**Mémoire présenté devant le jury de l'EURIA en vue de l'obtention du Diplôme d'Actuaire EURIA et de l'admission à l'Institut des Actuaires**

le 26 Septembre 2019

Par : Coralie Bonnifait
Titre : Optimisation d'un outil de tarification santé destiné au pilotage des grands comptes et Branches professionnelles

Confidentialité : Non

*Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus*

***Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires :***
Anthony Nahelou
Alain Moeglin
Dominique Abgrall
Signatures :

***Entreprise :***
Optimind
Signature :

***Membre présent du jury de l'EURIA :***
Brice Franke

***Directeur de mémoire en entreprise :***
Fabien Graeff
Signature :

***Invité :***
Sébastien Lazic
Signature :

***Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion de documents actuariels***
*(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)*

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :

EURIA
EURo Institut
d'Actuariat

6, avenue le Gorgeu
CS 93837
29238 Brest Cedex 3

T +33 (0)2 98 01 66 55

euria@univ-brest.fr

**Résumé**

L'objectif de ce mémoire est de mettre à jour un outil de tarification santé, en optimisant la méthode de tarification et en adaptant l'outil à la réglementation actuelle. Après l'étude de différentes méthodes, un nouvel outil sera créé et permettra de tarifer un contrat suite à la réforme du 100 % Santé.

Ce mémoire propose alors de tester deux méthodes de tarification.
L'une d'elles est une méthode de modélisation stochastique qui consiste à effectuer des simulations de coûts à partir d'une loi log-normale ; et des simulations de fréquences à partir d'une loi de Poisson à inflation de zéros. La seconde méthode repose sur l'approche d'un outil déjà existant sur le marché. Il s'agit de représenter le coût par des quantiles. Dans ce mémoire, le coût sera représenté par des déciles et des quartiles. La fréquence sera quant à elle obtenue de façon empirique.

Ces deux méthodes permettent donc le calcul d'une prime pure qui est ensuite ajustée à partir de coefficients correcteurs. Ces coefficients sont calculés à partir de la base de données et lissés avec la méthode de Whittaker-Henderson. La segmentation est effectuée selon l'âge, le sexe et la catégorie socio-professionnelle.

Enfin, l'adaptation de l'outil de tarification à la réforme du 100 % Santé se caractérise par la création de nouveaux actes, relatifs aux différents paniers de soins proposés par la réforme. La tarification de ces actes consiste à déterminer le coût et la fréquence de consommation pour chacun des paniers. De plus, la tarification de ces nouveaux actes pourra être ajustée grâce à des coefficients. Ces derniers visent à anticiper la répartition des assurés entre les différents paniers, et évaluer l'augmentation de la fréquence en réponse au renoncement aux soins.

**Mots clés :** Complémentaire Santé, Tarification, Modélisation stochastique, Whittaker-Henderson, 100 % Santé

**Abstract**

The aim of this paper is to update a health pricing tool, which consists in optimizing the pricing method and adapting the tool to current regulations. After studying different methods, a new tool will be created to price a contract following the "*100 % Santé*" reform.

This paper suggests to try two pricing methods.
The first one is a stochastic method. The cost is simulated thanks to a log-normal law of probability, and the frequency is simulated using Zero-Inflated Poisson model.
The second one is based on an existing tool on the market, which approach is to represent the cost by quantiles. In this brief, the cost will be represented by deciles and quartiles. The frequency is determined by an empirical method.

These two methods enable to calculate the prime. Then, this prime is adjusted by multiplying factors. The latter are calculated using the database and they are smoothed with the Whittaker-Henderson method. Segmentation is made by age, gender and professional classes.

Finally, the new tool enables to price a contract with the new medical acts from the "*100 % Santé*" reform. In fact, with this reform, insured people will have the choice between two types of equipments. In this way, the new medical acts refer to these kinds of equipments. The pricing of these new acts consists in determining the cost and frequency of consumption for each of the new medical acts. In addition, the pricing of these acts may be adjusted through coefficients. The latter are used to configure the increase in frequency in response to the renunciation of care and to estimate the repartition of insured people between the several types of equipments.

**Keywords:** Health Insurance, pricing, stochastic model, "*100 % Santé*" reform, Whittaker-Henderson

**Note de synthèse**

# Optimisation d'un outil de tarification santé

## Contexte et objectif

Optimind possède actuellement un outil interne de tarification santé. Ce mémoire a pour but de mettre à jour l'outil d'un point de vue méthode de tarification et réglementation actuelle. L'étude portera alors sur l'analyse de méthodes de tarification en santé et conduira à la création d'un nouvel outil en capacité de tarifer un contrat suite à la réforme du 100 % Santé.

## Démarche suivie

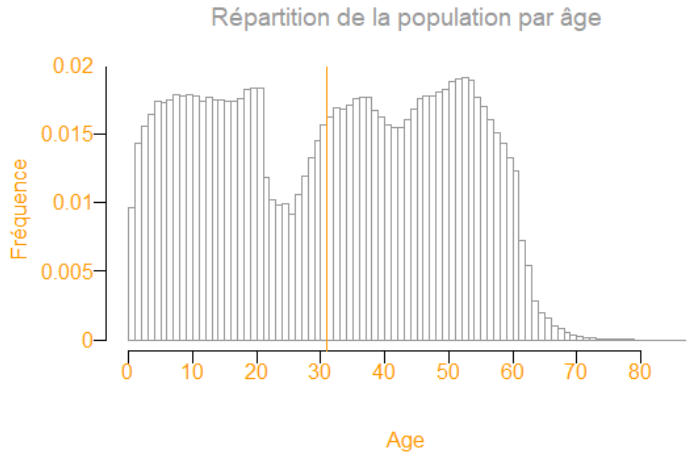
L'élaboration de ce mémoire s'est effectuée à partir d'une base de données composée d'une base d'effectifs et d'une base de prestations. L'étude a donc débuté par une analyse des données. Puis, deux méthodes de tarification ont été testées dans le nouvel outil : une méthode stochastique et une méthode par répartition. Enfin, de nouveaux actes ont été modélisés afin d'intégrer dans l'outil la tarification des nouveaux paniers du 100 % Santé. L'outil créé propose également un pilotage de la réforme par l'ajustement de coefficients.

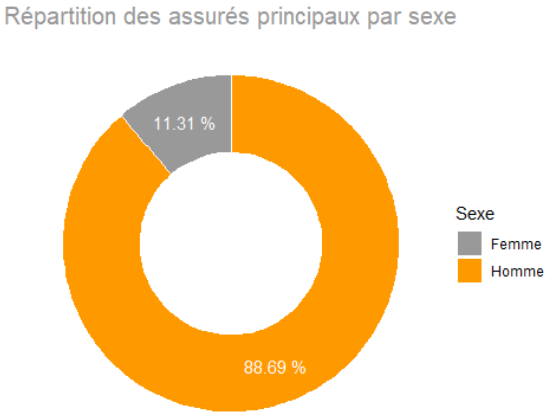
## Analyse des données

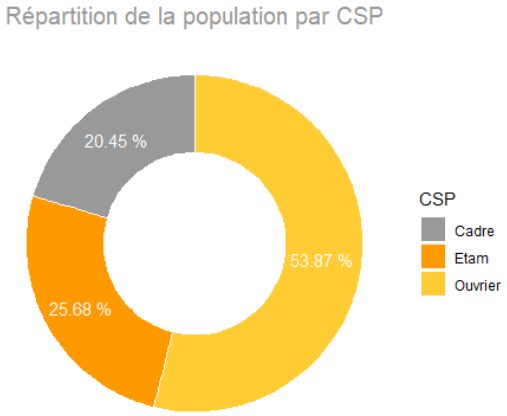
La base d'effectifs contient principalement les variables âge, genre, catégorie socio-professionnelle (CSP) et type d'assuré (assuré principal, conjoint ou enfant).

La moyenne d'âge du portefeuille est de 31 ans. Les assurés principaux ont une moyenne d'âge de 42,7 ans, les conjoints de 43,4 ans, et les enfants de 11 ans. De plus, les ouvriers ont une moyenne d'âge légèrement supérieure à celle des cadres (respectivement 44 ans et 42 ans).

Dans la population totale, le nombre d'hommes est égal au nombre de femmes. En revanche, parmi les assurés principaux, les hommes sont représentés à près de 90 %. De plus, la classe ouvrière représente plus de la moitié des assurés principaux.




### Méthodes de tarification

Dans ce mémoire, deux méthodes de tarification sont testées. Chacune d'elles repose sur l'approche « Coût x Fréquence ». Ainsi, les méthodes se décomposent en deux parties : l'obtention du coût et l'obtention de la fréquence.

Les calculs du coût et de la fréquence sont effectués par acte (médecin généraliste, médecin spécialiste, lunettes, verres simples...), et non par poste (Hospitalisation, Dentaire, Optique...). De ce fait, la prime pure est déterminée par acte. Ce calcul est différent selon la méthode de tarification utilisée. Enfin, la prime pure moyenne du contrat est obtenue en additionnant les primes pures de chaque acte.

Finalement, cette prime pure est ajustée grâce à des coefficients correcteurs, calculés à partir de la base de données.

Méthode stochastique

▷ Le coût : la variable « frais réels » de chaque acte est tout d'abord modélisée par deux lois : une loi gamma et une loi log-normale. L'adéquation de ces deux lois aux observations est comparée par une analyse graphique et par des tests statistiques. Après étude, la modélisation retenue pour tous les actes est la loi log-normale. La variable « frais réels » est donc simulée par une loi log-normale. Un pourcentage « alpha » des simulations est remplacé par le montant de la base de remboursement (BR). « alpha » correspond à la part des frais réels de la base de données qui sont égaux à la base de remboursement. Ainsi, la part des frais réels égaux à la BR est respectée dans les simulations.
Pour chaque simulation de frais réels, il faut calculer le montant remboursé par la complémentaire correspondant au niveau de garantie à tarifer.

▷ La fréquence : la variable « Quantité », autrement dit le nombre de fois où l'acte est consommé, présente des données surdispersées. Ainsi, la loi de Poisson ne semble pas être un bon modèle. Plusieurs lois plus adaptées sont donc testées : la loi binomiale négative, la loi de Poisson à inflation de zéros et la loi binomiale négative à inflation de zéros. Après étude, il a été décidé de modéliser puis simuler la variable « Quantité » par la loi de Poisson à inflation de zéros. Chaque quantité simulée est ensuite divisée par l'exposition totale du portefeuille pour obtenir des fréquences.

▷ La prime pure : par acte, chaque coût simulé est multiplié par chaque fréquence simulée. La prime pure par acte est alors calculée en faisant la moyenne de ces produits. Enfin, la prime pure totale est obtenue en sommant la prime pure de chaque acte. Par la suite, des coefficients correcteurs seront ajoutés à cette prime pure.

La méthode stochastique présente l'avantage d'encadrer la prime pure par un intervalle de confiance. Celui-ci peut être utilisé pour déterminer la marge de sécurité.

Méthode par répartition

▷ Le coût : pour chaque acte, le coût est représenté par :
- le coût minimum Min
- le coût maximum Max
- les 9 déciles $D_i$ entre le coût minimum et le coût maximum
- les trois quartiles $D_9Q_j$ entre le $9^{eme}$ décile et le coût maximum

Précisons que les coûts cités ci-dessus sont des frais réels. Le coût minimum correspond au montant de la base de remboursement. Pour chacun de ces coûts, un coefficient de répartition est calculé. Il s'agit de la part des frais réel égaux à ce coût. Ainsi, le coefficient de répartition des déciles est de 10 % et celui des quartiles entre les deux déciles est de 2,5 %. Rappelons que le minimum a quant à lui un coefficient égal à alpha.

Ces données sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| Coût | Min | $D_1$ | ... | $D_9$ | $D_9$ $Q_{25\%}$ | $D_9$ $Q_{50\%}$ | $D_9$ $Q_{75\%}$ | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Répartition | alpha % | 10 % | ... | 10 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % |

Pour chaque frais réel retenu, le montant du remboursement de la complémentaire est calculé. Le coût moyen de l'acte est ensuite obtenu en calculant la moyenne pondérée des remboursements de la complémentaire par les coefficients de répartition. Le coût moyen est donc égal à :

$$\text{Coût moyen} = \frac{\alpha\% Min + \sum_{i=1}^{9} 10\% D_i \ + \sum_{j\in\{25\%,50\%,75\%\}} 2,5\% D_9 Q_j + 2,5\%\ Max}{\alpha + 100\%}$$

- ▷ La fréquence : la fréquence est déterminée de façon empirique. La moyenne de la variable « Quantité » est calculée par acte, puis divisée par l'exposition totale du portefeuille.

- ▷ La prime pure : La prime pure est tout d'abord calculée par acte en multipliant le coût moyen par la fréquence. Puis, de la même manière que pour la méthode stochastique, la prime pure totale est obtenue en additionnant la prime pure de tous les actes. Des coefficients correcteurs sont également ajoutés à la prime pure par la suite.

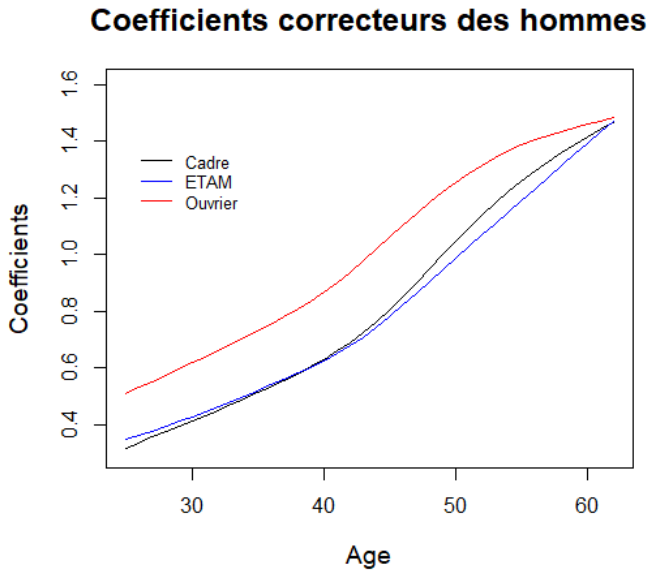
**Les coefficients correcteurs**

Une fois la prime pure obtenue, l'ajout de coefficients correcteurs permet d'obtenir une tarification qui s'adapte aux caractéristiques de la population. La segmentation s'effectue selon trois variables : l'âge, le sexe et la CSP. La CSP comprend les cadres, ETAM et ouvriers ; le sexe différencie les hommes, des femmes et des enfants ; et l'âge varie de 25 à 65 ans pour les adultes et de 0 à 20 ans pour les enfants. Les coefficients correcteurs sont calculés pour toutes les combinaisons possibles de ces trois variables. Par exemple, pour la combinaison « femme - ETAM - 40 ans », le coefficient correcteur est égal à :

$$\underset{\text{femme ETAM 40 ans}}{\text{Coefficient correcteur}} = \frac{\text{Prime pure moyenne des « femmes ETAM de 40 ans »}}{\text{Prime pure moyenne du portefeuille}}$$

Les coefficients correcteurs sont ensuite lissés en fonction de l'âge par la méthode de Whittaker-Henderson.

Pour les hommes, les coefficients correcteurs lissés sont les suivants :




### Comparaison des méthodes

L'obtention des coefficients correcteurs permet alors de calculer la prime pure ajustée aux caractéristiques d'un portefeuille. Ainsi, les deux méthodes de tarification ont été comparées en tarifant un contrat santé. Il s'agit du contrat correspondant aux prestations de la base de données. L'idée est de comparer les primes pures obtenues par les deux méthodes avec le tarif à l'équilibre du contrat. Il convient de remarquer que les deux méthodes ont des résultats très proches. La méthode stochastique est légèrement plus proche du tarif à l'équilibre que la méthode par répartition. Or, il se trouve que la méthode stochastique est, par construction, plus complexe. Ainsi, par simplicité de mise en oeuvre, il semble préférable d'implémenter la méthode par répartition dans le nouvel outil.

### Intégration du 100 % Santé

Le nouvel outil créé peut tarifer les nouveaux actes de la réforme du 100 % Santé.

Il s'agit des différents paniers pour les actes en Audiologie, Dentaire et Optique. Pour chacun de ces paniers, des coefficients sont à ajuster dans l'outil de tarification. Ces coefficients estiment l'augmentation de la fréquence de consommation en réponse au renoncement aux soins, mais aussi la répartition des assurés entre les différents paniers. L'étude du 100 % Santé faite dans ce mémoire permet de remarquer que selon le niveau de garantie, le choix de ces coefficients impacte différemment les primes pures.

**Conclusion**

Ce mémoire a donc permis de créer un nouvel outil de tarification santé reposant sur la méthode par répartition et intégrant la réforme du 100 % Santé.

Néanmoins, des limites sont présentes dans l'outil de tarification. Concernant les données, les résultats de la tarification reposent sur le comportement d'une population bien caractéristique (hommes ouvriers en majorité). De plus, la base de données fournie ne permet pas de modéliser une fréquence différente selon le niveau de garantie. Il serait alors intéressant d'intégrer des données d'autres assureurs. En ce qui concerne l'adaptation de l'outil au 100 % Santé, la tarification des nouveaux actes repose sur de nombreuses hypothèses. L'intégration future d'un historique comportant des prestations liées aux actes du 100 % Santé permettrait alors d'ajuster la tarification.

Finalement, l'outil de tarification ayant été construit dans une perspective d'évolution pourra intégrer de nouvelles données, lui permettant ainsi d'augmenter la fiabilité de ses résultats.

**Mots clés :** Complémentaire Santé, Tarification, Modélisation stochastique, Whittaker-Henderson, 100 % Santé

**Summary**

**Optimisation of a health pricing tool**

**Study context and goal**

The company Optimind already has a software to price health insurance. The purpose of this paper is to optimize the pricing tool according to several points : pricing method and current regulation. The study will focus on the analysis of health pricing methods and will result in a new software enabling to price a contract after the "*100 % Santé*" reform.

**Description of the approach**

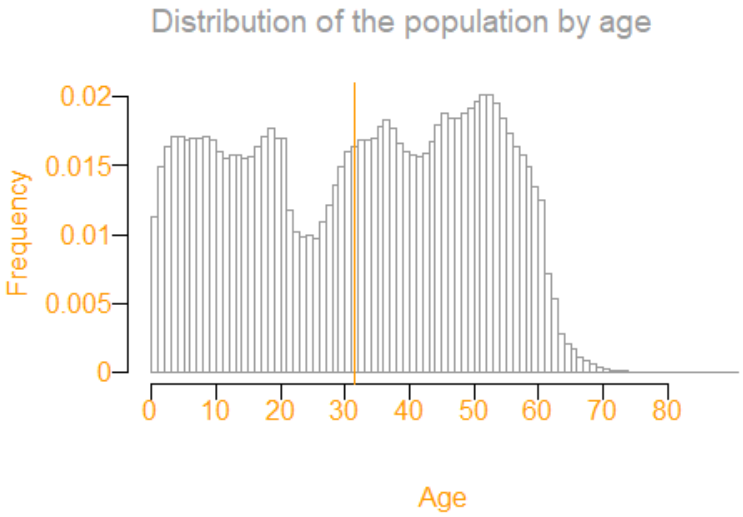
This paper is based on a database composed of an insured people database and a claims database. Thus, the study has begun by an analysis of the data. Then, two pricing methods have been tested in the new tool : a stochastic method and another method called "method by repartition". Besides, the new tool includes the pricing of the new medical acts from the "*100 % Santé*" reform, and suggests piloting the reform by using coefficients.

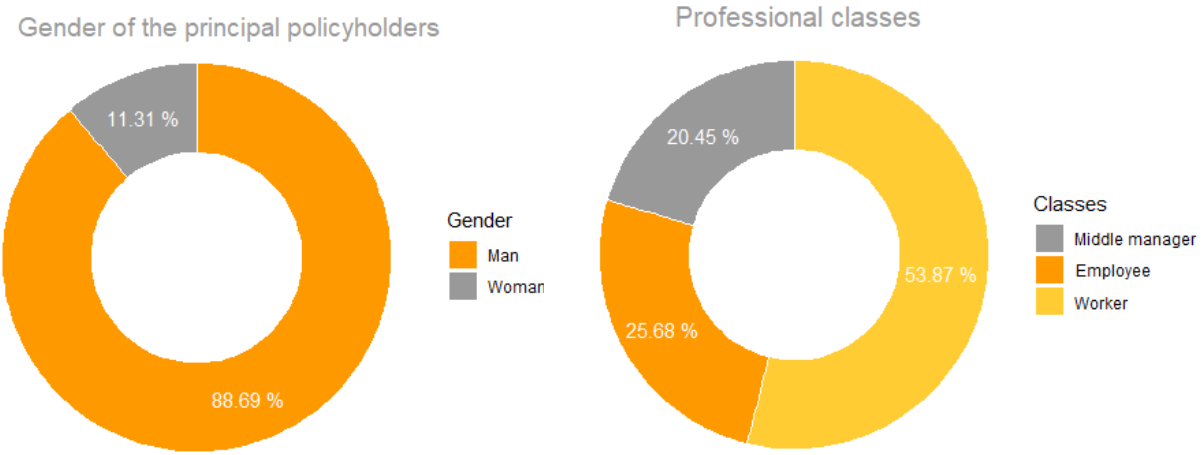
**Data analysis**

The base of policyholders is mainly composed of variables being the age, gender, professional classes, and type of policyholders (principal policyholders, partner or children).

The average age in the dataset is about 31 years old. If we only consider the principal policyholders, the average age is 42.7 years old and 42.4 years old if we only consider partners. The average age of children is 11 years old. We can also notice that the average age for workers is slightly higher than the average age for middle manager (44 years old and 42 years old).

Among all the policyholders, the number of men is equal to the number of women. However, if we only consider the principal policyholders, men represent 90 % of the population. Besides, workers represent more than the half of the policyholders.




### Pricing methods

In this paper, two pricing methods are tested. Both are based on approach "Frequency x Severity" approach. So, these methods are composed of two parts : the average cost of individual claim and the expected number of claims.

The cost and frequency calculations are done based on the medical acts (for instance general practitioner, specialist, glasses, lenses...) and not based on the categories like hospitalisation, dental, optical...

Then, we determine the premium based on the medical acts. This calculation is different depending on the pricing method used. After that, we add premiums of each medical act, in order to obtain the average premium of the overall contract. Finally, this premium is adjusted using multiplying factors calculated from the database.

Stochastic method

- ▷ Cost : The variable "real cost" of each medical act is, first of all, modelled by two laws : a gamma law and a log-normal law. We compare the adequacy of these two laws to the observations thanks to a graphical analysis and statistical tests. Finally, the model used for all the medical acts is the log-normal law. The variable "real costs" is therefore simulated by a log-normal law. An "alpha" rate of these simulations is replaced by the amount of the repayment reference of the French social security system. Then, for each real cost simulation, we calculate the amount payed by the health insurance.

- ▷ Frequency : The variable "Quantity", in other words the number of times the medical act is used, has over-dispersed data. Thus, Poisson distribution does not seem to be a suitable model. Therefore, several more appropriate laws of probability are tested : the negative binomial distribution, the zero inflation Poisson's model, and the negative zero inflation binomial model. After studying it, it was decided to model and simulate the variable "Quantity" by the Poisson distribution with zero inflation. Then, each simulated quantity is divided by the total exposure of the portfolio to obtain frequencies.

- ▷ Premium : For each medical act, each simulated real cost is multiplied by each simulated frequency. Calculating the average of these factors, we obtain the premium by medical act. Finally, the final premium is obtained by summing up all premiums by medical act. Then, multiplying factors will be used to adjust the premium.

The stochastic method has the advantage of giving a confidence interval. The latter can be used to determine the security margin.

Method by repartition

- ▷ Severity : For each medical act, the cost is represented by :
  - — the minimum cost Min

— the maximum cost Max
— the nine deciles between the minimum and the maximum cost $D_i$
— three quartiles (25 %, 50 %, 75 %) between the ninth decile and the maximum cost $D_9Q_j$

It is necessary to clarify that the costs named above refer to real costs and not to amounts payed by the health insurance. Also, the minimum cost is the amount of the reference repayment of the French social security system. The maximum cost is the maximum real cost observed in the database for the medical act.
For each cost named above, we calculate a repartition coefficient. For the deciles, this coefficient is 10 % and for the quartile between the ninth and tenth decile, the coefficient is equal to 2,5 %. As a recall, the minimum cost's coefficient is alpha.

Costs and coefficients are summarised in this table :

| Cost | Min | $D_1$ | ... | $D_9$ | $D_9$ $Q_{25\%}$ | $D_9$ $Q_{50\%}$ | $D_9$ $Q_{75\%}$ | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Repartition | alpha % | 10 % | ... | 10 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % |

Then, for each simulation cost (deciles and quartile), we calculate the amount paid by the health insurance. The average cost of one medical act is then obtained calculating the mean of amounts payed by the health insurance, weighted by repartition coefficients. The average cost of individual claim for a medical act is :

$$\text{Average cost } = \frac{\alpha Min + \sum_{i=1}^{9} 10\% D_i \ + \sum_{j\in\{25\%,50\%,75\%\}} 2,5\% D_9 Q_j + 2,5\%\ Max}{\alpha + 100\%}$$

▷ Frequency : the frequency is determined by an empirical method. For each act, we calculate the average of the variable "Quantity". Then, we divide this average by the exposure.

