHODE SIMULATOIRE PAR BOOTSTRAP

KOROTOUMOU TRAORÉ, FRANCK VERMET

1. INTRODUCTION

Dans l'onglet "Bootstrap simulateur" est implémentée une méthode Monte Carlo basée sur une technique de Bootstrap, pour calculer le montant de provisions pour sinistres à payer, ainsi que les marges d'erreur associées.

Les références mentionnées dans la bibliographie ([1], [2], [3], [4]) ont été utilisées pour cette partie.

2. BOOTSTRAP SIMULATOIRE

Pour les méthodes de régression, nous avons dû utiliser deux méthodes distinctes pour estimer la volatilité totale (la MSEP), dont une méthode de bootstrap pour mesurer l'erreur d'estimation. England et Verrall ([4]) ont proposé en 2002 une méthode de bootstrap similaire, en deux étapes, intégrant la *process variance* et l'erreur d'estimation.

Nous écrivons l'algorithme dans le cas où le modèle sous-jacent est le modèle GLM Poisson sur-dispersé.

- (1) Estimation initiale des paramètres sur le triangle supérieur et déduction d'un triangle supérieur d'incrément moyens $\hat{\mu}_{i,j}$.
- (2) Calcul des résidus de Pearson : $r_{i,j} = \frac{X_{i,j} - \hat{\mu}_{i,j}}{\sqrt{\hat{\mu}_{i,j}}}$.
- (3) Boucle à réaliser M fois : pour $k = 1, \dots, M$,
 - (a) Re-échantillonnage des résidus et obtention d'un nouveau triangle supérieur de résidus $r_{i,j}^{(k)}$.
 - (b) Calcul d'un nouveau triangle supérieur d'incrément : $X_{i,j}^{(k)} = \hat{\mu}_{i,j} + r_{i,j}^{(k)} \sqrt{\hat{\mu}_{i,j}}$.
 - (c) Utilisation du modèle pour re-estimer les paramètres : $\hat{\mu}_{i,j}^{(k)}$ et $\hat{\Phi}^{(k)}$.
 - (d) Simulation d'incrément $\tilde{X}_{i,j}^{(k)}$ d'espérance $\hat{\mu}_{i,j}^{(k)}$ et variance $\hat{\Phi}^{(k)} \hat{\mu}_{i,j}^{(k)}$.
 - (e) Calcul de $\tilde{R}^{(k)} = \sum_{i=2}^n \sum_{j=n-i+1}^n \tilde{X}_{i,j}^{(k)}$.

Nous disposons alors d'échantillon $\{\tilde{R}^{(k)}, k = 1, \dots, M\}$ qui intègre la *process variance* et l'erreur d'estimation. Sa variance empirique correspond alors à la MSEP. A partir de cet échantillon, il est aussi possible de calculer directement des quantiles empiriques.

Cette méthode de bootstrap est implémentée dans le package *Chainladder* dans la fonction *BootChainLadder*.

Pour simuler les $\tilde{X}_{i,j}^{(k)}$, il est naturel de choisir une loi de Poisson surdispersé, dans le cadre de ce modèle GLM. Lorsque $\hat{\Phi}$ est grand, il peut être jugé préférable d'utiliser une loi Gamma de mêmes paramètres.

3. TESTS D'HYPOTHÈSES

Dans le cadre de l'assurance non-vie, il est courant de modéliser les provisions par une loi lognormale. Nous pouvons vérifier par un test statistique si notre échantillon simulé $\{\tilde{R}^{(k)}, k = 1, \dots, M\}$ est en adéquation avec cette hypothèse. Ceci est réalisé dans l'onglet "Tests hypothèses".

Si c'est le cas, il est alors possible d'estimer les paramètres de la loi lognormale et d'obtenir des quantiles pour la loi estimée.

RÉFÉRENCES

- [1] Y. Angoua. *Provisionnement non-vie*. Support de cours de Master 2 de l'EURIA, 2017.
- [2] J. Boisseau. *Solvabilité 2 et mesure de volatilité dans les provisions pour sinistres à payer*. Mémoire d'actuariat du CEA, 2010.
- [3] A. Charpentier. *Computational Actuarial Science with R*. CRC Press, 2012.
- [4] P. England and J. Verral. Stochastic claims reserving in general insurance. *British Actuarial Journal*, 8 :443–544, 2002.

(Korotoumou Traoré, Franck Vermet) EURIA, UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE, 6, AVENUE VICTOR LE GORGEU, CS 93837, F-29238 BREST CEDEX 3, FRANCE
E-mail address, Franck Vermet: `Franck.Vermet@univ-brest.fr`