▷ Premium : First, the premium is calculated by medical act, multiplying the average cost and the frequency. Then, in the same way as the stochastic method, the final premium is obtained adding the premium of each medical act. Then, multiplying factors will be used to adjust the premium.

### Multiplying factors

Multiplying factors enable to adapt pricing to the policyholders'characteristics. The segmentation is made following three variables : age, gender, and professional classes. Professional classes refer to middle manager, employee and worker. Gender separate men,

women, and children. The variable "age" varies between 0 and 20 years old for children ; and between 25 and 65 years old for adults. Multiplying factors are calculated for each possible combination of these three variables. For instance, for the combination "Woman - employee - 40 years old", the multiplying factor is :

$$\underset{\text{Woman - employee - 40 years old}}{\text{Multiplying factor}} = \frac{\text{Premium of "Woman - employee - 40 years old"}}{\text{Average premium of all the policyholders}}$$

Multiplying factors are smoothed according to the age using the Whittaker-Henderson method. For men, smoothed multiplying factors are represented below :

**Methods' comparison**

The multiplying factors obtained make it possible to calculate a premium adjusted to the characteristics of the portfolio. The two pricing methods were compared by pricing a health contract. Premiums obtained with the two methods are compared to the optimal price. The optimal price is such as the loss ratio is equal to 100 %. It should be noted that the two methods have very similar results. The stochastic method is slightly closer to the optimal price. However, this method is, by construction, more complex. Thus, for simplicity of implementation, it seems preferable to implement the repartition method in the new tool.

### "*100 % Santé*" reform

The tool created can price new medical acts from the "*100 % Santé*" reform. It refers to different kinds of equipment in dental, optical, and hearing aids. For each type of equipment, coefficients can be adjusted within the pricing tool. These coefficients are used to configure the increase in frequency in response to the renunciation of care, and to estimate the repartition of insured people between the several types of equipments. In this paper, the study shows that according to the level of guarantee of the health insurance, the choice of these coefficients impacts differently the premium.

### Conclusion

Therefore, this paper allowed to create a new health pricing tool based on the method by repartition and incorporating the "*100 % Santé*" reform.

Nevertheless, limits exist in the tool. Concerning the data, the pricing results are based on the behaviour of a signature population (mostly men workers). In addition, the database provided does not allow to model a different frequency according to the level of guarantee. It would be interesting to integrate data from other insurers. As regards the adaptation of the tool to the "*100 % Santé*" reform, the pricing of the new medical acts is based on many assumptions. The future integration of a history including medical acts related to the "*100 % Santé*" reform, would then make it possible to adjust the pricing.

Finally, since the pricing tool has been built with a view to evolution, it will be able to integrate new data. Therefore, the reliability of its results will be increased.

**Keywords:** Health Insurance, pricing, stochastic model, Whittaker-Henderson, "100 % Santé" reform

# Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier Optimind et en particulier Monsieur Christophe Eberlé, CEO de la société, pour m'avoir accueillie lors de ce stage.

J'adresse également mes remerciements à Pierre Damilo, Sébastien Lazic et André Grondin pour m'avoir accompagnée et conseillée dans l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens également à remercier Emmanuel Berthelé et Julien Chartier pour leurs conseils avisés.

Mes remerciements vont également à Karine Arzur, ma tutrice universitaire.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à toute l'équipe Corporate Risk Services pour leur accueil chaleureux et leur sympathie.

Je remercie également monsieur Franck Vermet, directeur de l'école, et toute l'équipe pédagogique de l'EURIA pour la formation reçue pendant ces trois années. J'adresse une attention particulière à Patricia Gruet, pour son admirable investissement au sein de l'école.

# Table des matières

**Introduction** **1**

**1 Le système de santé en France** **2**
1.1 La Sécurité sociale . . . 2
1.1.1 Présentation globale . . . 2
1.1.2 Les comptes de la Sécurité sociale . . . 3
1.1.3 Quelques réformes en santé . . . 4
1.1.4 Une couverture santé pour tous ? . . . 5
1.1.5 Le mécanisme de remboursement en santé . . . 6
1.2 Le régime complémentaire . . . 8
1.2.1 Présentation . . . 8
1.2.2 Critères d'exonération de charges sociales et déductions fiscales . . . 10
1.2.3 Exemples de remboursement . . . 11
1.2.4 Les contraintes légales et réglementaires . . . 12
1.3 Réforme du 100 % Santé . . . 14

**2 Présentation des données** **17**
2.1 La base de données . . . 17
2.1.1 La base d'effectifs . . . 17
2.1.2 La base des prestations . . . 19
2.1.3 Fusion de la base des prestations et de la base des effectifs . . . 21
2.2 Mise à jour des données . . . 21
2.3 Cadencement . . . 21
2.4 Caractéristiques du portefeuille . . . 22
2.4.1 Analyse démographique . . . 22
2.4.2 Analyse de la sinistralité . . . 26
2.5 Grille de garanties . . . 33

**3 La tarification** **36**
3.1 Généralité . . . 36
3.2 La méthode « Coût x Fréquence » . . . 37
3.3 Le modèle stochastique . . . 39
3.3.1 Le coût . . . 39

3.3.2 La fréquence . . . 42
3.4 Le modèle par répartition . . . 44
3.4.1 Le coût . . . 44
3.4.2 La fréquence . . . 45
3.5 Des frais réels au coût moyen . . . 45
3.5.1 Calcul du remboursement de la complémentaire . . . 45
3.5.2 Le coût moyen . . . 46
3.6 Calcul, correction et expression de la prime pure . . . 47
3.6.1 Les coefficients correcteurs . . . 47
3.6.2 Calcul de la prime pure . . . 50

**4 Application des modèles 53**
4.1 Application de la méthode stochastique . . . 53
4.1.1 Le coût . . . 53
4.1.2 La fréquence . . . 58
4.1.3 Intervalle de confiance . . . 60
4.2 Application de la méthode par répartition . . . 62
4.2.1 La répartition des coûts . . . 62
4.2.2 La fréquence . . . 63
4.3 Calcul et lissage des coefficients correcteurs . . . 64
4.3.1 Coefficients correcteurs des adultes . . . 64
4.3.2 Coefficients correcteurs des enfants . . . 66
4.4 Résultats et comparaison des méthodes . . . 68

**5 L'outil de tarification 70**
5.1 Présentation de l'outil . . . 70
5.1.1 La population d'assurés . . . 70
5.1.2 La grille de garanties . . . 70
5.1.3 Résultat des primes . . . 71
5.1.4 La base de tarification . . . 71
5.2 Pilotage de l'outil et 100 % Santé . . . 71
5.2.1 Le pilotage . . . 71
5.2.2 Le pilotage de la réforme du 100 % Santé . . . 72
5.3 Limites de l'outil de tarification . . . 90
5.3.1 La population étudiée . . . 90
5.3.2 L'aléa moral . . . 91
5.3.3 Hypothèse du modèle « Coût x Fréquence » . . . 91
5.3.4 La tarification du 100 % Santé . . . 92

**Conclusion 93**

**Table des figures 96**

**Liste des tableaux 97**

**Liste des abréviations** **98**

**Annexe** **99**

**A Retraitements de la base d'effectifs** **99**

**B Retraitements de la base de prestations** **102**

**C Grille de garanties** **104**
**Bibliographie** **108**

# Introduction

En France, le domaine de la Santé est un secteur qui connaît régulièrement des évolutions législatives et réglementaires. Les dernières réformes sont celles du contrat responsable, de la complémentaire santé collective obligatoire pour les salariés du secteur privé en 2016, de la résiliation infra-annuelle, sans oublier la réforme du « 100 % Santé » qui vient bouleverser le système de santé français. Celle-ci découle de la volonté du président de la République, Emmanuel Macron, de lutter contre le renoncement aux soins et limiter les hauts restes à charge. Cette réforme concerne trois postes médicaux coûteux pour les citoyens, et mal remboursés par la Sécurité sociale. Il s'agit de l'audiologie, le dentaire et l'optique.

Ainsi, ces évolutions impactent considérablement les acteurs de l'assurance et, en particulier, la tarification des complémentaires santé.

Optimind possède actuellement un outil interne de tarification santé. Ce tarificateur utilise le modèle « Coût x Fréquence », approche traditionnellement utilisée en santé. Ce dernier fournit également des coefficients correcteurs afin d'obtenir une segmentation par sexe, âge, et catégorie socio-professionnelle. Or, la réglementation actuelle impose aux outils du marché d'être en capacité de tarifer un contrat avec la réforme du 100 % Santé. C'est donc dans un tel cadre que l'optimisation de la méthode de tarification de l'outil constitue, tout comme la mise à jour réglementaire, un objectif du mémoire. Ainsi, deux méthodes de tarification seront testées et analysées afin d'optimiser celle de l'outil interne. Ce mémoire aboutira finalement sur la création d'un nouvel outil adapté à la réforme du 100 % Santé.

La première partie de ce mémoire présentera le fonctionnement du système de santé français. Elle détaillera d'une part l'assurance maladie obligatoire, et d'autre part, la complémentaire santé, parfois facultative, parfois obligatoire. La réforme du 100 % Santé sera également introduite.

La deuxième partie sera consacrée à la présentation des données ayant servi à l'élaboration de ce mémoire. Le nettoyage des données et les retraitements apportés seront tout d'abord mentionnés. Puis, cette partie présentera une analyse statistique des données permettant d'analyser la consommation des bénéficiaires selon plusieurs variables.

Les notions théoriques feront l'objet de la troisième partie. Le concept de la tarification en santé sera tout d'abord défini avant de présenter théoriquement deux méthodes de tarification testées dans ce mémoire. L'application et les résultats de ces modèles seront développés dans la quatrième partie de ce mémoire.

Finalement, la cinquième et dernière partie présentera l'outil de tarification santé et son adaptation, en termes de pilotage, à la réforme du 100 % Santé.

# Chapitre 1

# Le système de santé en France

En France, la protection sociale permet de couvrir les pertes de revenus ou les hausses des dépenses des individus, occasionnées par les risques sociaux (vieillesse, maladie, invalidité, charges de famille, etc.). La protection sociale se compose de plusieurs niveaux : un régime de base avec la Sécurité sociale et des régimes dits complémentaires.

## 1.1 La Sécurité sociale

### 1.1.1 Présentation globale

Le premier niveau de protection sociale en santé est assuré par la Sécurité sociale, créée en 1945.

La Sécurité sociale est composée de trois types de régimes et cinq branches.
Chaque assuré est affilié à un régime selon sa profession :

- le régime général pour les salariés et les indépendants. (Depuis le $1^{er}$ Janvier 2008, le Régime Social des Indépendants RSI a été supprimé et rattaché au régime général) ;
- la Mutualité Sociale Agricole (MSA) pour les agriculteurs et salariés agricoles ;
- les régimes spéciaux (SNCF, militaires...).

Les différentes branches sont :

- Maladie : maladies, maternité, invalidité, décès ;
- Accidents du travail et maladies professionnelles ATMP ;
- Famille ;
- Retraite ;
- Cotisations/Recouvrement : collecte les cotisations et contributions sociales pour les redistribuer aux autres branches.

Ce mémoire abordera la branche Maladie de la Sécurité sociale.

Au sein du régime général, les branches Maladie et ATMP sont couvertes par l'assurance maladie, la branche Famille par la CNAF (Caisse Nationale des Allocations Familiales), la retraite par l'assurance retraite et la branche Cotisations/Recouvrement par l'Urssaf.

### 1.1.2 Les comptes de la Sécurité sociale

#### 1.1.2.1 Les sources de financements

Le budget de la Sécurité sociale est encadré par la loi de « financement de la Sécurité sociale » (LFSS). Ses ressources se composent principalement de trois éléments :

— **Les cotisations sociales**
Les cotisations sociales représentaient 56 % des ressources totales en 2017. Ce sont des versements obligatoires effectués par les employeurs, les salariés et les non-salariés.

— **La CSG**
La Contribution Sociale Généralisée représente 24 % des ressources. Elle s'applique sur différents revenus comme le salaire, les retraites, les allocations chômage et également sur le patrimoine. Elle est prélevée à la source sur les revenus hormis les allocations. Le taux appliqué dépend du type de revenu (salaire ou revenu du patrimoine) et de la situation de l'assuré (actif, retraité, chômeur...).

— **Les impôts, taxes et autres contributions sociales**

La répartition du financement de la Sécurité sociale est en évolution. En effet, il y a une diminution des cotisation sociales (qui restent quand même la principale source de financement), et une augmentation de la CSG. Ceci découle de l'idée de financer la Sécurité sociale uniquement par les revenus d'activités et du patrimoine.

En 2017, le régime général de la Sécurité sociale auquel environ 80 % de la population est affiliée, a obtenu 377,7 milliards d'euros avec ses différentes sources de financement.

#### 1.1.2.2 Les dépenses

Les dépenses, quant à elles ont représenté 381,6 milliards d'euros en 2017 pour le régime général. Ces dernières ont augmenté depuis les vingt dernières années plus rapidement que les financements. Ceci est en partie dû à l'augmentation de l'espérance de vie et l'amélioration des prestations. En revanche, la répartition des dépenses entre les différentes branches (Maladie, Famille, Retraite et ATMP) est restée constante. Les branches Maladie et Retraite représentent près de 90 % des dépenses de la Sécurité sociale.

#### 1.1.2.3 Le déficit de la Sécurité sociale

Depuis plus de vingt ans, la question du déficit de la Sécurité sociale revient. En revanche, le déficit de la Sécurité sociale est aujourd'hui au plus bas depuis 2001. Bien qu'elle reste dans le rouge, ses chiffres se sont améliorés en 2018 mais restent légèrement moins bien que les chiffres annoncés par la loi de financement de la Sécurité sociale de 2017. En 2018, le déficit était de 1,2 milliards d'euros. Cependant, le rapport annuel de la commission des comptes de la Sécurité sociale (CCSS), publié le mardi 11 juin 2019, annonce que le déficit de la Sécurité sociale se creuse. D'ici la fin de l'année, il serait susceptible d'atteindre 1,7 à 4,4 milliards d'euros selon Le Monde.

Le déficit de la Sécurité sociale est un point sensible qui a motivé l'ensemble des réformes de l'assurance maladie. Citons quelques grandes réformes qui seront détaillées dans les parties 1.1.3 et 1.3 :

— La loi Douste-Blazy de 2004 pour le parcours de soin, le médecin traitant, la franchise de 1 euro et le DMP (dossier médical personnel) ;

— La loi de Marisol Touraine avec la généralisation du tiers payant, la lutte contre le tabagisme... ;

— La loi d'Agnès Buzyn sur le Reste à Charge 0.

### 1.1.3 Quelques réformes en santé

#### 1.1.3.1 Le parcours de soin

Le parcours de soin est un processus, qui, lorsqu'il est respecté, permet d'avoir un remboursement maximal (comme expliqué ci-dessus). Ce parcours consiste à déclarer un médecin traitant à partir de 16 ans et de le consulter en priorité. De plus, ce médecin traitant doit aussi être consulté avant toute consultation chez un spécialiste (hormis les spécialistes en accès direct tels que le gynécologue, ophtalmologue, psychiatre, neuro-psychiatre...).

Ainsi, si le parcours de soin est respecté, le taux de remboursement de la Sécurité sociale sera de 70 % (pour de nombreux actes). Dans le cas contraire, il est abaissé à 30 %.

#### 1.1.3.2 La participation forfaitaire

Une participation forfaitaire de 1 € est demandée à toute personne de plus de 18 ans pour :

— une consultation par un médecin généraliste ou spécialiste, ayant lieu au cabinet, au domicile du patient, aux urgences ou à l'hôpital, que le parcours de soin ait été respecté ou non ;

— des examens de radiologie ;

— des analyses de biologie médicale.

Cependant, la participation forfaitaire n'est pas demandée par le chirurgien-dentiste, la sage-femme, l'infirmier, le masseur-kinésithérapeute, l'orthophoniste, l'orthoptiste, ni pour des actes concernant le dépistage du cancer du sein.

De plus, certaines personnes ne sont pas concernées par la participation forfaitaire. C'est le cas des femmes enceintes à partir du $1^{er}$ jour du sixième mois de grossesse et jusqu'au $12^{e}$ jour suivant la date de l'accouchement, des bénéficiaires de la couverture maladie universelle complémentaire (CMU-C), de l'aide au paiement d'une complémentaire santé (ACS) ou de l'aide médicale de l'État (AME).

Le paiement de la participation forfaitaire se fait via la déduction de 1 € dans le remboursement de la Sécurité sociale lorsque le patient ne bénéficie pas du tiers payant. À noter que la participation n'est pas remboursée par les complémentaires dans le cadre du contrat responsable. Dans le cas contraire, si le patient bénéficie du tiers payant, alors la participation forfaitaire sera déduite d'un remboursement ultérieur concernant l'assuré même ou un ayant droit.

#### 1.1.3.3 La franchise médicale

La franchise médicale concerne les boites de médicaments, les actes paramédicaux et les transports en taxi conventionné, en véhicule sanitaire léger (VSL) et en ambulance. Elle ne concerne ni les transports en véhicule personnel, ni les transports en commun, ni les transports d'urgence. Le montant est déduit du remboursement de la caisse primaire d'assurance maladie. Il est égal à 0,50 € pour les médicaments et pour les actes paramédicaux et 2 € par transport sanitaire. À l'année, la somme de toutes les franchises ne peut pas excéder 50 €. La franchise possède également un plafond journalier de 2 € pour les actes paramédicaux et de 4 € pour les transports. Comme pour la participation forfaitaire, certaines personnes ne sont pas concernées. Il s'agit des personnes de moins de 18 ans, des bénéficiaires de la couverture maladie universelle complémentaire (CMUC), de l'aide au paiement d'une complémentaire santé (ACS) ou de l'aide médicale de l'État (AME), des femmes enceintes à partir du $1^{er}$ jour du sixième mois de grossesse et jusqu'au $12^{e}$ jour après l'accouchement, et des filles ayant entre 15 et 18 ans pour la contraception y compris la contraception d'urgence.

### 1.1.4 Une couverture santé pour tous ?

#### 1.1.4.1 La PUMA

Jusqu'au 31 décembre 2015, pour bénéficier de l'Assurance Maladie, il fallait remplir certaines conditions. Un salarié devait avoir travaillé une durée minimale, une personne sans emploi pouvait soit être rattachée à un assuré et devenir « ayant droit », ou alors elle pouvait demander chaque année la CMU (Couverture Maladie Universelle).

Ces règles nécessitaient d'avoir à effectuer un certain nombre de démarches administratives pouvant, éventuellement, causer des ruptures de droits lors de changements de situation professionnelle ou familiale.

Ainsi, c'est en 2016 que la PUMA (Protection Universelle Maladie) est entrée en

vigueur afin de remplacer la CMU. Avec ce nouveau dispositif, un salarié n'a plus à justifier une période minimale de travail. Une personne non-salariée peut en bénéficier si elle réside en France de manière stable et régulière (plus de 3 mois sans interruption).

La PUMA permet une prise en charge des frais de santé sans rupture de droits en cas de changement de situation professionnelle (perte d'emploi...), familiale (séparation...) ou de résidence.

#### 1.1.4.2 La CMU-C et l'ACS

La CMU-C et l'ACS sont deux dispositifs permettant aux plus modestes de bénéficier d'une complémentaire santé. La couverture maladie universelle complémentaire CMU-C a été créée en 2000 et est attribuée gratuitement sous condition de ressources. L'aide à la complémentaire santé ACS, créée en 2005 est une aide pour le paiement d'une complémentaire santé également attribuée sous condition de ressources. Le montant de l'aide dépend de l'âge de l'assuré. À partir du $1^{er}$ novembre 2019, ces deux aides seront fusionnées en une seule.

### 1.1.5 Le mécanisme de remboursement en santé

Le remboursement de la Sécurité sociale tient compte de deux éléments :

— La **base de remboursement BR** : montant fixé par la Sécurité sociale ;

— Le **taux de remboursement TR** : pourcentage de la base de remboursement.

Pour chaque acte médical, la Sécurité sociale va rembourser à l'assuré un montant égal au taux de remboursement appliqué à la base de remboursement. Ces éléments varient en fonction de chaque acte. Le tableau ci-dessous présente les bases et taux de remboursement pour quelques actes pris en exemple.

| Prestation | BR | TR | Montant remboursé | Prix pratiqué |
|---|---|---|---|---|
| Médecin généraliste | 25 € | 70 % | 16,5 € | 25 € |
| Ophtalmologue | 28 € | 70 % | 18,60 € | 28 € |
| Monture de lunettes | 2,84 € | 60 % | 1,7 € | 278 € |
| Verres simples de lunettes | 2,29 € | 60 % | 1,37 € | |
| Prothèse dentaire (Couronne) | 107.50 € | 70 % | 75,25 € | 300 € à 900 € |

TABLE 1.1 – Exemples de remboursement par la Sécurité sociale

Ces exemples permettent de remarquer que les consultations sont bien remboursées, contrairement à l'optique et au dentaire par exemple. La réforme du 100 % Santé, présentée dans la partie 1.3, prévoit de réformer les bases de remboursement et les plafonds limites de vente de ces actes afin que les assurés puissent bénéficier d'un remboursement intégral.

La différence entre la base de remboursement et le remboursement effectué par la Sécurité sociale s'appelle le **ticket modérateur**.

De plus, il s'avère que le **coût réel** de l'acte médical peut être supérieur à la base de remboursement : ce sont les **dépassements d'honoraire**.

Le remboursement de la complémentaire intervient sur le ticket modérateur et éventuellement sur les dépassements d'honoraire.

La différence entre les frais réels et les remboursements (Sécurité sociale et complémentaire) est appelée le **reste à charge**. Le reste à charge comprend une participation forfaitaire de 1 € pour certains actes médicaux. (La notion de participation forfaitaire est explicitée dans la partie 1.1.3.2).

Ces différentes notions sont représentées dans la figure 1.1 ci-dessous.

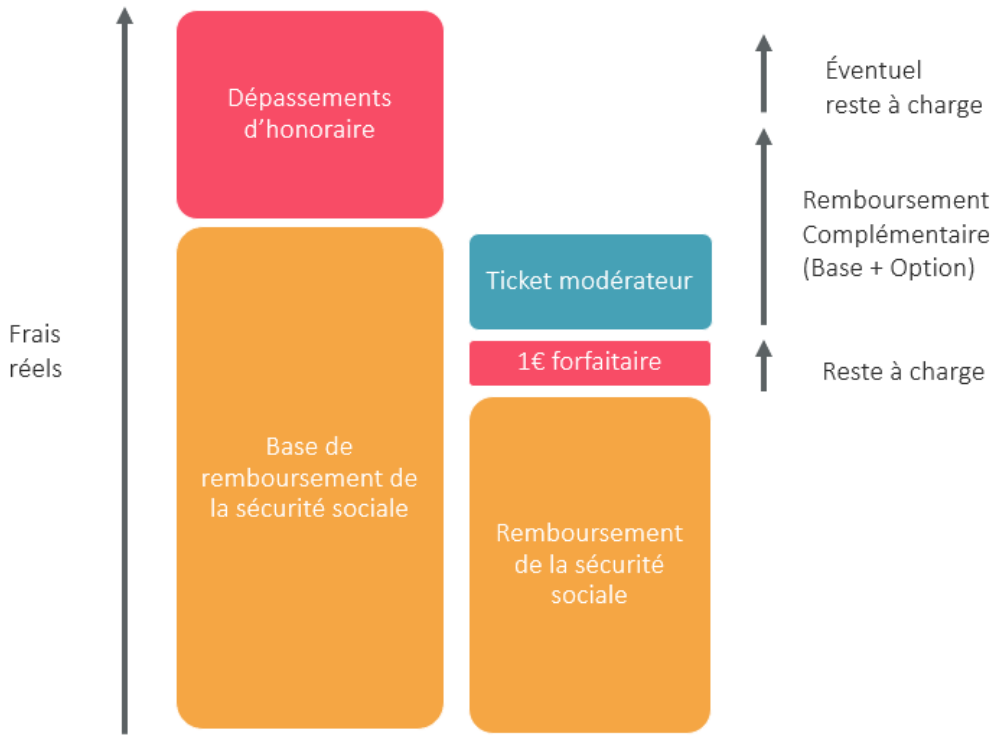



FIGURE 1.1 – Décomposition d'un remboursement

Prenons l'exemple d'une consultation chez un médecin généraliste. La base de remboursement est fixée à 25 € et le taux de remboursement à 70 % (si le médecin est le médecin traitant). Ainsi, le patient recevra un remboursement de 25 € $\times$ 70 % $-$ 1 €

soit 16,50 € par la Sécurité sociale.

Si la consultation lui a coûté 25 €, alors 8,50 € resteront à sa charge. En revanche, si le médecin pratique des dépassements d'honoraire et facture sa consultation à 28 € , alors le patient devra débourser 11,50 €.

Ainsi, chaque individu a la possibilité de souscrire à un régime complémentaire pour compléter le remboursement de la Sécurité sociale et diminuer son reste à charge, dans la limite des dépenses réelles de l'assuré.

Précisons également que certains actes, comme la médecine douce (ostéopathie, acupuncture, diététicien...), ne sont pas remboursés par la Sécurité sociale.

## 1.2 Le régime complémentaire

### 1.2.1 Présentation

Le régime complémentaire permet de compléter le remboursement des frais médicaux effectué par la Sécurité sociale, afin de diminuer la partie restant à charge de l'assuré.

#### 1.2.1.1 Les principaux acteurs

Trois principaux types d'acteurs détiennent le marché. Il s'agit des mutuelles, des sociétés d'assurance et des institutions de prévoyance.

— **Les sociétés d'assurance :**
Les sociétés d'assurance sont toutes régies par le code des assurances. Il existe deux types de société d'assurance : les sociétés anonymes (SA), et les sociétés d'assurance mutuelle (SAM) ou les sociétés mutuelles d'assurance (SMA). Les sociétés anonymes ont pour but de faire du profit en commercialisant leurs différents produits d'assurance afin de les reverser à leurs actionnaires. Elle dispose donc d'un capital social (dont un minimum est nécessaire en garantie). En revanche, les sociétés d'assurance mutuelle (SAM) et les sociétés mutuelles d'assurance (SMA) qui sont elles aussi régies par le Code des assurances, ne sont pas dotées d'un capital social. Ainsi, n'ayant pas d'actionnaires à rémunérer, ces sociétés sont à but non lucratif.

— **Les mutuelles :**
Les mutuelles sont des sociétés régies par le Code de la mutualité, à but non lucratif, et où les assurés sont sociétaires. Ainsi, elles reposent sur une solidarité financière entre les membres. Les fonds proviennent des cotisations des assurés.

— **Les institutions de prévoyance :**
Les institutions de prévoyance sont des sociétés régies par le Code de la Sécurité sociale, paritaires, et à but non lucratif.

En France, le marché de l'assurance santé est majoritairement détenu par les mutuelles.

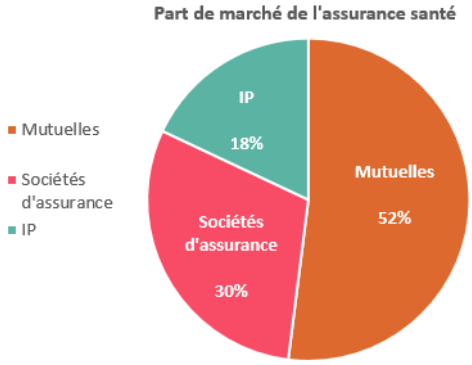



FIGURE 1.2 – Répartition du marché de l'assurance santé entre ses différents acteurs

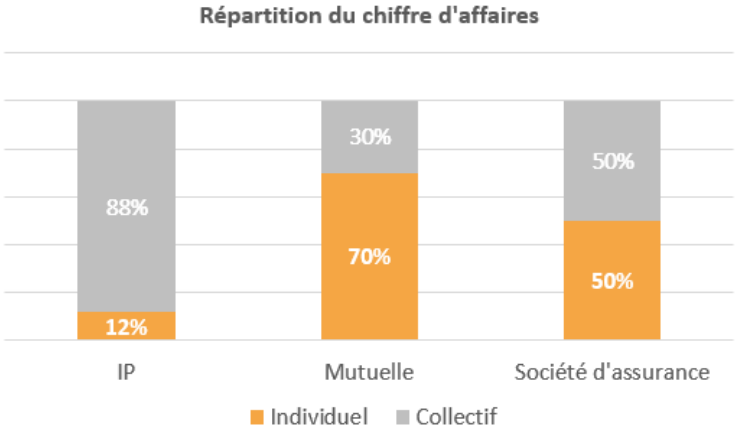



FIGURE 1.3 – Répartition du marché collectif et individuel des différents acteurs

#### 1.2.1.2 Les garanties

Les organismes complémentaires proposent différents niveaux de garantie qui peuvent être regroupés de la façon suivante :

— **Entrée de gamme :** Remboursements définis par le contrat responsable, ne prend donc pas en charge les dépassements d'honoraire.

— **Milieu de gamme** : Rembourse le ticket modérateur, une partie des dépassements d'honoraire, et couvre la plupart des dépenses peu remboursées par la Sécurité sociale comme l'optique et le dentaire.

— **Haut de gamme** : Prend en charge une grande partie des dépassements d'honoraire, rembourse les prestations comme l'optique et le dentaire mais également les actes de médecine douce, tout en respectant les clauses du contrat responsable.

— **Non responsable** : Certains contrats peuvent proposer une option non responsable. Ainsi, les plafonds de remboursements n'étant plus respectés, les garanties sont plus importantes.

#### 1.2.1.3 Les types de contrats

Il existe des contrats individuels, des contrats collectifs obligatoires et imposés par l'ANI et des contrats collectifs facultatifs souscrits par l'entreprise dont l'adhésion par le salarié est facultative. Les contrats individuels concernent les étudiants, les fonctionnaires, les chômeurs, les retraités et les indépendants. Ils concernent également les salariés du privé qui veulent compléter leur contrat collectif avec une surcomplémentaire individuelle. Les contrats collectifs obligatoires seront abordés dans la partie suivante. Les contrats collectifs à adhésion facultative correspondent à des surcomplémentaires proposées par l'employeur. Le salarié peut donc compléter les garanties proposées par le contrat à adhésion obligatoire.

### 1.2.2 Critères d'exonération de charges sociales et déductions fiscales

Pour bénéficier d'exonération de charges sociales et fiscales, les régimes complémentaires de santé doivent respecter un certain nombre de critères.

#### 1.2.2.1 Caractère obligatoire

Suite à l'accord national interprofessionnel (ANI) du 11 janvier 2013 et à l'article L. 911-7 du Code de la Sécurité sociale, tout employeur du secteur privé, entreprise et association, a l'obligation de proposer une couverture complémentaire santé collective à ses salariés, en complément des garanties de base d'assurance maladie de la Sécurité sociale.

L'adhésion des salariés doit être obligatoire. Cependant, certains motifs peuvent permettre au salarié de prétendre à une dispense. Il s'agit notamment des bénéficiaires de la CMU-C, des bénéficiaires d'une assurance individuelle frais de santé au moment de la mise en place des garanties, des bénéficiaires d'une complémentaire santé gratuite offerte par une autre entreprise.

#### 1.2.2.2 Caractère collectif

Le régime a l'obligation d'être collectif. Ainsi, il doit couvrir l'ensemble des salariés. Il est possible que la garantie couvre une catégorie de salariés à condition que celle-ci soit jugée « objective » comme par exemple les catégories cadre et non-cadre. La garantie peut également couvrir la famille de l'assuré.

#### 1.2.2.3 Mise en place du régime collectif

Il existe trois moyens de mise en place du régime collectif :

— Accord collectif : Il est issu d'une négociation entre les représentants des salariés et l'employeur. L'accord collectif peut aussi découler d'une convention collective.

— Décision unilatérale de l'employeur : C'est une décision rédigée par l'employeur uniquement, sans négociation avec les syndicats des salariés. Il doit informer les salariés des garanties prévues, des cotisations, du pourcentage de la participation employeur, de l'organisme assureur...

— Par référendum : L'employeur doit donner à ses salariés un exemplaire de son projet. Celui-ci doit définir les garanties prévues, les cotisations, le pourcentage de la participation employeur, l'organisme assureur... L'accord est obtenu à la majorité.

#### 1.2.2.4 Financement de la cotisation

L'employeur a l'obligation de financer la cotisation du salarié au minimum à 50 %. Remarquons que dans le cas d'une garantie famille, l'employeur a uniquement l'obligation de financer 50 % de la part de la cotisation du salarié et non de la cotisation totale de la famille.

Les prestations sont versées par un organisme assureur comme une compagnie d'assurance, une mutuelle ou un institut de prévoyance.

### 1.2.3 Exemples de remboursement

Les remboursements peuvent s'exprimer en pourcentage de la base de remboursement, en pourcentage des frais réels, en pourcentage du ticket modérateur, en pourcentage du remboursement de la Sécurité sociale, ou encore en forfait en euros. La garantie peut également s'exprimer « remboursement de la Sécurité sociale inclus », ou « en complément du remboursement de la Sécurité sociale ».

Reprenons l'exemple précédent : Soit une consultation chez un médecin généraliste à 28 €, dont la BR est de 25 € et le TR de 70 %. La Sécurité sociale rembourse alors 16,50 € (consultation soumise à la participation forfaitaire de 1 €).

Si la garantie de la complémentaire indique « 100 % BR y compris la Sécurité sociale », alors elle remboursera (la participation forfaitaire reste toujours à charge de

l'assuré) :

$$100\ \% \times 25\ € - 16,50\ € - 1\ € = 7,50\ €$$

Si la garantie de la complémentaire indique « 200 % BR en plus de la Sécurité sociale », alors elle remboursera :

$$min(28\ € - 16,50\ € - 1\ €\ ; 200\ \% \times 25\ €) = 10,50\ €$$

Notons également que certaines garanties peuvent prévoir des plafonds. Ces derniers peuvent s'exprimer en nombre d'acte ou en montant en € (par semestre ou par année). Par exemple, un contrat peut prévoir un plafond de remboursement de 2 000 € en dentaire à l'année pour un bénéficiaire, un remboursement maximal de 30 € par séance de médecine douce dans la limite de trois consultations par an par bénéficiaire.

### 1.2.4 Les contraintes légales et réglementaires

Quelques contraintes légales et réglementaires viennent encadrer le régime complémentaire :

#### Loi Evin

L'article Article 4 de la loi n°89-1009 du 31 Décembre 1989 indique le maintien des garanties santé des contrats collectifs obligatoires pour les anciens salariés d'une entreprise. Le décret du 23 mars 2017 précise que la cotisation due par l'ancien salarié est égale à la cotisation des salariés actifs pour la première année, ne peut pas excéder 25 % de la cotisation des actifs la seconde année, et 50 % pour la troisième année.

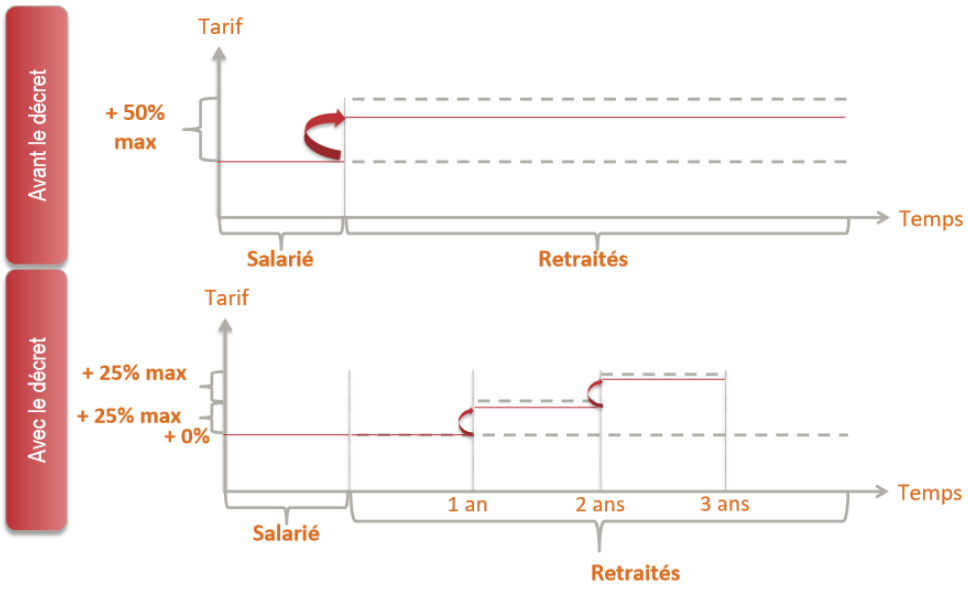



FIGURE 1.4 – Loi Evin

### La portabilité

L'Accord National Interprofessionnel du 11 janvier 2008 permet à un salarié qui quitte son entreprise de bénéficier du maintien de ses garanties santé. Le maintien des garanties se fait à titre gratuit.

L'Accord National Interprofessionnel du 11 janvier 2013 permet de bénéficier du maintien de garantie pendant une durée égale à la durée passée dans l'entreprise dans un maximum de 12 mois. De plus, l'accord impose un financement par mutualisation, c'est-à-dire que le coût de cette portabilité a été réparti sur l'ensemble des salariés de l'entreprise.

Pour pouvoir bénéficier de la portabilité, quelques conditions sont à remplir :

— être victime d'un licenciement (hors faute lourde) ;
— avoir droit à l'assurance chômage ;
— avoir travaillé au moins un mois entier dans l'entreprise ;
— avoir souscrit à la complémentaire santé de l'entreprise.

### Gender Directive

La Gender Directive est un arrêté pris par la Cour de Justice Européenne et mis en application en décembre 2012 qui interdit de proposer un tarif différent pour les hommes et pour les femmes. Il est cependant possible de calculer une prime en fonction du genre puis utiliser la répartition homme/femme du portefeuille afin d'obtenir une prime égale pour les hommes et les femmes.

### Panier de soin minimum

L'accord national interprofessionnel précise les garanties minimums que doit proposer le contrat. Le ticket modérateur et le forfait journalier sont obligatoirement remboursés. De plus, le panier de soin minimum oblige :

— un remboursement fixé à 125 % de la BR y compris SS pour certains soins dentaires ;
— des planchers de remboursements à respecter sur le poste Optique :
  — monture + 2 verres simples : 100 € minimum ;
  — monture + 1 verre simple + 1 verre complexe ou hypercomplexe : 150 € minimum ;
  — monture + 2 verres complexes ou hypercomplexes : 200 € minimum.

### Contrat solidaire

Pour être solidaire, un contrat ne doit pas prendre en compte l'état de santé de l'assuré. Ainsi, les primes ne doivent pas dépendre des antécédents médicaux.

**Contrat responsable**

Le contrat responsable est un ensemble de règles que doit respecter un contrat de complémentaire santé afin de sensibiliser l'assuré à ne pas abuser de ses garanties santé. Pour ce faire, le contrat responsable est réglementé par des garanties à la fois minimales mais surtout maximales. Pour les soins de ville (consultation, pharmacie...), un contrat responsable doit rembourser la totalité du ticket modérateur et la totalité du forfait journalier hospitalier quelle que soit la durée de l'hospitalisation. Les dépassements d'honoraire peuvent être pris en charge dans la limite de 100 % de la base de remboursement pour les médecins non adhérents à l'OPTAM [1], et sans limite pour les médecins adhérants à l'OPTAM. De plus, la différence de prise en charge entre OPTAM et non OPTAM doit au moins être égale à 20 % de la base de remboursement. Pour l'optique, le contrat responsable prévoit des planchers et des plafonds de remboursement. En revanche, il ne doit pas rembourser la participation forfaitaire de 1 €, la franchise sur les médicaments, et les dépassements d'honoraire si le parcours de soin n'a pas été respecté.

Ainsi, un assureur a le choix de proposer des contrats totalement responsables, des contrats non responsables, ou des contrats responsables avec une option non responsable. Si le contrat est totalement responsable, alors la taxe de solidarité additionnelle (TSA) sera de 13,27 % contre 20,27 % pour un contrat non responsable. Si le contrat est responsable avec une partie non responsable, seule la partie non responsable sera taxée à 20,27 % (le reste étant taxé à 13,27 %).

**La résiliation infra-annuelle**

Définitivement adoptée en juillet 2019, la loi sur la résiliation infra-annuelle permettra aux assurés ayant un contrat individuel de résilier facilement leur contrat santé à tout moment de l'année après le premier anniversaire du contrat. L'objectif de cette loi est de donner plus de flexibilité aux assurés et leur permettre de faire jouer la concurrence. Ceci est déjà le cas pour l'assurance auto, habitation, emprunteur... Jusqu'à aujourd'hui, pour résilier un contrat santé, l'assuré devait envoyer une lettre recommandée deux mois avant la date anniversaire. Cette procédure ne sera donc plus nécessaire après l'entrée en vigueur de la loi, prévue en 2020.

## 1.3 Réforme du 100 % Santé

La réforme du « 100 % Santé » (ou anciennement « Reste à charge 0 »), est un souhait d'Emmanuel Macron dont le but est d'offrir à tous des soins remboursés à 100 % dans les domaines de l'optique, le dentaire et l'audiologie. La mise en place de la réforme a commencé le $1^{er}$ Janvier 2019 et va se déployer tout au long des trois prochaines années,

1. OPTAM : Option pratique tarifaire maîtrisée visant à limiter les dépassements d'honoraire

afin de parvenir à un remboursement total en 2021 des soins de ces trois domaines. Ces derniers sont des secteurs de la santé qui sont aujourd'hui peu remboursés, ce qui laisse certains ménages dans l'impossibilité de se soigner. En effet, les prix sont fixés librement et ne correspondent pas toujours aux bases de remboursement fixées par la Sécurité sociale. Pour ce faire, les complémentaires santé seront dans l'obligation de proposer un panier appelé « 100 % Santé », comprenant des équipements de qualité sans reste à charge pour l'assuré.

**L'optique**

En optique, l'opticien aura l'obligation de proposer des équipements faisant partie du panier 100 % Santé appelé « Classe A », mais pourra aussi proposer des équipements avec des tarifs libres : « Classe B ».

Si l'assuré choisi le panier 100 % Santé, les montures seront vendues à un prix maximum de 30 €. Chaque opticien devra présenter à ses clients 17 modèles adulte et 10 modèles enfant ; chaque modèle en deux coloris différents. Concernant les verres, ils devront être traités contre les reflets, les rayures et devront être amincis en fonction du besoin. Ainsi, en prenant un équipement monture + verres du panier 100 % Santé, l'assuré aura un reste à charge nul.

Si l'assuré souhaite un choix plus large ou d'une meilleure qualité, il peut décider de prendre un équipement de la Classe B. Cependant, le contrat responsable a revu les plafonds de remboursement. Le remboursement de la complémentaire pour la monture sera plafonné à 100 € y compris Sécurité sociale contre 150 € en plus de la Sécurité sociale aujourd'hui. De plus, la base de remboursement des verres baissera à 0,05 €.

Cependant, un panachage sera possible : prendre des verres de Classe A et une monture de Classe B, ou inversement.

Ainsi, en 2020, le panier « 100 % Santé » sera garanti en optique.

Un autre volet de la réforme 100 % Santé est la prévention. Des consultations de contrôle destinées aux jeunes de 8-9 ans, 11-13 ans et 15-16 ans seront donc pris en charge à 100 %. Aujourd'hui, seuls les enfants de moins de 6 ans sont concernés par ces contrôles.

**L'audiologie**

En audiologie, les équipements seront regroupés en deux classes :

— Classe 1 : 100 % Santé

— Classe 2 : Prix libres

Plusieurs modifications vont être apportées par la réforme :

— la base de remboursement évoluera tous les ans : 200 € avant la réforme, 300 € en 2019, 350 € en 2020 et 400 € en 2021 ;
— un plafond limite de vente va être instauré pour le panier 100 % Santé : 1400 € pour les moins de 20 ans dès 2019, et 950 € pour les plus de 20 ans d'ici 2021 ;
— le contrat responsable imposera un plafond de remboursement de 1700 € SS incluse (pour le panier libre) à partir de janvier 2021.

La durée minimale avant un renouvellement pris en charge par la Sécurité sociale et le régime complémentaire est de 4 ans.

Ainsi, le panier « 100 % Santé » pour les aides auditives sera effectif en 2021.

Concernant la prévention, des consultations pour effectuer un bilan auditif s'effectueront aux mêmes âges que pour l'optique.

**Le dentaire**

Les prothèses dentaires seront classées en trois paniers :
— Panier 1 : 100 % Santé
— Panier 2 : Tarifs modérés
— Panier 3 : Tarifs libres

Dès 2019, les bases de remboursement sont augmentées et des prix limites de vente seront imposés progressivement jusqu'en 2021 (pour les paniers 1 et 2). En 2020, les couronnes, bridges et inlay cores seront sans reste charge, puis en 2021, toutes les prothèses dentaires seront concernées (pour le panier 100 % Santé uniquement).
Le panier 100 % Santé propose des prothèses fixes ou mobiles, dans différents matériaux, selon la localisation de la dent.
Les tarifs des soins conservateurs (traitement des caries par exemple) seront quant à eux progressivement augmentés.

Ainsi, en 2021, le « 100 % Santé » sera garanti pour tout le panier dentaire.

En ce qui concerne la prévention, en plus des examens dentaires pris en charge à 100 % pour les 6-24 ans, de nouveaux types de soins seront remboursés. Il s'agit par exemple de l'application de vernis fluorés pour certains enfants sujets aux caries.

# Chapitre 2

# Présentation des données

Ce mémoire repose sur l'utilisation d'une base de données d'un portefeuille collectif. Le chapitre suivant est alors consacré à la mise en forme et à l'analyse de ces données.

## 2.1 La base de données

Les assurés de la base de données sont des salariés d'un client d'Optimind. Plusieurs organismes assurent ou ont assuré ce client. Par soucis de confidentialité, ces différents assureurs seront nommés « assureur A », « assureur B », « assureur C », « assureur D » et « assureur E ». Chacun des assureurs a fourni une base de données d'effectifs et une base de données de prestations par trimestre pour chaque année. Les données disponibles couvrent une période allant de 2014 jusqu'au premier trimestre 2019, mais seules les données depuis 2016 seront utilisées dans l'étude. En effet, il s'agit de la date de mise en application du contrat responsable pour ce client.

### 2.1.1 La base d'effectifs

La base de données des effectifs comprend comme variables :

| Variable | Description |
|---|---|
| ID_BEN | Identifiant du bénéficiaire |
| TY_BEN | Type du bénéficiaire : A : Assuré, C : Conjoint, E : Enfant, D : Autre ayant droit |
| ID_ADH | Identifiant de l'adhérent principal (foyer) |
| ID_PERIM | Paramètres d'adhésion (détail ci-dessous) |
| DD_PERIM | Date de début d'adhésion |
| DF_PERIM | Date de fin d'adhésion |
| DN_BEN | Date de naissance |
| ID_GEN | Sexe |

Table 2.1 – Variables de la base d'effectifs

La variable ID_PERIM comporte elle-même plusieurs variables :

| Variable | Description |
|---|---|
| Régime | RG : Régime Général, RL : Régime Local |
| Qualité | ACT : Actif, ANI, LIC : Licencié |
| Collège/CSP | CAD : Cadre, TAM : ETAM (Employés, Techniciens, Agents de Maîtrise), OUV : Ouvrier |
| Type de garantie | Indicatrice de la nature d'option du remboursement (BS : règlement au titre d'une Base Seule, BO : Base de l'Option, SO : Option). |

TABLE 2.2 – Variables de la variable ID_PERIM

#### 2.1.1.1 Restructuration de la base

La base d'effectifs a été restructurée de façon à ce que chaque ligne représente un assuré sur une année. Pour ce faire, trois variables ont été rajoutées : « Année », « Âge », et « Exposition ». Ainsi, si un assuré est présent de 2016 à 2018, alors il sera présent sur 3 lignes différentes : une ligne 2016 avec son âge et son exposition en 2016, une ligne 2017 avec son âge et son exposition en 2017...

La nouvelle variable « Exposition » a été calculée à partir des dates de début et de fin d'adhésion. L'assuré qui est présent de 2016 à 2018 a donc une exposition par année de présence. L'exposition correspond à la proportion de l'année pendant laquelle l'assuré a été présent. Par exemple, si un assuré est présent de mars à décembre, soit 10 mois, alors son exposition est de 10/12. L'exposition est calculée au jour près, puis arrondie au centième. Après calcul de l'exposition, les variables DD_PERIM et DF_PERIM sont supprimées.

La base d'effectifs couvre une période de 2016 au premier trimestre 2019, mais seuls les assurés de 2016 à 2018 sont retenus. Ce choix fait référence à la cadence de règlement et est expliqué dans la partie 2.3.

#### 2.1.1.2 Correction des erreurs

De nombreux retraitements et corrections ont été apportés à la base d'effectifs. L'intégralité de cette démarche figure en Annexe A. Seul le retraitement fondamental est ici mentionné.

Ce retraitement se rapporte à un problème majeur : la date de naissance et le sexe ne sont pas renseignés pour les effectifs issus des bases de 2016, 2017, et 2018. Seule la base de 2019 renseigne ces deux variables, indispensables pour la suite de ce mémoire.

Parmi les 142 354 bénéficiaires différents entre 2016 et 2018, beaucoup se retrouvent dans la base de 2019 : leur date de naissance et leur sexe sont donc connus. Cependant, 56 348 bénéficiaires n'y sont pas. Ces bénéficiaires représentent une part trop importante

de la base d'effectifs (environ 40 %) et ne peuvent donc pas être supprimés. L'objectif est alors de retrouver la date de naissance et le sexe de ces assurés.

Or, la base d'effectifs de 2014 contenait à l'époque ces deux variables. Il s'agit alors de retrouver, grâce à la base de 2014, l'âge et le sexe des effectifs. La démarche qui a été suivie est détaillée dans l'annexe A.

Avec ce retraitement fondamental, il a été possible de retrouver 70 % des valeurs manquantes des variables âge et sexe.

Finalement, la base d'effectifs obtenue comporte 277 526 lignes, pour un horizon de temps de 2016 à 2018, correspondant à 125 438 bénéficiaires différents, soit 90 % de la totalité des bénéficiaires.

Après retraitement, les variables retenues sont donc :

| Variable | Description |
|---|---|
| ID_BEN | Identifiant du bénéficiaire |
| TY_BEN | Type du bénéficiaire. A : Assuré, C : Conjoint, E : Enfant, D : Ascendant ou autre ayant droit |
| ID_ADH | Identifiant de l'adhérent principal (foyer) |
| Regime | RG : Régime Général, RL : Régime Local |
| Année | Année de présence |
| Âge | Âge de l'assuré pour l'année correspondante |
| Exposition | Exposition de l'assuré sur l'année correspondante |
| ID_GEN | Sexe |

TABLE 2.3 – Variables retenues pour la base d'effectifs

### 2.1.2 La base des prestations

La base de données des prestations comprend comme variables :

| Variable | Description |
|---|---|
| ID_DEC | Identifiant du décompte |
| ID_BEN | Identifiant du bénéficiaire |
| TY_BEN | Type de bénéficiaire (A : Assuré, C : Conjoint, E : Enfant, D : Ascendant ou autre ayant droit) |
| ID_ADH | Identifiant de l'adhérent principal (foyer) |
| D_SURV | Date de survenance/soins du décompte |
| D_REGL | Date de règlement du décompte |
| COD_ACTE | Code acte du décompte |
| LIB_ACTE | Libellé de l'acte du décompte |

| | |
|---|---|
| ID_CAS | Indicatrice CAS [1] : 0 (n'adhérant pas au CAS) ou 1 (adhérant au CAS) |
| MT_FR | Frais réels de la dépense engagée |
| MT_SS | Remboursement SS de la dépense engagée |
| MT_RT | Remboursement tiers de la dépense engagée |
| MT_RC | Remboursement complémentaire de la dépense engagée |
| QTE | Quantité d'actes liée au décompte |
| MT_BR | Base de remboursement du régime obligatoire de la dépense engagée |
| TX_SS | Taux de prise en charge par le régime obligatoire de la dépense engagée |
| ID_OPT | Indicatrice de la nature d'option du remboursement (BS : règlement au titre d'une Base Seule, BO : Base de l'Option, SO : Option). |
| CAT | Numéro de catégories d'actes |
| LIBELCAT | Numéro et libellé de catégories d'actes |
| REGROUP | Numéro de grands postes d'actes |
| LIBELREG | Numéro et libellé de grands postes d'actes |
| REGIME | Régime du bénéficiaire : Régime général RG / régime local RL |
| QUALITE | Qualité du bénéficiaire ou de l'adhérent auquel il est rattaché : ACT (actif) ou ANI |
| POPU | Collège du bénéficiaire ou de l'adhérent auquel il est rattaché : Cadre, ETAM ou ouvrier |

TABLE 2.4 – Variables de la base des prestations

Chaque assureur fournit une base de prestations par trimestre. Les différents assureurs présents sont :

-En 2019 : Assureur A
-En 2018 : Assureurs A et B
-En 2017 : Assureurs A, B, C et D
-En 2016 : Trimestres 1 & 2 : Assureurs A, B, E ;
Trimestres 3 & 4 : Assureurs A, B, C et D.

Une fois que toutes les bases ont été fusionnées, seuls les sinistres survenus après 2016 sont conservés (date d'application du contrat responsable).

#### 2.1.2.1 Correction des erreurs

De nombreux retraitements et corrections ont également été apportés à la base de prestations. L'intégralité de cette démarche figure en Annexe B. Seuls les deux principaux retraitements sont expliqués dans cette partie.

Certaines lignes présentent des valeurs négatives pour les variables MT_RC (remboursement de la complémentaire), MT_FR (Frais réels) et QTE (nombre de fois où l'acte est consommé). Des montants négatifs peuvent correspondre à une erreur de saisie. Dans ce cas, il faut supprimer la ligne négative, mais également la ligne positive qui

1. CAS : Contrat d'Accès aux Soins signé par certains praticiens du secteur 2 qui pratiquent des dépassements limités. Le CAS est remplacé depuis 2017 par l'OPTAM

correspond à l'erreur.

De plus, une nouvelle variable a été introduite afin de détecter d'éventuelles erreurs. Il s'agit du reste à charge final qui est égal à : MT_FR - MT_SS - MT_RC - MT_RT. Les lignes présentant un reste à charge final négatif ont donc été corrigées ou supprimées. Le détail de cette démarche est expliquée dans l'annexe.

### 2.1.3 Fusion de la base des prestations et de la base des effectifs

La base des prestations et la base des effectifs sont ensuite fusionnées. Dans la base finale, en plus des variables initiales de la base des prestations (cf Table 2.4), chaque ligne comprend l'âge, le sexe et l'exposition du bénéficiaire concerné par la prestation. La base obtenue contient alors 9 524 000 lignes de prestations.

## 2.2 Mise à jour des données

Etant donné que l'étude s'effectue sur des prestations de 2016 à 2019, quelques mises à jour des données sont nécessaires. En effet, les bases de remboursement évoluent régulièrement :

- consultation médecin traitant : modification de 23 € en 25 € ;
- visite à domicile : 35 € au lieu de 33 € ;
- forfait hospitalier 20 € au lieu de 18 € ;
- forfait hospitalier en psychiatrie 15 € au lieu de 13,50 € ;
- participation forfaitaire pour les actes supérieurs à 120 € : 24 € au lieu de 18 € ;
- etc.

De plus, de nouveaux actes ont été créés. Il s'agit du nouveau forfait pédiatrique à 5 € en 2017, des consultations complexes (consultation de suivi et de prise en charge de l'obésité chez les enfants...) et très complexes (comme le suivi de l'enfant né grand-prématuré ou atteint d'une maladie congénitale grave) en 2017, mais également des différents paniers liés à la réforme du 100 % Santé, etc.

## 2.3 Cadencement

Le domaine de la santé est un secteur de l'assurance dans lequel la vitesse de règlement, aussi appelée cadence de règlement ou cadencement, est assez rapide, comparé au domaine de la prévoyance. La base de données permet d'observer que les prestations sont toutes réglées en quelques mois. Ainsi, tous les sinistres survenus en 2016 sont pris en compte dans la base de données puisque celle-ci se termine en mars 2019. Il en est de même pour les sinistres survenus en 2017 et 2018.

En revanche, les sinistres survenus pendant le premier trimestre 2019 ne sont pas tous présents dans la base de données. En effet, il peut s'agir de sinistres survenus mais non déclarés, ou des sinistres déclarés mais pas encore indemnisés. Par exemple, certains sinistres survenus en mars 2019 n'ont pas encore été déclarés ou alors n'ont pas encore

été réglés. Ainsi, les sinistres survenus en 2019 ne seront pas pris en compte. La base de données retenue couvre donc les sinistres survenus entre 2016 et 2018.

## 2.4 Caractéristiques du portefeuille

### 2.4.1 Analyse démographique

#### 2.4.1.1 Âge

La moyenne d'âge de toute la population est de 31 ans. La moyenne d'âge en prenant en compte uniquement les assurés principaux est de 42,7 ans, et la moyenne d'âge des conjoints est de 43,4 ans. La moyenne d'âge par CSP est indiquée dans le tableau ci-dessous. Quelque soit la catégorie socio-professionnelle des parents, la moyenne d'âge des enfants est sensiblement la même.

| | Cadres | ETAM | Ouvriers | Enfants |
|---|---|---|---|---|
| Moyenne d'âge | 42 ans | 43 ans | 44 ans | 11 ans |

TABLE 2.5 – Moyennes d'âge des assurés

L'histogramme permet clairement de remarquer qu'au delà de 62 ans, la base contient très peu d'assurés. En effet, ceci s'explique par le fait qu'il s'agit d'une complémentaire santé collective : il est donc question d'une population d'actifs (avec leur conjoint(e) et enfant(s)).

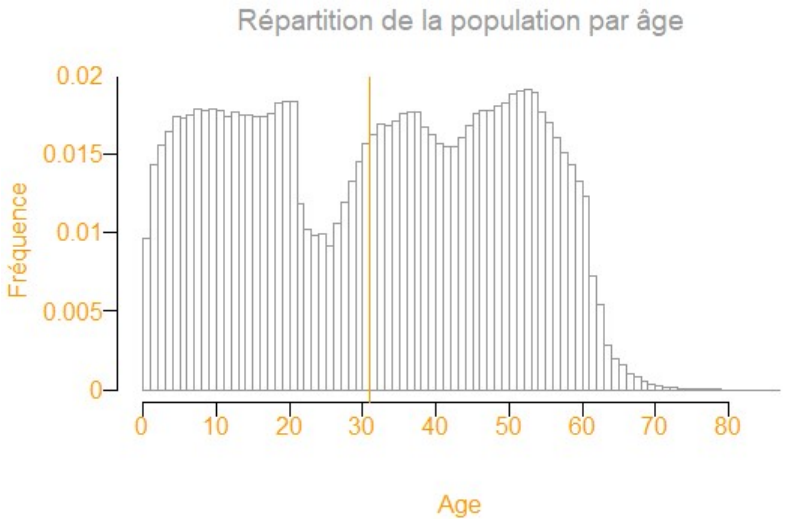



FIGURE 2.1 – Répartition de la population par âge

Cette étude met également en évidence qu'il y a moins d'effectifs entre 20 et 30 ans. En effet, les assurés principaux sont généralement plus âgés (premier quartile à 33

ans), et les enfants des assurés excèdent rarement 20 ans. En réalité, un enfant peut être rattaché à la complémentaire de ses parents jusqu'à 21 ans, ou 25 ans s'il s'agit d'un étudiant. (Cette limite d'âge peut varier selon la complémentaire).

En faisant l'étude uniquement sur les assurés principaux, la répartition des âges est la suivante :

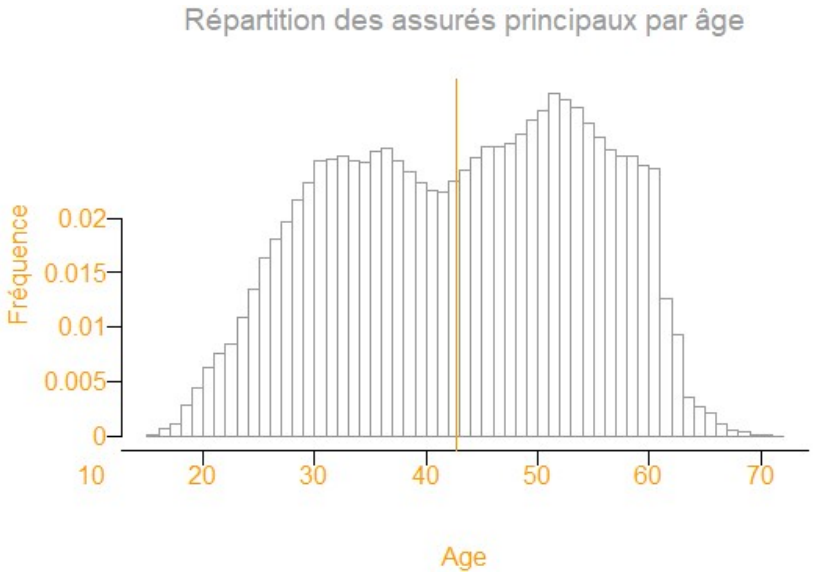



FIGURE 2.2 – Répartition des assurés principaux par âge

#### 2.4.1.2 Sexe

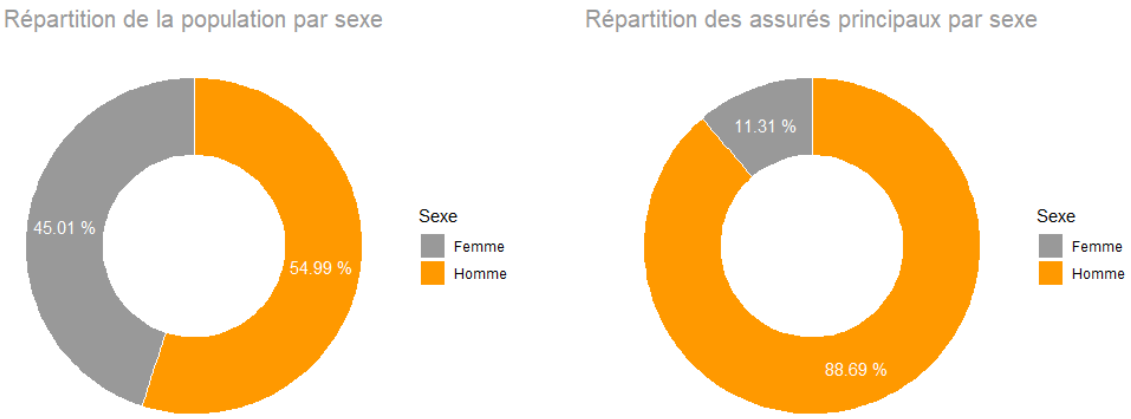
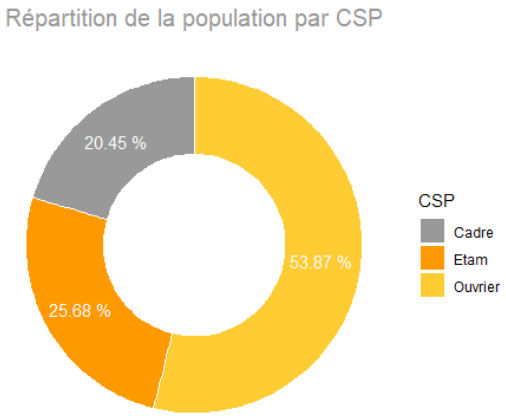



FIGURE 2.3 – Répartition Homme / Femme de la population

Le portefeuille d'assurés présente une répartition quasi uniforme entre les hommes et les femmes. Cependant, parmi les assurés principaux uniquement, les hommes représentent 88,69 % de la population. En effet, la population d'assurés principaux est issue d'un métier généralement exercé par les hommes. Ainsi, en prenant la population dans son intégralité, la parité est retrouvée avec les conjoint(e)s des assurés principaux.

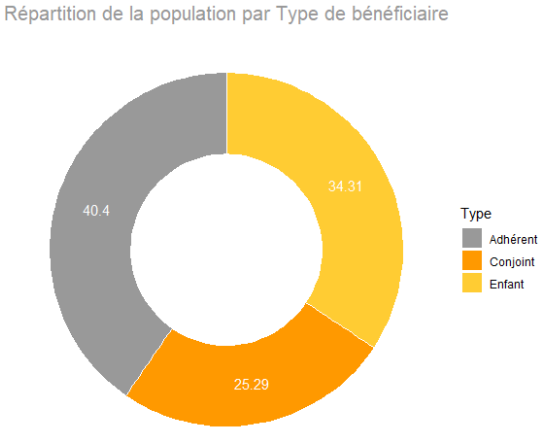
#### 2.4.1.3 CSP




De part la branche d'activité dans laquelle travaillent les assurés principaux, il s'avère cohérent que la moitié d'entre eux soit des ouvriers. La seconde moitié est équitablement représentée par les cadres et les ETAM.

FIGURE 2.4 – Répartition de la population par CSP

#### 2.4.1.4 Assurés et bénéficiaires




Les conjoints et les enfants représentent plus de 50 % de la population. Les assurés principaux rattachent donc en majorité au moins une personne à charge (un conjoint ou un enfant).

FIGURE 2.5 – Répartition de la population par Type de bénéficiaire

#### 2.4.1.5 Base ou Option

Plus de 40 % de la population a souscrit à l'option du contrat. Il s'agit d'une option à adhésion facultative, alors que la base est à adhésion obligatoire pour tous les assurés.

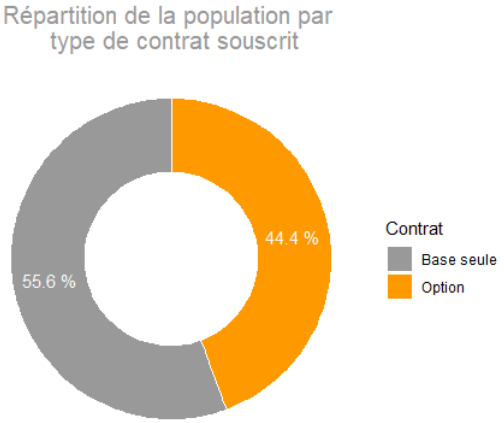
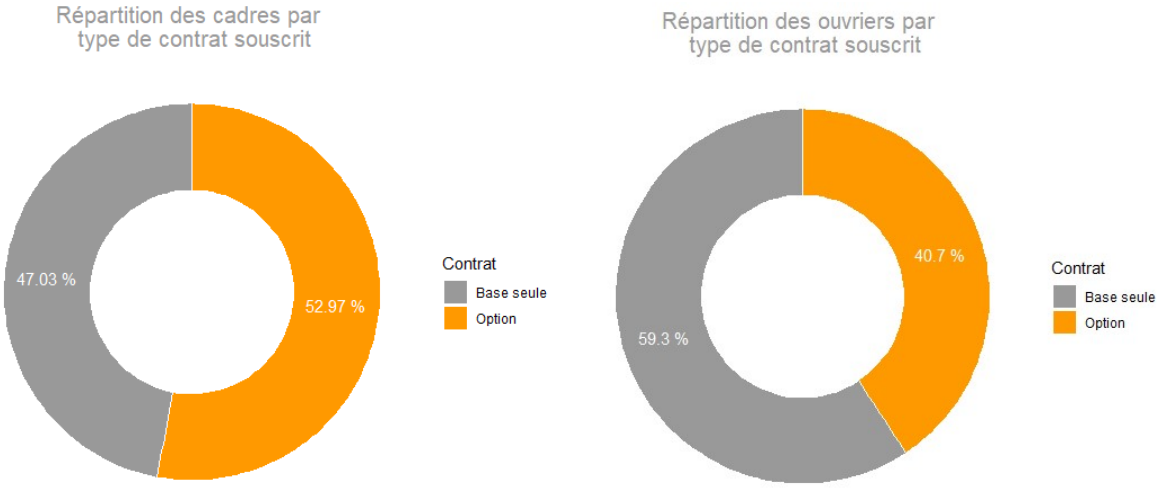



FIGURE 2.6 – Adhésion à l'option du contrat

Les graphiques suivants permettent d'observer, selon la CSP, si les assurés adhèrent à l'option. Parmi les cadres, plus de la moitié a souscrit à l'option. Inversement, moins de la moitié des ouvriers a souscrit à l'option facultative. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les personnes de classe ouvrière ont généralement un salaire moins élevé que celui des autres CSP.



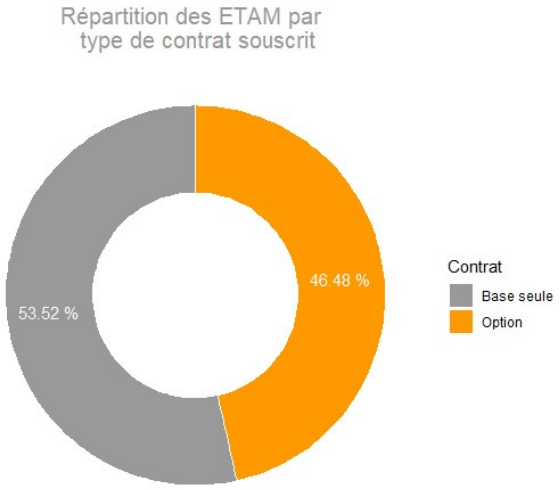



FIGURE 2.7 – Adhésion à l'option selon la CSP

La structure de cotisations diffère selon la garantie choisie. Le contrat de base est exprimé à partir d'une cotisation unique, tandis que l'option présente une cotisation Isolé/Duo/Famille.

### 2.4.2 Analyse de la sinistralité

Dans cette partie, le terme « Nombre d'acte » fera référence à la variable « Quantité » d'un acte, c'est-à-dire au nombre de fois où cet acte est consommé. Il s'agit donc d'un seul acte.

#### 2.4.2.1 Sinistres par grand poste

En termes de nombre d'acte, le poste Pharmacie est celui qui est le plus consommé. En effet, sur 100 actes consommés, 63 sont des actes du poste Pharmacie. Ainsi, ce poste représente près de 60 % des sinistres (en nombre de fois où l'acte est consommé).

Au contraire, le poste Optique est le poste le moins consommé (toujours en nombre d'acte). Il représente un tout petit peu plus de 2 % du nombre de sinistres total.

Cette différence s'explique par le fait que le poste Optique est très peu remboursé par la Sécurité sociale (illustration à la Figure 2.11). De plus, en Optique, les remboursements sont limités à un équipement tous les deux ans.

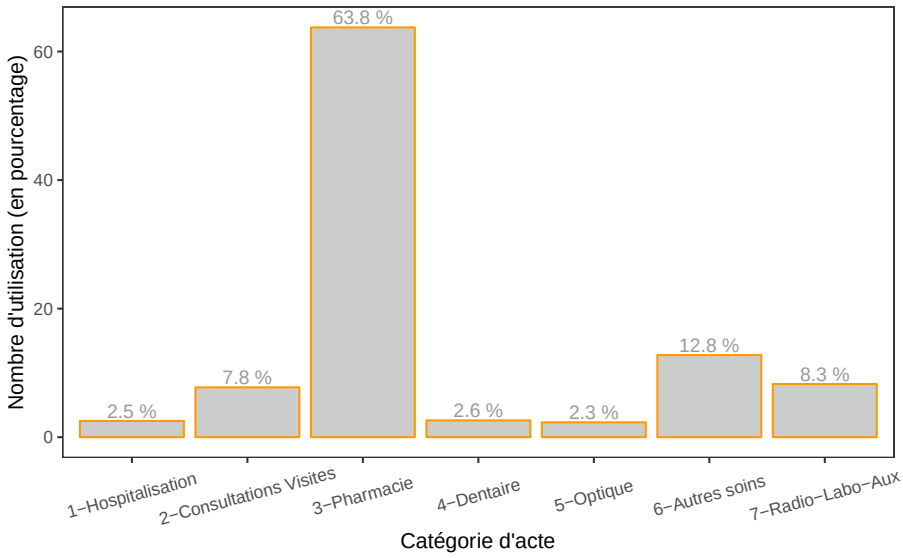



FIGURE 2.8 – Répartition de la quantité consommée par catégorie d'acte

Cependant, si la répartition entre ces grands postes est étudiée en termes de montant remboursé par la complémentaire, et non plus en nombre d'acte, le résultat est tout autre. (cf Figure 2.9). En effet, sur 100 € remboursés par la complémentaire, seuls 13 € correspondent à un remboursement du poste Pharmacie.

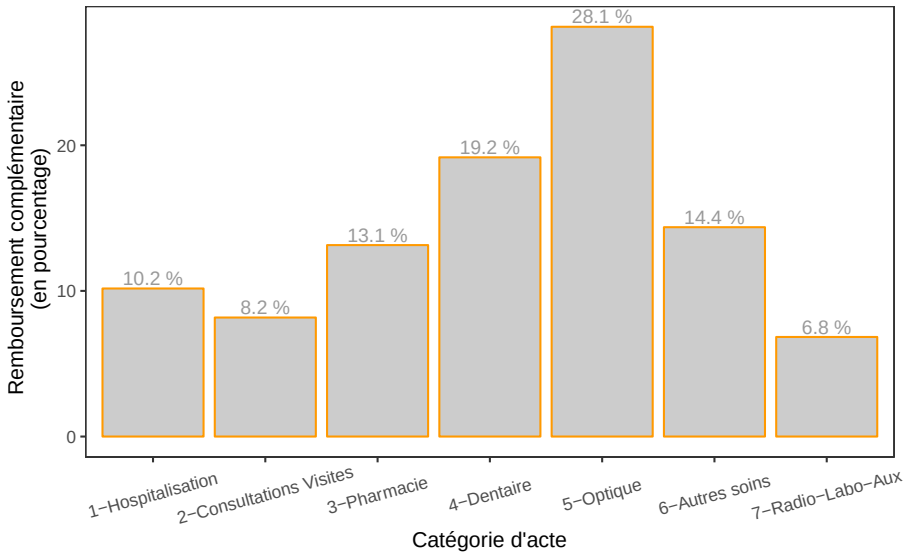



FIGURE 2.9 – Répartition du remboursement de la complémentaire par catégorie d'acte

Alors que le poste Pharmacie représentait 60 % des actes consommés, ce poste ne

représente plus que 13 % des montants remboursés par la complémentaire. Ceci peut s'expliquer par le fait que chaque boîte de médicament achetée représente une quantité, ce qui induit une fréquence élevée, alors que le montant d'un médicament est souvent faible.

En revanche, le poste Optique est à la première place des remboursements de la complémentaire en termes de montant. Ceci s'explique par le fait que les frais réels sont très importants, et qu'une très faible partie est prise en charge par la Sécurité sociale. Ainsi, la complémentaire rembourse un montant élevé par équipement. Bien que la fréquence soit plus faible que celle du poste Pharmacie par exemple, l'Optique est le premier poste de dépenses pour le contrat santé.

La comparaison entre les deux notions précédentes (consommation en nombre d'acte et consommation en montant remboursé par la complémentaire) est facilement observable avec le graphique ci-dessous. Les postes Pharmacie, Dentaire et Optique sont les postes où la différence entre le nombre d'acte consommés et le montant remboursé est très importante.

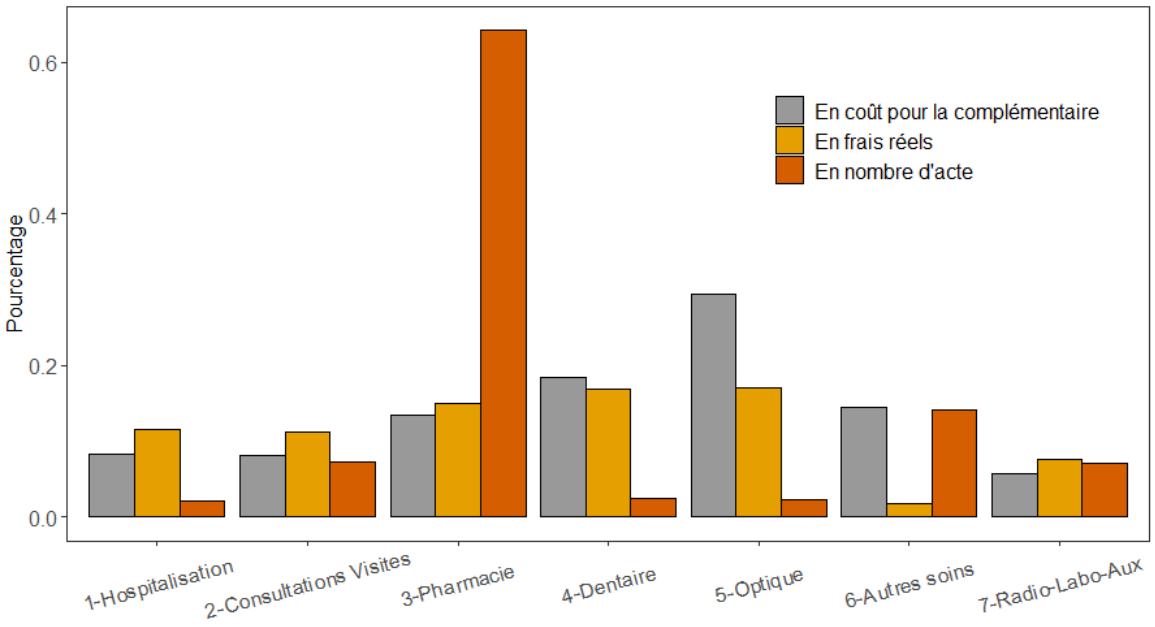



FIGURE 2.10 – Consommation par catégorie d'acte

#### 2.4.2.2 Décomposition du remboursement par grand poste

Ce graphique (2.11) permet de mettre en évidence que les postes Dentaire et Optique sont très peu remboursés par la Sécurité sociale. En effet, les frais réels engagés sont largement supérieurs aux bases de remboursement de la Sécurité sociale. Bien que la complémentaire assure une bonne garantie pour ces postes, environ 25 % des frais réels restent à la charge de l'assuré. Ceci est alors la raison pour laquelle certains Français

renoncent à s'équiper. C'est alors dans ce cadre que s'inscrit la réforme du 100 % Santé, dont le principal objectif est de renforcer l'accès aux soins.

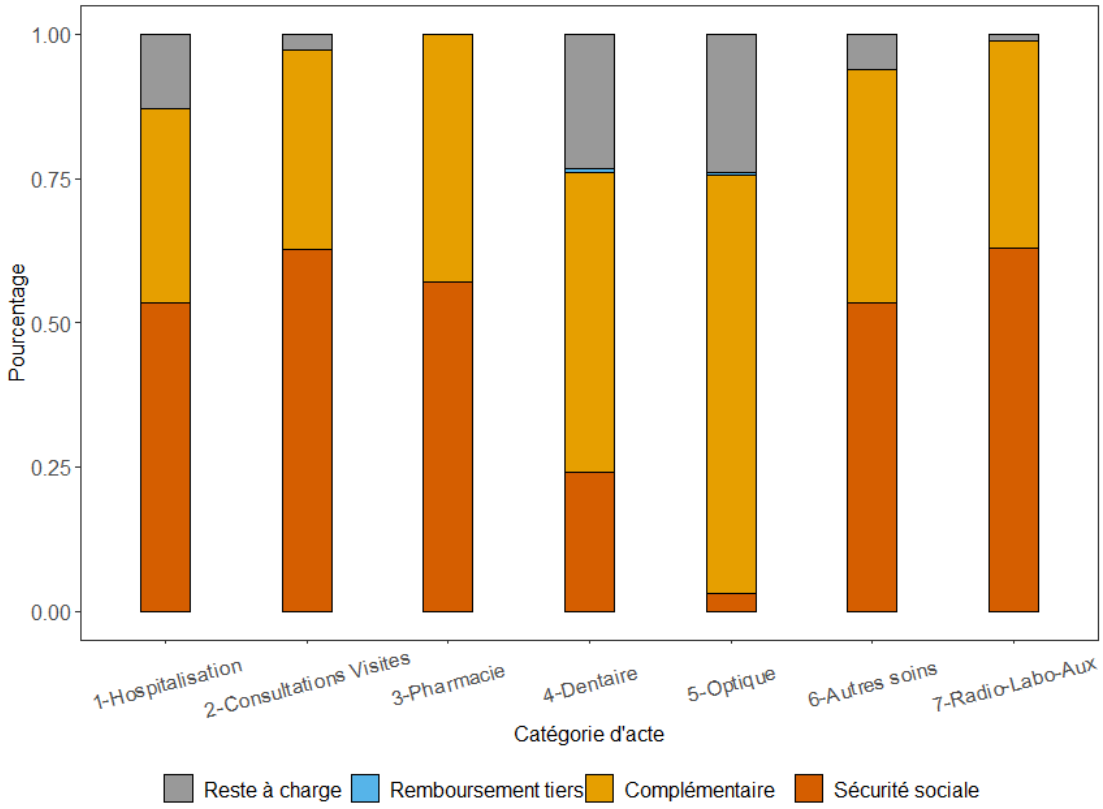



FIGURE 2.11 – Décomposition des remboursements par catégorie d'acte

#### 2.4.2.3 Influence de la variable sexe et âge sur les remboursements complémentaires

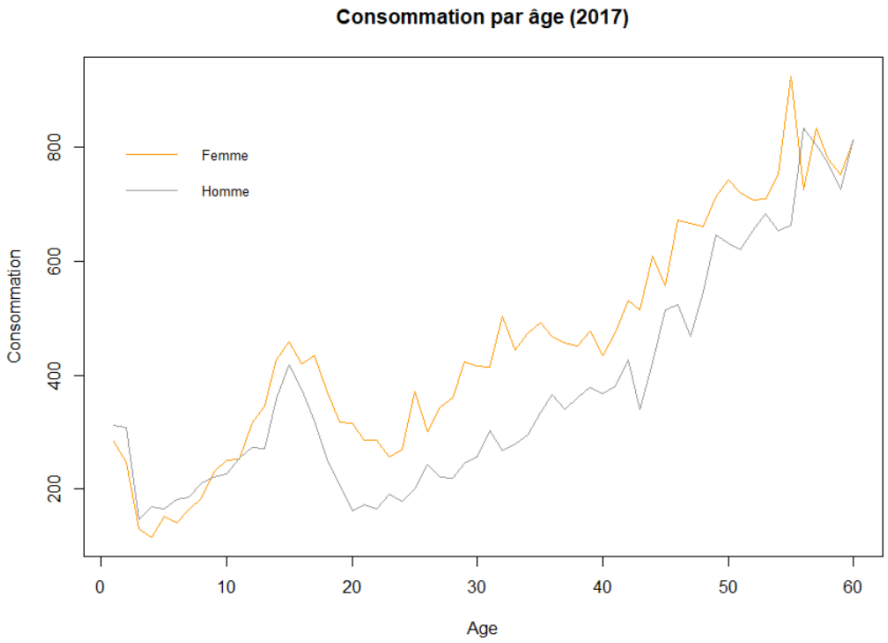



FIGURE 2.12 – Consommation en fonction de l'âge et du sexe

Le graphique 2.12 compare la consommation des hommes et des femmes en fonction de leur âge. La consommation représentée sur l'axe des ordonnées correspond à la consommation moyenne d'un individu par an, en euro. Il s'agit donc de la prime pure annuelle moyenne des individus, selon leur âge et leur sexe.

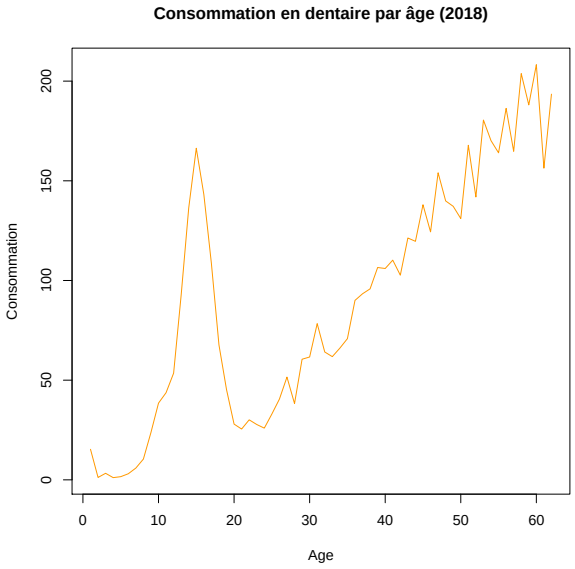
Tout d'abord, un pic de consommation est observable chez les nouveaux-nés.

Puis, la consommation augmente considérablement peu après 10 ans. Ceci s'explique par les frais de l'orthodontie à l'adolescence.

Entre 20 et 45 ans, la consommation apparaît supérieure chez les femmes que chez les hommes. Cet écart s'explique par les frais gynécologiques et de maternité. L'écart se ressert à la fin de la quarantaine.

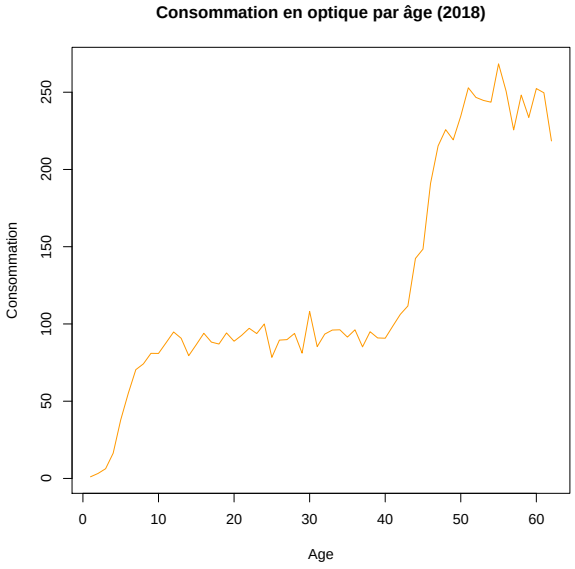
La consommation augmente également significativement après 50 ans, et celle des hommes rejoint celle des femmes. En effet, à partir d'un certain âge, la consommation des postes Optique, Dentaire et Hospitalisation s'accroît.

Une étude plus approfondie permet d'observer que la relation entre l'âge et la consommation n'est pas la même selon le poste (cf Figures 2.13, 2.14, 2.15). Dans tous les postes, la tendance est croissante en fonction de l'âge. Cependant, des pics de consommation ou des paliers peuvent apparaître pour certains postes.



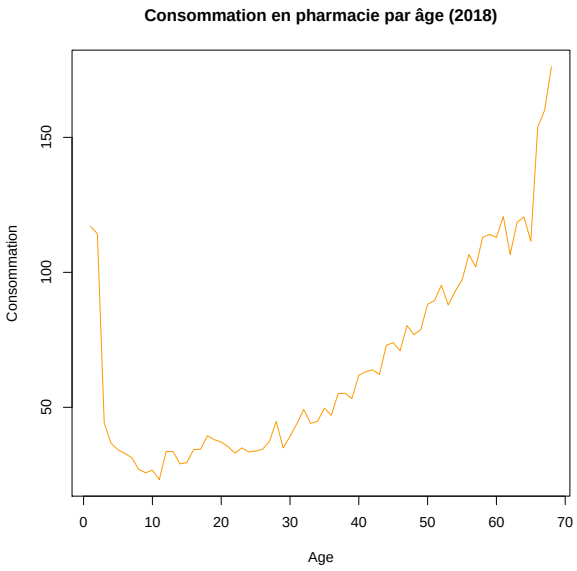

La consommation moyenne par individu en euro du poste Dentaire, connaît un pic important à l'adolescence. Celui-ci est caractérisé par les frais en orthodontie, fréquemment retrouvés chez les jeunes assurés de 7 à 16 ans. En effet, la Sécurité sociale rembourse le traitement si celui-ci a démarré avant le $16^e$ anniversaire de l'enfant. Puis, après 20 ans, la consommation croit progressivement avec l'âge. En effet, les besoins en couronne, prothèse dentaire... s'accentuent avec l'âge.

FIGURE 2.13 – Consommation en dentaire en fonction de l'âge




Ce graphique représente la consommation moyenne en euro par individu pour le poste Optique. Les premiers équipements en optique s'effectuent pendant l'enfance. En effet, le développement de la vue de l'enfant passe par différents paliers. Ce n'est qu'à l'âge de 6 ans que l'enfant possède la totalité de ses capacités visuelles.
Puis, après une consommation quasi constante, les dépenses en optique s'accélèrent très rapidement après 40 ans.

FIGURE 2.14 – Consommation en optique en fonction de l'âge




La consommation en pharmacie est liée avec l'âge mais de façon différente des postes dentaire et optique. Pour la pharmacie, la consommation est très importante chez les nouveaux-nés. Durant l'enfance et l'adolescence, la consommation est assez faible puis elle croit à partir de 30 ans. Cette augmentation s'accélère ensuite à partir de 50 ans.

FIGURE 2.15 – Consommation en pharmacie en fonction de l'âge

#### 2.4.2.4 Influence de la variable « Type de bénéficiaire » sur les remboursements complémentaires

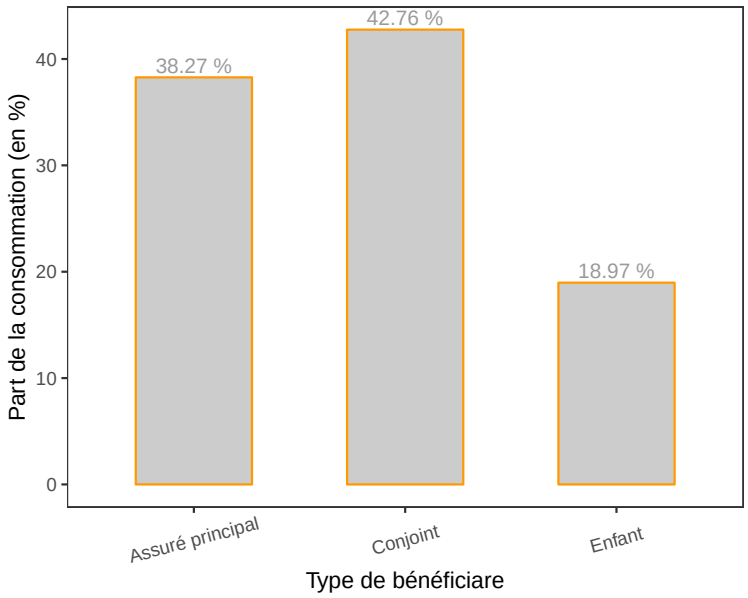
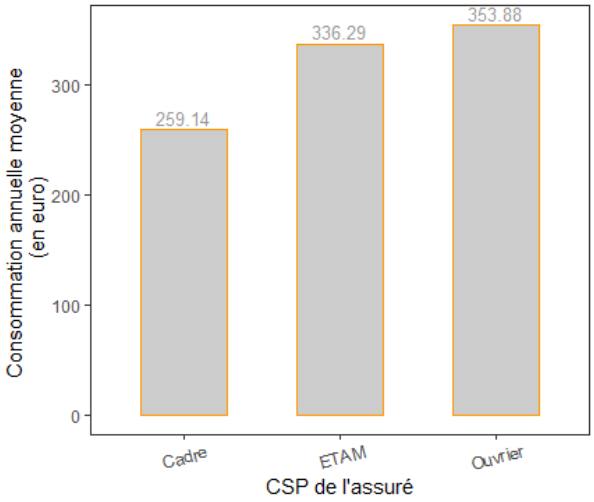



FIGURE 2.16 – Consommation selon le type de bénéficiaire

La répartition de la consommation entre les assurés principaux et les conjoints est quasi identique, bien que celle du conjoint soit légèrement supérieure. Dans la population étudiée, les assurés principaux sont des hommes à presque 90 % (cf Figure 1.3). Ainsi, les femmes sont largement majoritaires parmi les conjoints. Ceci est donc une raison pour laquelle la consommation des conjoints est supérieure à celle des assurés principaux, puisque la consommation des femmes est supérieure à celle des hommes. (cf Figure 2.12). De plus, l'adhésion des conjoints étant facultative, le phénomène d'anti-sélection apparaît. En effet, si le conjoint décide d'adhérer au contrat, c'est parce qu'il considère qu'il va consommer. Les conjoints risquent donc de consommer plus que les adhérents principaux qui eux, ont l'obligation d'adhérer au contrat.

En revanche, les enfants ont une consommation largement inférieure à celle de leurs parents. Ceci est en accord avec la Figure 2.12, représentant la consommation en fonction de l'âge. Ce graphique a illustré le fait que la consommation est croissante avec l'âge.

#### 2.4.2.5 Influence de la variable CSP sur les remboursements complémentaires




Généralement, les cadres consomment plus, en coût moyen, que les ouvriers. Or, ici, la consommation des ouvriers est supérieure à la consommation des cadres. Cette contradiction pourrait s'expliquer en supposant que les ouvriers du bâtiment consomment plus que les ouvriers en général. En effet, les ouvriers de la base de données sont principalement des employés du bâtiment.

FIGURE 2.17 – Consommation selon la CSP du bénéficiaire

Cependant, cette différence de consommation ne se retrouve pas sur chacun des postes. En effet, quelques postes sont étudiés en exemple dans le Chapitre 4.

## 2.5 Grille de garanties

La tarification de la complémentaire santé est effectuée pour chaque type d'acte. Les types d'actes retenus ont été choisis en étudiant la variable LIB_ACTE de la base de

données. La base comporte 898 modalités différentes pour cette variable.

Or, ces 898 modalités ne représentent pas réellement 898 actes différents étant donné qu'une même prestation peut être écrite avec des libellés différents, des abréviations ou autre. Par exemple, les libellées « Prélèvement de sang par technicien de laboratoire »,« Prélèvement sang. », « Prélèvement sanguin », « Prélèvement sang tech », etc ont été regroupés sous le même acte « Analyse ». Ainsi, les différents intitulés représentant la même prestation sont regroupés ensemble.

Puis, les différentes modalités de la variable sont étudiées et regroupées en « types d'actes ». Les regroupements sont effectués de sorte à ce que les libellés qui composent le type d'acte possèdent tous la même base de remboursement. En effet si plusieurs libellés sont regroupés sous le même type d'acte alors qu'ils ne possèdent pas la même BR, alors le calcul du remboursement de la complémentaire à partir des frais réels ne sera pas totalement juste (si celui-ci s'exprime en fonction de la BR ou du TM). Par exemple, les actes « Généraliste conventionné », « Consultations complexes » et « Consultations très complexes » ont des BR différentes et correspondent donc à trois types d'actes distincts.

De plus, la réforme du 100 % Santé propose différents paniers pour certains actes. Il s'agit des postes Optique, Dentaire, et Prothèses auditives. Selon le type de panier choisi, la base de remboursement et le plafond limite de vente ne sont pas les mêmes. Ces différents paniers correspondent donc à des types d'actes distincts.

Les « types d'actes » retenus sont partiellement représentés dans le tableau ci-dessous. La totalité des actes retenus figure en Annexe C.

| **Grand poste** | **Acte** |
|---|---|
| Hospitalisation | Chirurgie conventionnée |
| | Chirurgie non conventionnée |
| | Anesthésie conventionnée |
| | Anesthésie non conventionnée |
| | Obstétrique conventionnée |
| | Obstétrique non conventionnée |
| | .... |
| Soins | Généraliste conventionné |
| | Consultation complexe |
| | Consultation très complexe |
| | Spécialiste conventionné |
| | Consultation non conventionnée |
| | Actes techniques médicaux |
| | .... |

| | |
|---|---|
| Dentaire | Soins dentaires |
| | Orthodontie acceptée |
| | Orthodontie refusée |
| | Couronne RAC 0 |
| | Couronne Tarif maîtrisé |
| | Couronne tarif libre |
| | .... |
| Optique | Monture RAC 0 |
| | Monture |
| | Verre simple RAC 0 |
| | Verre simple |
| | Verre complexe |
| | ... |
| Prothèse | Prothèses auditives RAC 0 |
| | Prothèses auditives |
| | ... |
| Prévention | Prévention tabac |
| | Allergie |
| | Autre prévention |
| | Contraception refusée |
| Autre | Cure thermale |
| | Cure thermale refusée |
| | Médecine douce |
| | ... |

TABLE 2.6 – Grille de garanties retenue

# Chapitre 3

# La tarification

## 3.1 Généralité

La tarification consiste à calculer la prime qu'un assuré devra payer pour bénéficier d'une complémentaire santé. Cette prime est appelée prime commerciale. Plusieurs étapes sont nécessaires à l'obtention de cette prime :

— Premièrement, l'assureur calcule une **prime pure** : c'est l'espérance du coût des sinistres. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour calculer la prime pure, ce qui fera l'objet des parties suivantes de ce mémoire.

— Puis, l'assureur calcule la **prime commerciale**. Il s'agit de la prime pure à laquelle sont ajoutés des chargements, des taxes et un chargement de sécurité.

▷ Les chargements regroupent les frais d'acquisition, les frais de gestion et les frais d'administration :

— les frais d'acquisition sont les coûts relatifs à l'acquisition de nouveaux contrats (campagne de communication, marketing...) ;

— les frais de gestion sont les frais engagés pour traiter et assurer le remboursement des assurés ;

— les frais d'administration comprennent les frais d'encaissement des cotisations, les frais de structure, etc.

Ces chargements sont généralement exprimés en pourcentage de la prime commerciale hors taxe. Il s'agit alors d'un montant variable. Dans de rares cas, ces chargements peuvent être fixes, et s'expriment alors en forfait.

▷ Le chargement de sécurité permet de faire face aux écarts possibles entre la charge de sinistres réelle et la charge de sinistres estimée. Il s'agit de la marge de l'assureur. Le taux de chargement de sécurité peut être calculé à partir d'un intervalle de confiance de niveau alpha, défini par l'assureur.

La prime commerciale peut alors s'écrire :

$$\text{Prime commerciale HT} = \text{Prime pure} \times \frac{1 + \text{Chargement de sécurité}}{1 - \text{Chargements}}$$

— Enfin, une fois les chargements appliqués à la prime pure, les taxes sont ajoutées. Depuis le $1^{er}$ janvier 2016, les taxes applicables aux contrats santé ont été regroupées en une seule : la taxe de solidarité additionnelle (TSA). Le montant de cette taxe dépend du contrat :

  — 20,27 % pour les contrats non solidaires et non responsables ;

  — 13,27 % pour les contrats solidaires et responsables ;

  — 6,27 % pour les contrats destinés au Régime Agricole.

  De plus, depuis le $1^{er}$ janvier 2019, la contribution versée par les organismes complémentaires d'assurance maladie au titre du forfait patientèle médecins traitants (FPMT) est devenue une taxe fixe. Cette taxe est égale à 0,8 % des cotisations perçues et s'ajoute donc à la TSA.

  Appliquées sur la prime commerciale HT, ces taxes permettent d'obtenir la prime TTC. Ainsi, la prime commerciale est égale à :

$$\text{Prime commerciale TTC} = \text{Prime commerciale HT} \times (1 + \text{Taxes})$$

## 3.2 La méthode « Coût x Fréquence »

Cette partie vise à présenter la méthode permettant le calcul de la **prime pure**.

L'assureur cherche à savoir quelle est la prime pure, notée P, qu'il va demander à ses assurés (avant l'ajout des chargements et des taxes).

Pour cela, l'assureur cherche à estimer les dépenses de santé de ses assurés sur une année, c'est-à-dire quel est le montant des indemnités que l'assureur devra verser à ses assurés. Ce montant est appelé la charge de sinistres et est noté S.

Le but est alors de minimiser l'erreur entre P, variable déterministe, et S, variable aléatoire. Cette erreur est appelée erreur quadratique moyenne et est exprimée de la façon suivante :

$$MSE = E[(S - P)^2]$$

Résolvons l'équation précédente :

$$E[(S - P)^2] = E[S^2 - 2SP + P^2]$$

Or, P étant déterministe,

$$\begin{aligned} E[(S - P)^2] &= E[S^2] - 2E[S]P + P^2 \\ &= E[S^2] - E[S]^2 + E[S]^2 - 2E[S]P + P^2 \\ &= Var(S) + E[(S - P)]^2 \end{aligned}$$

L'erreur quadratique moyenne est alors minimisée avec

$$P = E[S]$$

Ainsi, la prime pure correspond à l'espérance de la charge de sinistres S qui peut ainsi être exprimée

$$S = \sum_{i=1}^{N} X_i$$

avec :
$-N \in \mathbb{N}$ la variable aléatoire du nombre de sinistres dans l'année
$-(X_i)_{i\geq 1}$ le coût du sinistre i

Dans ce mémoire, la charge de sinistres est calculée par type d'acte. Les types d'actes retenus sont ceux figurant en Annexe C.

La méthode « Coût x Fréquence » nécessite de poser deux hypothèses fortes :
$-(X_i)_{i\geq 1}$, une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées
$-\forall i, (X_i)_{i\geq 1}$ est indépendant de N. Autrement dit, le coût du sinistre est indépendant du nombre de sinistres.
Ainsi, il est possible d'écrire l'espérance de la charge de sinistres S comme :

$$E[S] = E[E(S|N)] = E[E[\sum_{i=1}^{N} X_i|N]]$$

Or, la suite $(X_i)_{i\geq 1}$ étant indépendante de N,

$$E[S] = \sum_{n=1}^{\infty} P(N = n)\, E(\sum_{i=1}^{N} X_i|N = n)$$

De plus, la suite $(X_i)_{i\geq 1}$ est indépendante et identiquement distribuée

$$\begin{aligned} E[S] &= \sum_{n=1}^{\infty} P(N = n)\, E(\sum_{i=1}^{n} X_i) \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} P(N = n)\ \ n\ E[X_1] \end{aligned}$$

D'où,

$$E[S] = E[N]E[X_1]$$

Ainsi, la moyenne de la charge de sinistres pour un acte est égale au coût moyen de l'acte, multiplié par le nombre de fois moyen où l'acte est consommé.

La variance de la charge de sinistres peut s'écrire, grâce à la formule de la décomposition de la variance comme :

$$Var(S) = E[Var(S|N)] + Var(E[S|N])$$

Or,

$$E(S|N = n) = E(\sum_{i=1}^{n} X_i) = nE(X_1)$$

$$Var(S|N = n) = Var(\sum_{i=1}^{n} X_i) = nVar(X_1)$$

D'où

$$E(S|N) = NE(X_1)$$
$$Var(S|N) = NVar(X_1)$$

Alors

$$\begin{aligned} Var(S) &= E[NVar(X_1)] + Var(NE(X_1)) \\ &= E[N]Var(X_1) + E[X_1]^2 Var(N) \end{aligned}$$

Rappelons que l'objectif de ce mémoire consiste à mettre à jour un outil de tarification santé, et, en particulier, à optimiser la méthode de tarification. Pour cela, deux méthodes de tarification seront testées : une méthode stochastique et une méthode par répartition. Les deux parties suivantes visent donc à présenter ces deux méthodes.

## 3.3 Le modèle stochastique

Dans cette partie, le coût et la fréquence seront obtenus par modélisation stochastique. Cette méthode stochastique présente l'avantage de pouvoir construire des intervalles de confiance, permettant d'estimer l'incertitude des estimations obtenues.

Deux analyses sont donc nécessaires à l'élaboration de la méthode « Coût x Fréquence » : la modélisation du coût et la modélisation de la fréquence.

### 3.3.1 Le coût

Les coûts à modéliser correspondent aux **frais réels**, et non pas aux remboursements de la complémentaire. Pour chaque acte, l'étude des frais réels se décompose en plusieurs étapes détaillées ci-dessous :

1. Tout d'abord, le montant de la base de remboursement doit être déterminé pour chaque acte. De plus, la proportion des frais réels qui sont égaux ou inférieurs au montant de la base de remboursement doit également être définie. Elle est notée « alpha ».

2. Parallèlement, la distribution des frais réels (et non pas les montants remboursés par la complémentaire) supérieurs à la base de remboursement est modélisée pour chaque acte. Cette modélisation s'effectue à partir d'une loi log-normale ou à partir d'une loi gamma.

**Lois testées**

— La loi log-normale :
Si Y suit une loi log-normale de paramètres $\mu$ et $\sigma^2$, alors sa fonction de densité est

$$f(y) = \frac{1}{y\sqrt{2\pi\sigma^2}} exp(-\frac{1}{2}\frac{(log(y)-\mu)^2}{\sigma^2}) \qquad \forall y \in \mathbb{R}^+$$

L'espérance et la variance de Y s'écrivent alors :

$$E(Y) = exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2})$$

$$Var(Y) = exp(2\mu + \sigma^2)(exp(\sigma^2) - 1)$$

Y suit une loi log-normale si X=$\mathcal{LN}$(Y) suit une loi normale $\mathcal{N}(\mu,\sigma^2)$

— La loi gamma :
Si Y suit une loi gamma de paramètres ($\alpha$,$\lambda$) alors sa fonction de densité est

$$f(y) = \frac{1}{\lambda^\alpha \Gamma(\alpha)} e^{-\frac{y}{\lambda}} y^{\alpha-1} \quad \forall y \in \mathbb{R}^+$$

où $\Gamma$ désigne la fonction Gamma d'Euler :

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-u} u^{x-1} du$$

L'espérance et la variance de Y s'écrivent alors :

$$E(Y) = \alpha\lambda$$

$$Var(Y) = \alpha\lambda^2$$

**Choix de la probabilité**

— Le test de Kolmogorov-Smirnov :
Pour chaque acte, le choix de la loi de probabilité peut s'effectuer à partir du test de Kolmogorov-Smirnov. Le test de Kolmogorov-Smirnov permet de tester l'adéquation d'un échantillon d'une loi inconnue à une loi continue donnée.
Soit l'échantillon $X_1$,...,$X_n$ i.i.d de fonction de répartition $\hat{F}_n$. L'objectif est de tester l'adéquation de l'échantillon à la loi continue de fonction de répartition F.
L'hypothèse nulle est :

H0 : la loi de l'échantillon a pour fonction de répartition F

Le test est défini par la statistique de test T qui mesure l'écart maximum qui existe entre la fonction de répartition empirique $\hat{F}_n$ et la fonction de répartition F :

$$T_n = \max_{x \in \mathbb{R}} |\hat{F}_n(x) - F(x)|$$

où n est la taille de l'échantillon.
Le test de Kolmogorov-Smirnov permet alors de rejeter l'hypothèse d'adéquation pour une valeur de $T_n$ dépassant un certain seuil. Le seuil dépend du niveau de confiance et de la taille n de l'échantillon.
Notons que le test de KS est indépendant de la loi théorique et est donc non paramétrique.

— Les tests de Cramer-von Mises et d'Anderson-Darling :
Tout comme le test de Kolmogorov-Smirnov, les tests de Cramer-von Mises et d'Anderson-Darling reposent sur une distance mesurant l'écart entre la fonction de répartition théorique F et la fonction de répartition empirique $\hat{F}_n$. En revanche, pour ces derniers tests, la distance considérée n'est plus l'écart absolu $|\hat{F}_n(\mathrm{x})$ - F(x)|, mais l'écart quadratique $[\hat{F}_n(x) - F(x)]^2$. De plus, ces tests ne considèrent pas uniquement la distance maximale mais toutes les distances observées. La formule générale de ces tests est :

$$T_n = n \int_{-\infty}^{\infty} \left[\hat{F}_n(x) - F(x)\right]^2 \Psi(x)\ dF(x)$$

avec $\Psi(x) = 1$ pour le test de Cramer-von Mises et $\Psi(x) = F(x)(1 - F(x))^{-1}$ pour le test d'Anderson-Darling.

— L'AIC et le BIC :
Les critères AIC et BIC ne permettent pas de juger la qualité de l'ajustement du modèle mais ils permettent de sélectionner le modèle le plus adapté. Le modèle sélectionné est celui qui aura les plus petites valeurs de AIC et de BIC. L'AIC (Akaike Information Criterion) est défini par :

$$AIC = -2ln(L) + 2k$$

Le BIC (Bayesien Information Criterion) est défini par :

$$BIC = -2ln(L) + k\ ln(n)$$

avec $L$ la vraisemblance, $k$ le nombre de paramètres du modèle et $n$ le nombre d'observations.
Ces tests sont un compromis entre la qualité de l'ajustement, décrite par $ln(L)$, et la complexité du modèle. En effet, l'AIC et le BIC sont pénalisés avec le paramètre $k$.

3. Puis, pour chacun de ces actes, une quantité N de frais réels est simulée avec la loi de probabilité retenue. Les simulations sont corrigées afin qu'aucun frais réel simulé ne soit inférieur à la base de remboursement, ni supérieure au maximum des frais réels présents dans la base de données concernant cet acte. De plus, des simulations sont aléatoirement remplacées par le montant de la base de remboursement pour conserver la même proportion, « alpha », d'actes égaux à la base de remboursement.
4. Pour chaque simulation de frais réels, le remboursement de la complémentaire correspondant au niveau de la garantie à tarifer est calculé. (Le calcul du coût de la complémentaire à partir des frais réels est détaillé dans la partie 3.5).

Le choix de modéliser les frais réels et non directement le remboursement de la complémentaire réside en la possibilité de tarifer tout type de contrat possible. En effet, le remboursement de la complémentaire est calculé selon la grille de garantie. Cette méthode offre également la capacité de mettre à jour l'outil ultérieurement, notamment lorsque les bases de remboursement évolueront.

### 3.3.2 La fréquence

La fréquence est également obtenue par modélisation stochastique. Pour chaque acte, l'étude de la fréquence se décompose en plusieurs étapes détaillées ci-dessous :

1. Premièrement, la variable « Quantité » est modélisée pour chaque acte.

**Lois testées**

— Loi de Poisson :
La loi fondamentale en assurance non-vie pour modéliser la quantité est la loi de Poisson.
Soit Y une loi de Poisson de paramètre $\lambda$. Y est à valeurs discrètes et positives.

$$P(Y = y) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^y}{y!}$$

L'espérance et la variance vérifient les égalités suivantes :

$$E(X) = Var(X) = \lambda$$

Or, il se trouve que l'égalité entre la variance et l'espérance de la loi de Poisson peut parfois être restrictive. En effet, dans certains cas, cette propriété n'est pas vérifiée. Lorsque la variance est supérieure à l'espérance, alors il s'agit de données surdispersées. La surdispersion est souvent causée par un grand nombre de zéros. Dans ce cas, la loi de Poisson sous-estimerait la probabilité d'absence de sinistre (le sinistre est ici la consommation d'un acte médical). Ainsi, des données de comptage surdispersées et/ou comportant une grande part de zéros sont souvent modélisées par une loi binomiale négative ou un

modèle à inflation de zéros (Zero Inflated Poisson noté ZIP ou Zero Inflated Negative Binomial noté ZINB).

— Loi binomiale négative :
Soit Y une loi binomiale négative de paramètres r $\in \mathbb{R}_+^*$ et p $\in [0\,;1]$. Y est à valeurs discrètes et positives.

$$P(Y = y) = \frac{\Gamma(r+y)}{\Gamma(y+1)\ \Gamma(r)} p^r (1-p)^y$$

L'espérance et la variance vérifient les égalités suivantes :

$$E(X) = \frac{r(1-p)}{p} \text{ et } Var(X) = \frac{r(1-p)}{p^2}$$

— Modèle « Zero Inflated » :
Dans un modèle à « inflation de zéros », le nombre de sinistres observés est un produit de deux variables aléatoires. L'une d'elles est une loi de Bernoulli égale à 1 si un sinistre est survenu, 0 sinon. La deuxième variable aléatoire peut suivre une loi de Poisson (ZIP) ou une loi Binomiale Négative (ZINB). Le nombre de sinistres Y s'écrit alors sous la forme suivante :

$$Y = B \times Q$$

où B est la loi de Bernoulli et Q la loi de Poisson ou Binomiale Négative.
Dans le cas du modèle ZIP, en notant q la probabilité que B soit nul et $\lambda$ le paramètre de la loi de Poisson, alors :

$$P(Y = 0) = q + (1-q)\ e^{-\lambda}$$
$$P(Y = y) = (1-q)\frac{e^{-\lambda}\ \lambda^y}{y!}, \qquad y \geq 1$$

La probabilité q peut être définie comme $q = \dfrac{\lambda}{1+\lambda}$
Dans le cas du modèle ZINB, la densité de Poisson est remplacée par la densité de la loi binomiale négative :

$$P(Y = y) = q(1 - min(y,1)) + (1-q)\frac{\Gamma(r+y)}{\Gamma(y+1)\ \Gamma(r)} \left(\frac{r}{r+m}\right)^r \left(\frac{m}{r+m}\right)^y$$

avec r le paramètre de surdispersion et m la moyenne

2. Puis, pour chaque acte, M quantités sont simulées à partir de la loi modélisée.
3. Enfin, chaque quantité simulée est divisée par l'exposition pour obtenir des fréquences de consommation

## 3.4 Le modèle par répartition

Une deuxième méthode de tarification va être étudiée. Cette méthode repose également sur un modèle « Coût x Fréquence ». En revanche, dans cette méthode, le coût sera obtenu à partir d'une méthode par répartition, et la fréquence sera déterministe.

### 3.4.1 Le coût

La méthode par répartition se décompose également en plusieurs étapes détaillées ci-dessous :

1. La méthode par répartition consiste, pour chaque acte, à représenter le coût par des quantiles de la distribution des frais réels observés dans la base de données. Ces quantiles de **frais réels** sont appelés « coûts retenus » dans la suite de ce mémoire.
2. Pour chaque coût retenu, il faut calculer un coefficient de répartition. Il s'agit de la proportion des frais réels de la base égaux à chaque coût retenu.
3. Pour chaque coût retenu, le remboursement de la complémentaire correspondant au niveau de la garantie à tarifer est calculé. (Le calcul du coût de la complémentaire à partir des frais réels est détaillé dans la partie 3.5)
4. Enfin, le coût moyen de l'acte est obtenu en calculant la moyenne des remboursements de la complémentaire, pondérés par les coefficients de répartition (Ce calcul est détaillé à la partie 3.5.2.2).

La méthode par répartition est une méthode déjà utilisée dans des outils de tarification présents sur le marché. L'un d'entre eux va servir d'exemple pour illustrer cette méthode. La base tarifaire de cet outil comporte pour chaque acte :

— un prix minimum, un prix moyen et un prix maximum : le prix minimum correspond à la base de remboursement de la Sécurité sociale, et les prix moyen et maximum sont ceux observés dans la base de données ;

— un coefficient de répartition pour le coût minimum, moyen et maximum.

Par exemple, pour l'acte « Généraliste non OPTAM », les coefficients de répartition sont :

| Coût | Min | Moyen | Max |
|---|---|---|---|
| Coefficients de répartition | 10 % | 70 % | 20 % |

Table 3.1 – Base tarifaire de l'outil de référence

Avec cet exemple, 10 % des frais réels pratiqués sont égaux au prix minimum, 70 % au prix moyen et 20 % au prix maximum.

Or, cette méthode peut être remise en cause puisqu'elle considère uniquement trois coûts (minimum, moyen et maximum). L'objectif est alors d'optimiser cette méthode en considérant plus de trois coûts. Le chapitre « Application des modèles » et plus particulièrement la partie 4.2 présentera quels quantiles ont été retenus.

### 3.4.2 La fréquence

Dans cette méthode, la fréquence sera déterminée de façon empirique pour chaque acte. La fréquence d'un acte est égale à :

$$\text{Fréquence de l'acte} = \frac{\text{Nombre de fois où l'acte est consommé}}{\text{Exposition totale du portefeuille}}$$

## 3.5 Des frais réels au coût moyen

Les deux méthodes présentées ci-dessus s'appuient sur les **frais réels** pour la modélisation du coût. En effet, la méthode stochastique simule des frais réels, et dans la méthode par répartition, le coût est représenté par des quantiles de frais réels. Or, tarifer un contrat de complémentaire santé revient à calculer le coût pour la complémentaire. Il faut donc, pour chaque frais réel, calculer le coût pour la complémentaire (étape 4 de la méthode stochastique et étape 3 de la méthode par répartition).

### 3.5.1 Calcul du remboursement de la complémentaire

Le coût pour la complémentaire dépend de la garantie du contrat à tarifer. Une garantie s'exprime en fonction d'une assiette de remboursement. Si l'assiette de remboursement de la complémentaire est :

— la base de remboursement y compris SS, alors le coût pour la complémentaire est égal à :

$$\min(\text{ FR - RSS} ; \text{taux_RC} \times \text{BR - RSS})$$

— le ticket modérateur TM, alors le coût pour la complémentaire est égal à :

$$\min(\text{ FR - RSS} ; \text{taux_RC} \times \text{TM})$$

— un forfait en euro y compris SS, alors le coût pour la complémentaire est égal à :

$$\min(\text{ FR - RSS} ; \text{Forfait en €} \text{ - RSS})$$

— un pourcentage du PMSS y compris SS, alors le coût pour la complémentaire est égal à :

$$\min(\text{ FR - RSS} ; \text{pourcentage} \times \text{PMSS - RSS})$$

où taux_RC est le taux de remboursement de la complémentaire appliqué à l'assiette de garantie.

### 3.5.2 Le coût moyen

La partie précédente a donc permis de calculer le montant remboursé par la complémentaire pour chaque frais réel. Il faut maintenant obtenir le coût moyen pour la complémentaire. Le coût moyen peut être calculé pour chaque acte.

#### 3.5.2.1 Méthode stochastique

Dans la méthode stochastique, pour connaître le coût moyen d'un acte, il faut calculer la moyenne des remboursements de la complémentaire. Or, il n'est pas nécessaire de le calculer pour cette méthode. En effet, dans cette méthode, chaque coût simulé est multiplié par chaque fréquence simulée pour obtenir la prime pure de l'acte.

#### 3.5.2.2 Méthode par répartition

Dans la méthode par répartition, le coût moyen est obtenu en faisant une moyenne pondérée. La pondération des remboursements de la complémentaire est effectuée par les coefficients de répartition. Prenons de nouveau l'outil précédemment utilisé pour exemple, afin d'illustrer la démarche :

| | | Coût | Coefficient de répartition | BR | Assiette | Garantie SS incluse | Montant remboursé | Coût moyen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Généraliste non OPTAM | Min | 23 | 10 % | 23 | BR | 130 % | 6,9 | 13,11 |
| | Moyen | 39,04 | 70 % | | | | 13,8 | |
| | Max | 72,51 | 20 % | | | | 13,8 | |
| Généraliste OPTAM | Min | 23 | 50 % | 23 | BR | 150 % | 6,9 | 9,73 |
| | Moyen | 24,76 | 30 % | | | | 8,66 | |
| | Max | 46 | 20 % | | | | 18,4 | |

Table 3.2 – Exemple de calcul du coût de l'acte

Ainsi, pour l'acte « Génréaliste non OPTAM », le coût moyen de la complémentaire est :

$$
\begin{aligned}
\underset{\text{moyen}}{\text{Coût}} &= \text{Remboursement du coût min} \times \text{coefficient de répartition min} + \\
&\quad \text{Remboursement du coût moyen} \times \text{coefficient de répartition moyen} + \\
&\quad \text{Remboursement du coût max} \times \text{coefficient de répartition max} \\
&= \min(\text{coût min - RSS} ; \text{Garantie} \times \text{Assiette - RSS}) \times \text{coeff. de répartition min} + \\
&\quad \min(\text{coût moyen - RSS} ; \text{Garantie} \times \text{Assiette - RSS}) \times \text{coeff. de répartition moyen} + \\
&\quad \min(\text{coût max - RSS} ; \text{Garantie} \times \text{Assiette - RSS}) \times \text{coeff. de répartition max} \\
&= 6,9 \text{ €} \times 10 \text{ \%} + 13,8 \text{ €} \times 70 \text{ \%} + 13,8 \text{ €} \times 20 \text{ \%} = 13,11 \text{ €}
\end{aligned}
$$

## 3.6 Calcul, correction et expression de la prime pure

L'objectif de cette partie est d'obtenir la prime pure du contrat.

— Tout d'abord, il faut calculer la **prime pure d'un acte**. Pour la méthode par répartition, celle-ci est obtenue en multipliant le coût moyen par la fréquence moyenne. Pour la méthode stochastique, chaque coût simulé est multiplié par chaque fréquence simulée. La prime pure de chaque acte est donc obtenue en faisant la moyenne de ces produits.

— Puis, additionner la prime pure de chaque acte permet d'obtenir la **prime pure moyenne** du contrat. Il s'agit de la prime pure moyenne des individus du portefeuille.

— Enfin, la **prime pure d'un assuré** n'est pas égale à la prime pure moyenne. La prime pure n'est pas non plus individualisée mais elle est exprimée par CSP. Ainsi, il faut prendre en compte les caractéristiques des assurés de chacune de ces CSP, comme : le nombre d'hommes, le nombre de femmes, la moyenne d'âge des hommes, et la moyenne d'âge des femmes pour chacune des CSP. Or, la Gender Directive interdit que les femmes paient une prime différente des hommes. De plus, dans un modèle collectif, chaque salarié ne paie pas une prime directement en fonction de son âge, mais en fonction de la moyenne d'âge des assurés. Ainsi, la prime pure est identique pour tous les salariés d'une même CSP. Il existe donc une prime pure pour les cadres, une prime pure pour les ouvriers et une autre pour les ETAM. La prise en compte de ces caractéristiques est alors possible grâce au calcul de **coefficients correcteurs**.

### 3.6.1 Les coefficients correcteurs

#### 3.6.1.1 Le calcul

Plusieurs méthodes sont possibles pour calculer les coefficients correcteurs.

Dans ce mémoire, les coefficients correcteurs sont calculés à partir de la base de données, en segmentant la population selon 3 variables :

— la CSP : cadre, ETAM, ouvrier ;

— l'âge : de 25 à 65 ans pour les adultes, de 0 à 20 ans pour les enfants ;

— le sexe : pour les adultes uniquement.

Les coefficients sont déterminés pour toutes les combinaisons possibles de ces trois variables : CSP, âge, sexe. Pour chaque combinaison, le coefficient correcteur est calculé en faisant le rapport de la consommation moyenne des individus de la combinaison, sur la consommation moyenne du portefeuille.

Par exemple, pour la combinaison « femme - ETAM - 40 ans », le coefficient correcteur est égal à :

$$\underset{\text{femme ETAM 40 ans}}{\text{Coefficient correcteur}} = \frac{\text{Prime pure moyenne des « femmes ETAM de 40 ans »}}{\text{Prime pure moyenne du portefeuille}}$$

#### 3.6.1.2 Le lissage

Afin d'éviter des sauts de prime pure entre deux âges consécutifs, les coefficients correcteurs sont ensuite lissés par la méthode de Whittaker-Henderson. En pratique, les coefficients correcteurs sont approximés par une courbe de tendance.

La méthode de Whittaker-Henderson est une méthode de lissage non-paramétrique qui combine un critère de fidélité et de régularité.

Le critère de fidélité F mesure la distance euclidienne entre les coefficients bruts et les coefficients lissés, et chaque distance est pondérée :

$$F = \sum_{x=1}^{n} w_x \times (q_x - \hat{q}_x)^2$$

avec :
- $\hat{q}_x$ : les coefficients bruts à lisser
- $q_x$ : les coefficients lissés
- $w_x$ : les poids
- n : le nombre de coefficients à lisser

Les poids $w_x$ de cette étude vont pondérer les coefficients à lisser par l'effectif présent à chaque âge. Par exemple, pour lisser les coefficients correcteurs des « femmes ETAM », $w_x$ s'écrit :

$$w_x = \frac{\text{Nombre de « femmes ETAM d'âge } x \text{ »}}{\text{Nombre de « femmes ETAM »}}$$

Le critère de régularité R calcule des distances entre les valeurs lissées :

$$R = \sum_{x=1}^{n-z} (\Delta^z q_x)^2$$

avec z un paramètre du modèle généralement compris entre 2 et 5, tel que :

$$\Delta^z q_x = \sum_{k=0}^{z} C_z^k (-1)^{z-k} q_{x+k}$$

L'objectif de la méthode est de trouver les valeurs lissées $q_x$ qui minimisent M, une combinaison linéaire de la fidélité et de la régularité :

$$M = F + hR = \sum_{x=1}^{n} w_x \times (q_x - \hat{q}_x)^2 + h \times \sum_{x=1}^{n-z} (\Delta^z q_x)^2$$

Le paramètre h met plus ou moins l'accent sur la régularité : plus h est grand, plus la courbe sera lisse.

Afin de minimiser M, il faut résoudre l'équation :

$$\forall x, \frac{\partial M}{\partial q_x} = 0$$

Soient,

$$\hat{Q} := \begin{pmatrix} \hat{q}_1 \\ \hat{q}_2 \\ \vdots \\ \hat{q}_n \end{pmatrix} \qquad \mathrm{Q} := \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{pmatrix} \qquad \mathrm{W} = \begin{pmatrix} w_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_n \end{pmatrix}$$

Les critères de fidélité F et de régularité R peuvent alors s'écrire matriciellement :

$$F = (Q - \hat{Q})^T \times W \times (Q - \hat{Q})$$

$$R = (\Delta^z Q)^T . (\Delta^z Q)$$

avec

$$\Delta^z \mathrm{Q} := \begin{pmatrix} \Delta^z q_1 \\ \Delta^z q_2 \\ \vdots \\ \Delta^z q_{n-z} \end{pmatrix}$$

Soit une matrice $K_z$ de taille $(n - z) \times n$. Elle contient, par diagonale, les coefficients binomiaux d'ordre z, avec des signes alternés : $C_z^k(-1)^{z-k}$. Par exemple, pour n = 5 et z = 2, la matrice s'écrit :

$$K_z = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}$$

La première diagonale de 1 représente le coefficient $C_z^k(-1)^{z-k}$ pour k = 0 : , la deuxième diagonale avec des -2 correspond au coefficient binomial pour k=1, et la troisième diagonale pour k=2.

D'où $\Delta^z$ Q = $K_z$ . Q

Ce qui permet alors d'écrire M sous la forme :

$$\begin{aligned} M &= F + h\ R \\ &= (Q - \hat{Q})^T\ .\ W\ .\ (Q - \hat{Q}) + h\ (\Delta^z Q)^T\ .\ (\Delta^z Q) \\ &= (Q - \hat{Q})^T\ .\ W\ .\ (Q - \hat{Q}) + h\ Q^T\ .\ K_z^T\ .\ K_z\ .\ Q \end{aligned}$$

En développant, M s'écrit :

$$\begin{aligned} M &= (Q^T - \hat{Q}^T) \,.\, W \,.\, (Q - \hat{Q}) + h\; Q^T \,.\, K_z^T \,.\, K_z \,.\, Q \\ &= Q^T \,.\, W \,.\, Q - Q^T \,.\, W \,.\, \hat{Q} - \hat{Q}^T \,.\, W \,.\, Q + \hat{Q}^T . W \,.\, \hat{Q} + h\; Q^T \,.\, K_z^T \,.\, K_z \,.\, Q \\ &= Q^T \,.\, W \,.\, Q - 2\; Q^T \,.\, W \,.\, \hat{Q} + \hat{Q}^T \,.\, W \,.\, \hat{Q} + h\; Q^T \,.\, K_z^T \,.\, K_z \,.\, Q \end{aligned}$$

Rappelons que pour un vecteur $v \in \mathbb{R}^k$ et une matrice U $\in \mathbb{R}^{k \times k}$ :

$$\frac{\partial (v^T U v)}{\partial v} = (U + U^T)\; v$$

Or, W étant symétrique, ie. W $= W^T$, $\dfrac{\partial (v^T W v)}{\partial v} = 2Wv$

Ainsi, en dérivant M par chaque $q_x$ :

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = 0 \;\Leftrightarrow\; 2\; W \,.\, Q - 2\; W \,.\, \hat{Q} + 2\; h\; K_z^T \,.\, K_z \,.\, Q = 0$$

D'où :

$$(W + h\; K_z^T \,.\, K_z)\; Q = W \,.\, \hat{Q}$$

Alors, si $W + h\; K_z^T . K_z$ est symétrique, le vecteur des coefficients correcteurs lissés s'écrit :

$$Q = (W + h\; K_z^T \,.\, K_z)^{-1} \,.\, W \,.\, \hat{Q}$$

Ce calcul a donc permis d'obtenir une série de coefficients correcteurs lissés.

### 3.6.2 Calcul de la prime pure

#### 3.6.2.1 La prime pure par CSP

La prime pure est calculée par CSP. Ainsi, pour chaque CSP, la prime pure est égale à la somme des primes pures suivantes :

— prime pure homme ;

— prime pure femme ;

— prime pure enfant.

Pour calculer ces trois primes pures, il faut tout d'abord calculer la moyenne d'âge des assurés, par CSP et par sexe.

Ensuite, la prime pure d'une catégorie ci-dessus (homme, femme et enfant) est déterminée en multipliant la prime pure moyenne par le coefficient correcteur correspondant à la catégorie.

Par exemple, si la moyenne d'âge des hommes ouvriers est de 43 ans, alors la prime pure homme de CSP ouvrier, en d'autres termes la prime pure totale de tous les hommes ouvriers du portefeuille d'assurés, est :

$$\underset{\substack{\text{homme}\\ ouvrier}}{\text{Prime pure}} = \text{Prime pure moyenne} \times \underset{\text{homme ouvrier 43 ans}}{\text{Coefficient correcteur}} \times \underset{\text{homme ouvrier}}{\text{Nombre d'assurés}}$$

$$= \quad P \quad \times \quad C_{h_o} \quad \times \quad N_{h_o}$$

avec :
- P la prime pure moyenne
- $C_{h_o}$ le coefficient correcteur de la catégorie homme ouvrier
- $N_{h_o}$ le nombre d'assurés homme ouvrier

Ainsi, les primes pures par CSP du portefeuille sont égales à :

$$PP_{ouvrier} = P \times [C_{f_o} \times N_{f_o} + C_{h_o} \times N_{h_o} + C_{e_o} \times N_{e_o}]$$
$$PP_{cadre} = P \times [C_{f_c} \times N_{f_c} + C_{h_c} \times N_{h_c} + C_{e_c} \times N_{e_c}]$$
$$PP_{ETAM} = P \times [C_{f_E} \times N_{f_E} + C_{h_E} \times N_{h_E} + C_{e_E} \times N_{e_E}]$$

avec :
- P : prime pure moyenne
- $C_{i_j}$ : le coefficient correcteur des assurés de :
  - sexe i (h pour homme, f pour femme, e pour enfant)
  - CSP j (c pour cadre, o pour ouvrier, E pour ETAM)
- $N_{i_j}$ : le nombre d'assurés de sexe i et de CSP j

#### 3.6.2.2 La prime pure par assuré

La prime pure est ensuite exprimée pour un salarié selon sa CSP. Il faut donc calculer une prime pour les salariés cadres, les salariés ETAM et les salariés ouvriers. Cette prime peut s'exprimer sous différentes formes :

- **La prime pure unique** : que le salarié soit seul, en couple, ou avec des enfants, la cotisation est la même. Tous les salariés paient donc la même cotisation. Par exemple, la prime pure unique pour une CSP donnée est égale à :

$$\text{PP unique}_{CSP} = \frac{\text{PP}_{CSP}}{\text{Nombre d'assurés principaux de la CSP}}$$

- **La prime pure Isolé/Duo/Famille** : la cotisation est différente selon que l'assuré principal s'assure seul (Isolé), qu'il rattache son conjoint ou un enfant (Duo), ou qu'il rattache plus de deux personnes (Famille).

Notons C la cotisation Isolé, $C_d$ la cotisation Duo et $C_f$ la cotisation Famille

Notons $N_i$, $N_d$, et $N_f$ le nombre d'assurés isolés, duo ou famille.
Notons PP la prime pure d'une CSP.
Alors

$$PP = C \times N_i + C_d \times N_d + C_f \times N_f$$

Or, par solidarité, la cotisation Duo, n'est pas systématiquement égale au double de la cotisation Isolé. En effet, le principe de solidarité vise à augmenter le taux Isolé et diminuer les taux Duo et Famille afin que ces derniers n'aient pas une cotisation trop importante. Une cotisation Duo ou Famille trop élevée par rapport à une cotisation Isolé peut amener à un système d'antisélection, où uniquement les mauvais risques assureraient leur famille. Par ce principe, les Isolés se retrouvent donc « solidaires » des Duos et Familles.

Ainsi, dans un principe de solidarité, les cotisations Duo et Famille s'écrivent :

$$C_d = C \times d \text{ et } C_f = C \times f$$

où d et f sont des coefficients supérieurs à 1, fixés selon le niveau de solidarité voulu.

La prime pure PP peut alors s'écrire de la façon suivante :

$$PP = C \times N_i + C \times d \times N_d + C \times f \times N_f$$

La cotisation Isolé est donc égale à :

$$C = \frac{PP}{N_i + d \times N_d + f \times N_f}$$

- **La prime pure Isolé/Famille** : si l'assuré s'assure seul, alors il paie la cotisation Isolé. S'il assure au moins un ayant droit, alors il paie la cotisation Famille. De la même manière, la cotisation Isolé est égale à :

$$C = \frac{PP}{N_i + f \times N_f}$$

avec C la cotisation Isolé, $N_i$ et $N_f$ le nombre d'assurés principaux isolés et famille, et f le coefficient de solidarité, supérieur à 1.

# Chapitre 4

# Application des modèles

## 4.1 Application de la méthode stochastique

### 4.1.1 Le coût

L'adéquation des frais réels observés aux lois log-normale et gamma est étudiée pour chaque acte. Rappelons que la modélisation s'effectue sur les frais réels supérieurs à la base de remboursement.

L'étude permettant de déterminer la loi qui s'adapte le mieux aux observations commence tout d'abord par une analyse graphique. La fonction utilisée du logiciel R est la fonction *fitdist* du package *fitdistrplus*. L'histogramme des distributions est comparé à la densité des lois log-normale et gamma. La fonction de répartition est elle aussi comparée à ces deux mêmes lois. L'analyse est complétée par une étude graphique des QQ-plot. La visualisation des QQ-plot permet également de déterminer quelle est la loi qui s'ajuste le mieux, en comparant les quantiles théoriques de la loi avec les quantiles observés. Plus la courbe tracée se rapproche de la droite, plus l'ajustement est bon. La fonction *fitdist* fournit également un PP-plot.

Enfin, une étude statistique est nécessaire afin de confirmer l'analyse graphique. Du fait d'un grand nombre de données, la prise en compte de la p-value n'est plus adaptée (Lin, Lucas & Shmueli, 2013, [13]). Les modélisations des deux lois vont donc être comparées à partir des statistiques de test de Kolmogorov-Smirnov, de Cramer-von Mises mais aussi à partir de l'AIC et du BIC. La loi ayant la statistique de test la plus petite sera retenue.

#### 4.1.1.1 Exemple 1 : Modélisation de l'acte « Monture »

L'acte « Monture » est en réalité découpé en deux actes : les montures pour les plus de 18 ans et les montures pour les moins de 18 ans. Ici, l'étude porte sur les montures des plus de 18 ans. L'histogramme affiche une dominance des frais réels situés aux alentours de 150 €. Ce montant correspond au plafond limite de remboursement de la complémentaire, imposé par le contrat responsable.

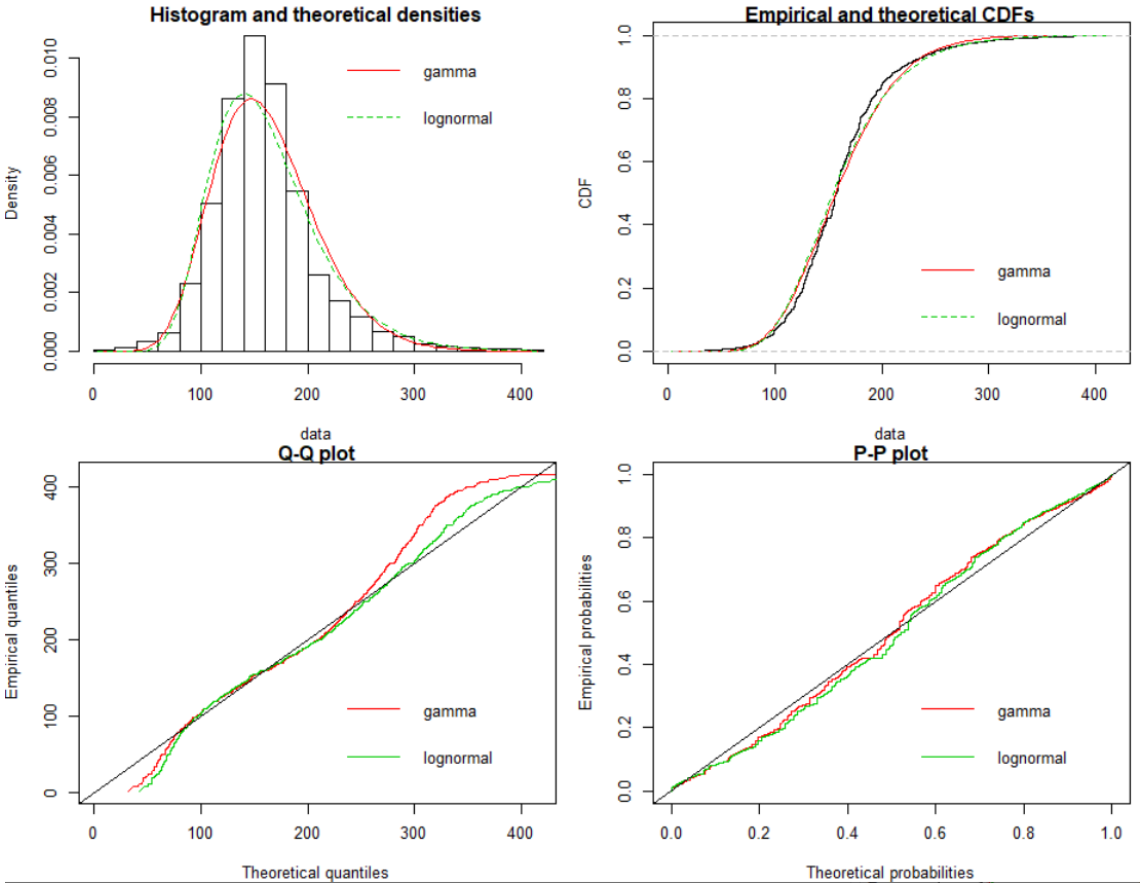



FIGURE 4.1 – Modélisation de l'acte « Monture »

Graphiquement, l'ajustement des deux lois est très proche. Néanmoins, la loi lognormale semble être légèrement plus proche des observations que la loi gamma. Cette étude graphique est ensuite approfondie grâce à l'analyse des tests statistiques :

```
Goodness-of-fit statistics
                                 gamma    lognormal
Kolmogorov-Smirnov statistic  0.06042652   0.06022904
Cramer-von Mises statistic   37.03635837  45.78791475
Anderson-Darling statistic  222.21024314 266.10537107

Goodness-of-fit criteria
                                  gamma lognormal
Akaike's Information Criterion 418686.0  420251.7
Bayesian Information Criterion 418703.1  420268.8
```

FIGURE 4.2 – Résultats des tests statistiques pour l'acte « Monture »

Les statistiques de test de Kolmogorov-Smirnov sont très proches. La statistique de la

loi log-normale est légèrement plus petite que celle de la loi gamma mais la différence n'est pas significative. La différence est plus marquée pour le test de Cramer qui préconise donc d'adopter la loi gamma. L'AIC et le BIC sont également très proches, mais légèrement plus faibles pour la loi gamma. Finalement, cet acte pourra être modélisé par la loi gamma.

#### 4.1.1.2 Exemple 2 : Modélisation de l'acte « Inlay-core »

Lorsqu'une dent est très endommagée et que la pose d'une couronne est devenue impossible, alors le patient peut se faire poser un Inlay-core. Il s'agit d'une pièce en métal sur laquelle sera posée la couronne. Dans la base de données, la moyenne des frais réels de cet acte est de 172 €. La base de remboursement est de 122,55 € ou de 144,05 € selon le type d'Inlay-core.

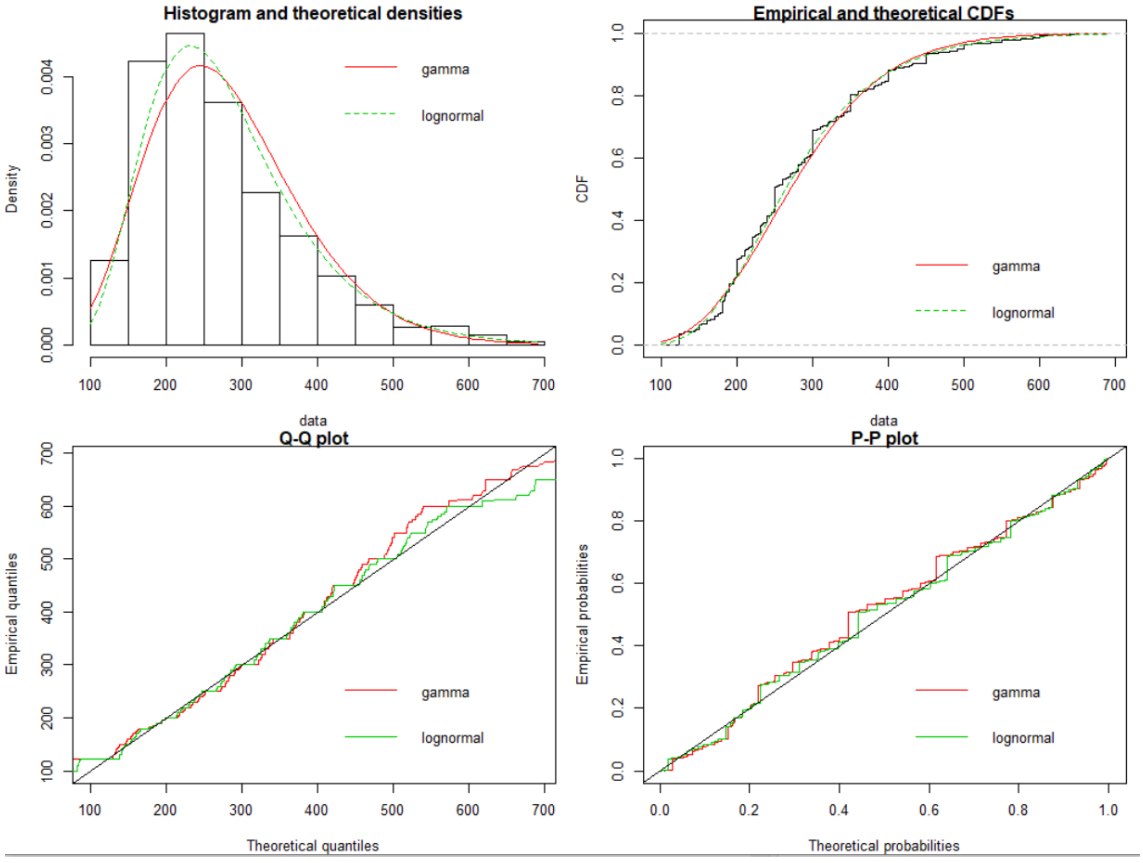



FIGURE 4.3 – Modélisation de l'acte « Inlay-core »

La conclusion de cette analyse graphique semble être la même que celle de l'acte « Monture ». Les deux lois sont très proches l'une de l'autre et la loi log-normale est

également légèrement plus proche des observations que la loi gamma. Analysons les résultats statistiques :

```
Goodness-of-fit statistics
                                    gamma    lognormal
Kolmogorov-Smirnov statistic  0.08707644  0.06477507
Cramer-von Mises statistic   14.26435246  6.65332206
Anderson-Darling statistic   83.81749868 41.33638425

Goodness-of-fit criteria
                                   gamma lognormal
Akaike's Information Criterion 181037.0  180568.7
Bayesian Information Criterion 181052.2  180584.0
```

FIGURE 4.4 – Résultats des tests statistiques pour l'acte « Inlay-core »

La statistique de test de Kolmogorov-Smirnov est plus faible pour la loi log-normale, tout comme les statistiques de Cramer-von Mises et d'Anderson-Darling. L'AIC et le BIC, bien que très proches sont également plus petits pour la loi log-normale. En conclusion, la loi log-normale est la plus adaptée pour modéliser l'acte « Inlay-core ».

#### 4.1.1.3 Exemple 3 : Modélisation de l'acte « Analyse »

L'acte « Analyse » contient différentes prestations comme les actes de biologie (analyse d'urine), les prélèvements sanguins, les frais d'analyse et d'examen liés aux dépistages, etc. Tous ces actes n'ont pas la même base de remboursement. Or, ceci pose problème pour calculer le remboursement de la complémentaire. De plus, l'étude repose sur la modélisation des frais réels supérieurs à la base de remboursement. La question qui se pose est donc de savoir quel montant de BR retenir. La décision retenue est de calculer la moyenne des bases de remboursement de l'acte « Analyse » présentes dans la base de données. La base de remboursement obtenue est alors de 17 €.

Les statistiques de test obtenues sont plus petites pour la loi log-normale que pour la loi gamma. Il en est de même pour les critères AIC et BIC. La loi de probabilité choisie pour cet acte est donc la loi log-normale.

Cependant, en étudiant les analyses graphiques, le QQ-plot montre que les deux lois ne modélisent pas très bien les observations pour des frais réels supérieurs à 100 €. Ainsi, en choisissant la loi log-normale (ou la loi gamma), ces frais seraient sous-estimés.

```
Goodness-of-fit statistics
                                    gamma    lognormal
Kolmogorov-Smirnov statistic 8.662058e-02   0.06777962
Cramer-von Mises statistic   2.314194e+02 104.84039720
Anderson-Darling statistic   1.647352e+03 893.60464878

Goodness-of-fit criteria
                                  gamma lognormal
Akaike's Information Criterion 1186397   1175096
Bayesian Information Criterion 1186416   1175115
```

FIGURE 4.5 – Résultats des tests statistiques pour l'acte « Analyse »

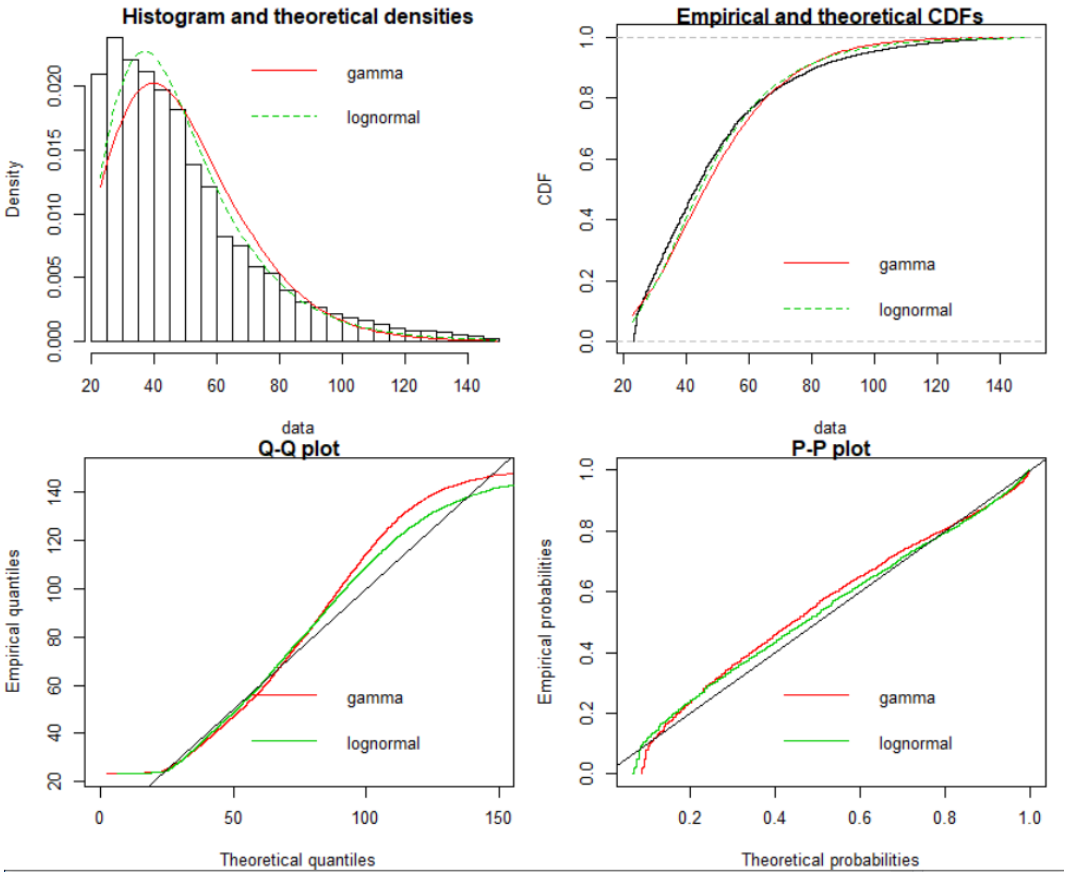



FIGURE 4.6 – Résultats des tests statistiques pour l'acte « Analyse »

Ces analyses graphiques et statistiques sont effectuées pour chaque acte. Dans la majorité des cas, comme dans les exemples précédents, les deux lois sont très proches. Finalement, dans un souci d'uniformisation des modèles et de facilité de mise en oeuvre de l'outil de tarification, tous les actes seront modélisés par la loi log-normale.

### 4.1.2 La fréquence

L'objectif est de modéliser, par acte, la variable « Quantité » de la base de données.

Tout d'abord, il convient d'étudier l'hypothèse fondamentale de la loi de Poisson, autrement dit, si l'égalité entre la variance et la moyenne est vérifiée. Il en résulte que tous les actes de la base comprend des données surdispersées, sauf l'acte monture. Cette surdispersion s'explique par la présence importante de valeurs nulles, correspondant aux assurés n'ayant pas consommé l'acte.

La loi binomiale négative (NB) et les lois à inflation de zéros (ZIP pour le modèle de Poisson et ZINB pour le modèle binomial négatif) vont donc être testées afin de répondre à cette limite de surdispersion et d'excès de zéros.

Concernant les modèles à inflation de zéros, une loi de Bernoulli est tout d'abord simulée. Le paramètre p de la loi représente la probabilité de consommer l'acte, calculée à partir de la base de données. Ensuite, une deuxième loi est simulée. Il s'agit d'une loi de Poisson pour le modèle ZIP et d'une loi binomiale négative pour le modèle ZINB. Les modélisations de ces deux lois ont été effectuées à partir de la fonction *fitdistr(data, densfun= "poisson")* et *fitdistr(data, densfun= "negative binomial")*. La loi binomiale négative est également modélisée avec la fonction *fitdistr* puis simulée.

Enfin, les quantités simulées sont comparées avec l'histogramme des observations afin d'étudier l'ajustement des lois.

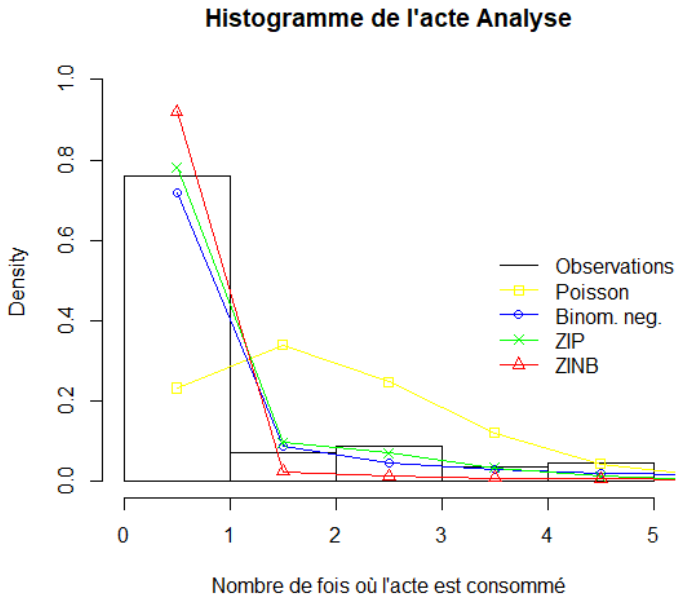



FIGURE 4.7 – Modélisation de la fréquence pour l'acte « Analyse »

Ce graphique permet de remarquer que la loi de Poisson ne s'adapte pas aux observations. Elle sous-estime largement la quantité nulle et n'est pas cohérente pour les autres quantités. Ceci s'explique par le fait que les données sont surdispersées, comme constaté précédemment.

De plus, le modèle binomial négatif à inflation de zéros ne s'ajuste pas non plus aux observations. Avec ce modèle, la valeur zéro est trop surestimée et les quantités strictement supérieures à zéro sont sous-estimées.

Enfin, les lois binomiale négative et Poisson à inflation de zéros sont très proches pour tous les actes. Graphiquement, la différence observée entre ces deux modèles réside en la simulation de la valeur zéro. Le modèle binomial négatif sous-estime la probabilité d'avoir un zéro tandis que le modèle de Poisson à inflation de zéros surestime cette probabilité. Les simulations des quantités strictement positives sont quant à elles très proches.

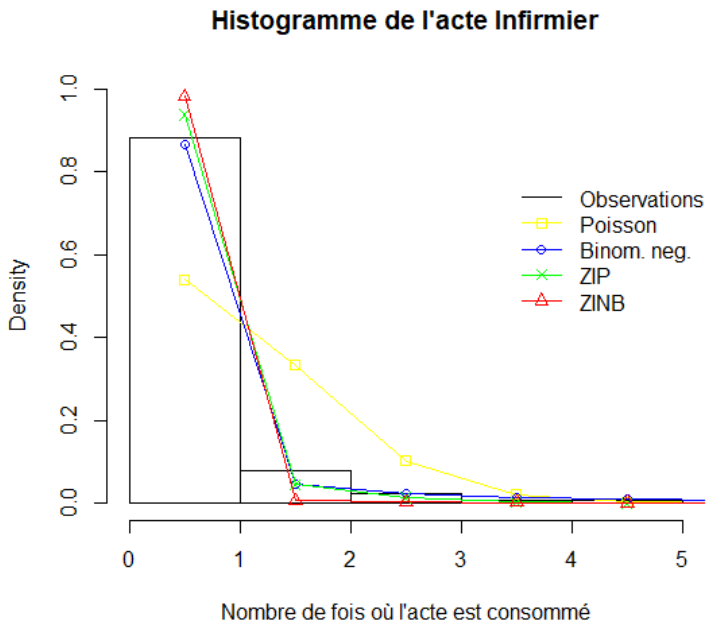



FIGURE 4.8 – Modélisation de la fréquence pour l'acte « Infirmier »

Rappelons que dans le cadre de notre étude, il s'agit de modéliser une fréquence de consommation d'actes médicaux afin de calculer le coût pour la complémentaire santé. Ainsi, il est plus prudent de retenir un modèle qui sous-estime les zéros, plutôt qu'un modèle qui surestime trop la probabilité d'absence de consommation de l'acte. Le risque serait alors de sous-estimer la fréquence de consommation moyenne, et donc, de sous-tarifer le contrat.

Ainsi, la moyenne des simulations de chaque modèle est comparée, par acte, avec la moyenne des fréquences de la base. En observant les résultats, les moyennes des modèles sont très proches et aucune conclusion n'est alors évidente. En revanche, la loi NB sous-estime plus souvent la fréquence que le modèle ZIP.

Pour 20 % des actes, les deux modèles sous-estiment la fréquence. Dans ces cas, le modèle ZIP sous-estime légèrement moins que le modèle NB, bien que les sous-estimations dont il s'agit sont très faibles (écarts de 2 % en moyenne).

Pour 20 % des actes, les deux modèles surestiment la fréquence. Dans ces cas, le modèle ZIP surestime légèrement moins que le modèle NB ; mais ce point n'est pas déterminant dans le choix du modèle puisque le risque de sous-tarifier dû à une sous-estimation de la fréquence est éliminé.

Dans les cas restants, c'est-à-dire lorsqu'un modèle sous-estime la fréquence alors que l'autre la surestime, le modèle ZIP sous-estime moins souvent la fréquence que la loi NB.

Finalement, bien que les résultats des deux lois semblent très proches, le modèle Poisson à inflation de zéros semble plus prudent. Ainsi, la fréquence sera modélisée par une loi de Poisson à inflation de zéros dans le nouvel outil de tarification.

### 4.1.3 Intervalle de confiance

Comme spécifié précédemment, des intervalles de confiance sont obtenus grâce aux simulations de la méthode stochastique. La construction d'un intervalle de confiance permet de prendre en compte les écarts possibles entre la charge de sinistres estimée et la charge de sinistres qui va réellement se produire. En considérant un intervalle de niveau de confiance alpha, alors la charge de sinistres réelle se situera dans l'intervalle de confiance avec une probabilité alpha.

L'histogramme 4.9 représente toutes les primes pures simulées. La prime pure utilisée pour la tarification est la moyenne des simulations, soit 405,62 €.

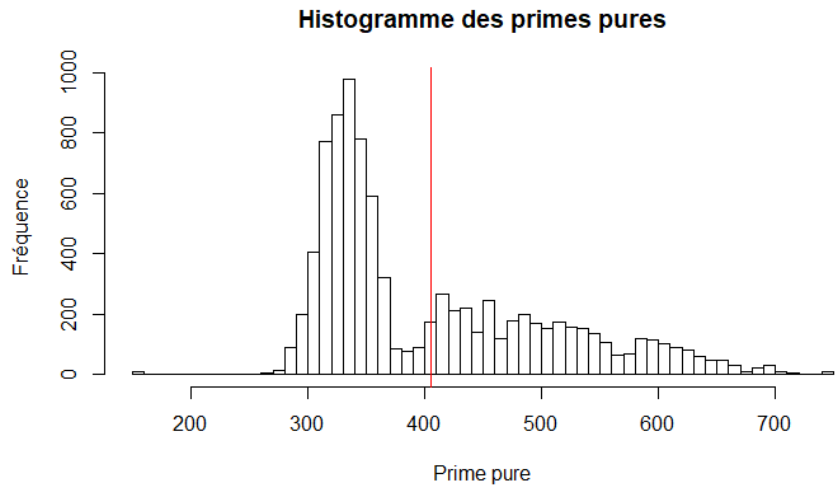



FIGURE 4.9 – Histogramme des primes pures

La densité des primes pures ainsi que les quantiles sont représentés ci-dessous :

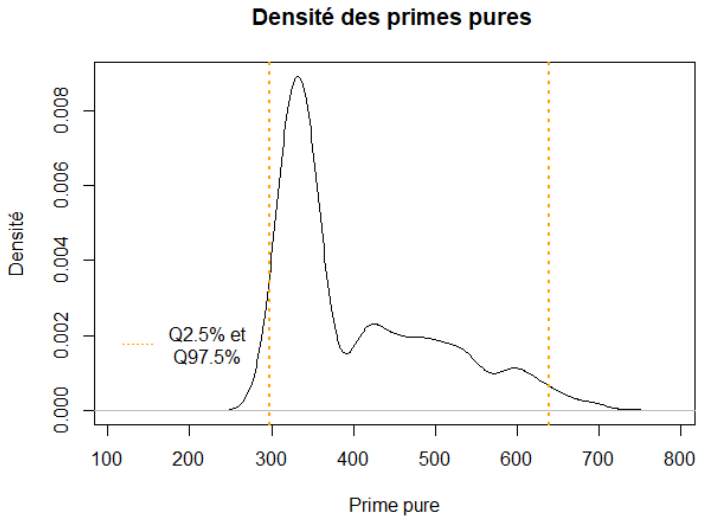



FIGURE 4.10 – Densité des primes pures

Les résultats obtenus sont donc :

| Prime pure moyenne | $\text{Quantile}_{2.5\%}$ | $\text{Quantile}_{97.5\%}$ |
|---|---|---|
| 405,62 | 297,41 | 638,65 |

TABLE 4.1 – Quantiles des Primes pures

Ainsi, avec un niveau de confiance alpha de 5 %, la charge de sinistres se situera entre 297,41 € et 638,65 € dans 95 % des cas. Si la probabilité d'avoir un montant inférieur à 297,41 € ne pose pas de problème, avoir un montant supérieur au quantile à 97,5 % peut être problématique. Les primes perçues ne permettront pas de faire face aux paiements des sinistres. Ceci implique donc la nécessité de calculer une marge de sécurité.

La marge de sécurité peut être obtenue en calculant la moyenne des primes pures se trouvant dans la queue de distribution de droite ; puis, en divisant cette moyenne par la prime pure moyenne du contrat. La marge de sécurité peut alors s'écrire :

$$\text{Marge de sécurité } = \frac{\frac{max(PP) - Q_{97,5\%}(PP)}{2}}{Moyenne(PP)} \times 100$$

avec PP la prime pure moyenne

La marge de sécurité obtenue est égale à 13 %.

## 4.2 Application de la méthode par répartition

### 4.2.1 La répartition des coûts

Rappelons que le logiciel ayant précédemment servi d'exemple utilise la méthode par répartition et considère les coûts minimum, moyen et maximum pour chaque acte. L'objectif de cette partie est d'optimiser la méthode en considérant plus de trois coûts. La modélisation doit au moins comporter un coût minimum et un coût maximum. Le coût minimum correspond au montant de la base de remboursement de l'acte. Le coût maximum correspond au frais réel maximum de l'acte, observé sur la base de données. Il faut à présent déterminer les autres coûts à retenir.

Premièrement, les coûts retenus sont les déciles des frais réels de chaque acte, situés entre le coût minimum et le coût maximum. Les déciles correspondent aux neuf valeurs qui divisent la distribution des frais réels en dix parties égales. Il y a donc neuf coûts retenus entre le coût minimum et le coût maximum, comme illustré dans la Table 4.2.

Pour chaque coût retenu, il faut calculer le coefficient de répartition. Concernant le coût minimum, le coefficient de répartition est déterminé à partir de la base de données. Il s'agit de la part des frais réels égaux à la BR. Ce pourcentage est appelé alpha. Concernant les déciles, le coefficient de répartition est de 10 %.

La répartition des frais réels est représentée dans le tableau ci-dessous :

| Coût | Min | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ | $D_4$ | ... | $D_8$ | $D_9$ | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Répartition | $\alpha$ % | 10 % | 10 % | 10 % | 10 % | ... | 10 % | 10 % | 10 % |

Table 4.2 – Segmentation des frais réels n°1

Il est important de vérifier que les coût retenus et les coefficients de répartition soient fidèles à la distribution des frais réels observés. Pour cela, la moyenne des frais réels observés dans la base de données est comparée à la moyenne des déciles, pondérés par les coefficients de répartition. La vérification s'effectue également en comparant les écarts-types.

$$\underset{\text{des déciles}}{\text{Moyenne pondérée}} = \frac{\alpha\%\ Min + \sum_{i=1}^{9} 10\% D_i\ + 10\%\ Max}{\alpha + 100\%}$$

La vérification est alors effectuée pour chaque acte, avec la répartition de la Table 4.2. Il se trouve que les moyennes pondérées des déciles sont généralement plus élevées que les moyennes des frais réels de la base. Ceci reviendrait donc, d'un point de vue tarification, à surestimer le coût de l'acte et donc à surtarifer le contrat. Ces écarts n'étant pas négligeables, une autre répartition des frais réels doit alors être testée.

Il se trouve que les déciles à 90 % et 100 % sont très espacés. Ainsi, la distribution des frais réels risque d'être mal représentée dans cet intervalle. Pour faire face à ce problème, le dernier décile est divisé en quartiles. Le coefficient de répartition de ces quartiles est alors de 2,5 %. La répartition des coûts retenus est alors :

| Coût | Min | $D_1$ | ... | $D_9$ | $D_9\ Q_{25\%}$ | $D_9\ Q_{50\%}$ | $D_9\ Q_{75\%}$ | Max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Répartition | alpha % | 10 % | ... | 10 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % | 2.5 % |

TABLE 4.3 – Segmentation des frais réels n°2

Avec cette nouvelle répartition, la moyenne et l'écart-type obtenus coïncident avec ceux de la base. En effet, par acte, l'écart entre la moyenne obtenue et la moyenne de la base est de 0,2 % en moyenne. Ce deuxième modèle de répartition est alors retenu.

### 4.2.2 La fréquence

La fréquence moyenne est calculée par acte, à partir de la base de données. Elle est obtenue en calculant tout d'abord le nombre de fois où l'acte est utilisé par tous les assurés : c'est la quantité totale. Parallèlement, les expositions des assurés du portefeuille sont sommées. (cf Partie 2.1.1.1 pour le calcul de l'exposition). Finalement, la fréquence est obtenue en divisant la quantité de l'acte par l'exposition totale.

Ainsi, la fréquence d'un acte s'écrit comme :

$$F = \frac{\text{Quantité (Nombre de fois où l'acte est consommé)}}{\text{Exposition du portefeuille}}$$

## 4.3 Calcul et lissage des coefficients correcteurs

Les deux méthodes testées précédemment permettent d'obtenir un coût moyen, une fréquence moyenne, et donc, une prime pure. Le résultat obtenu correspond à la prime pure moyenne d'un assuré. Comme expliqué dans la partie 3.6, la prime pure doit être ajustée à partir de coefficients correcteurs.

Les coefficients correcteurs sont calculés par sexe, par âge et par CSP pour les adultes, et uniquement par âge et CSP pour les enfants. Les courbes sont tout d'abord lissées par la méthode de Whittaker-Henderson, puis, une courbe de tendance est ajoutée à la courbe lissée. La régression retenue est celle qui maximise le coefficient de détermination $R^2$.

### 4.3.1 Coefficients correcteurs des adultes

Le graphique ci-dessous représente les coefficients correcteurs des hommes, selon l'age et la CSP. Le lissage a été effectué à partir de la méthode de Whittaker-Henderson avec les paramètres z = 2 et h = 5. Les régressions polynomiales retenues afin d'obtenir un coefficient de détermination $R^2$ supérieur à 0,99 sont de degré 2 pour les CSP ETAM et ouvrier, et de degré 3 pour la CSP cadre.

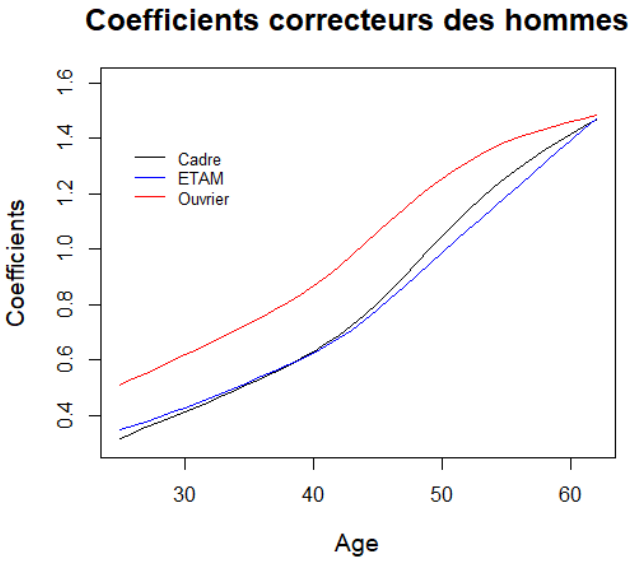



FIGURE 4.11 – Coefficients correcteurs des hommes

La consommation des cadres est inférieure à celle des ETAM, elle-même inférieure à celle des ouvriers. Or, cette conclusion n'est pas valable pour tous les postes médicaux.

L'étude des graphiques suivants va illustrer ce propos.

Le premier graphique 4.12 met en évidence que l'hospitalisation est un poste pour lequel les hommes ouvriers consomment plus que les cadres et les ETAM. Ceci peut s'expliquer par le fait que le travail des ouvriers, plus pénible que celui des cadres est plus propice à des problèmes entraînant des hospitalisations.

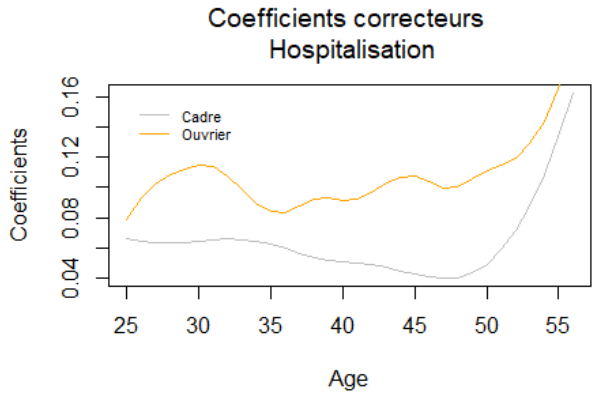



FIGURE 4.12 – Coefficients correcteurs pour le poste Hospitalisation

En revanche, en dentaire, la consommation est supérieure chez les hommes cadres. En effet, les prothèses dentaires sont des équipements onéreux avec un reste à charge important. Or, les cadres ont en général de meilleures garanties que la classe ouvrière. Ainsi, le reste à charge est en principe plus important pour les ouvriers. De plus, ce coût est d'autant plus conséquent pour ces derniers puisqu'ils ont un revenu plus faible que les cadres.

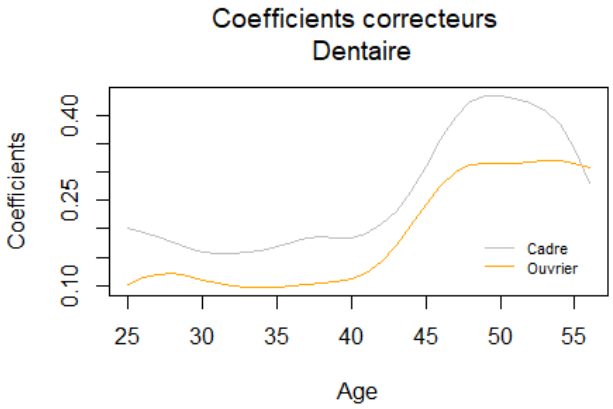



FIGURE 4.13 – Coefficients correcteurs pour le poste Dentaire

### 4.3.2 Coefficients correcteurs des enfants

Les coefficients correcteurs des enfants ont été calculés uniquement en fonction de la CSP et de l'âge. En effet, aucun impact significatif sur la consommation dû au sexe de l'enfant n'a été observé. Les graphiques suivant illustrent pour chaque CSP, les coefficients correcteurs bruts, lissés et avec régression.

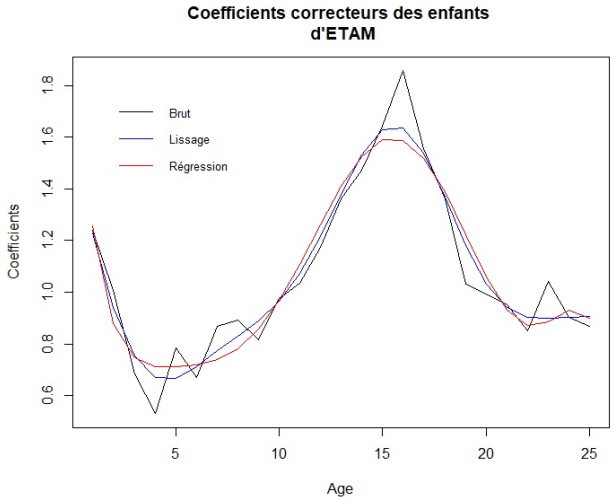



FIGURE 4.14 – Coefficients correcteurs des enfants d'ETAM

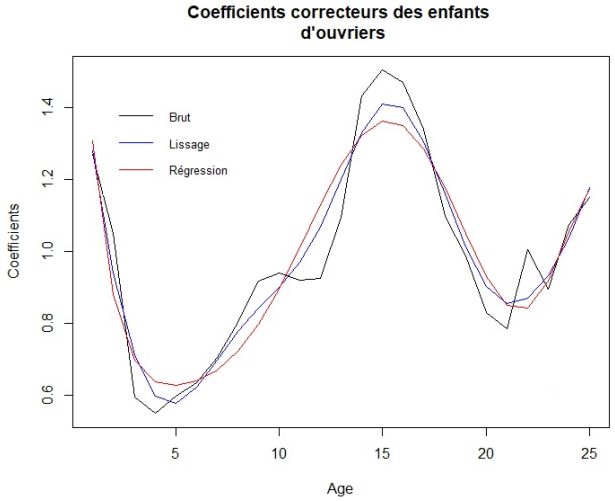



FIGURE 4.15 – Coefficients correcteurs des enfants d'ouvriers

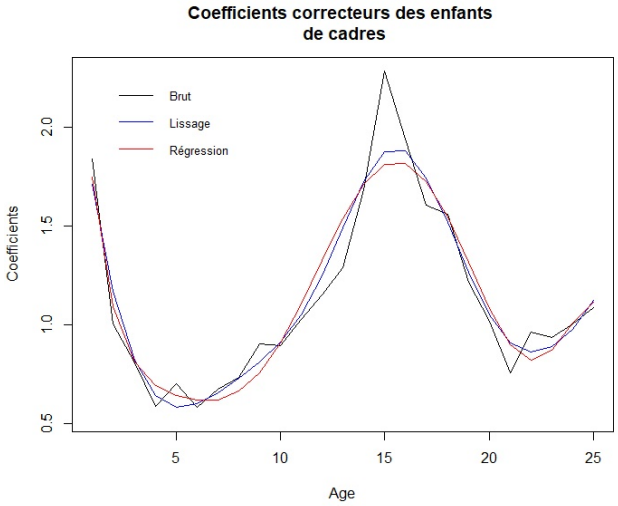



FIGURE 4.16 – Coefficients correcteurs des enfants de cadres

Le lissage a été effectué à partir de la méthode de Whittaker-Henderson avec les paramètres z = 2 et h = 5. Pour chacune des CSP, la régression polynomiale retenue est de degré 7 avec un coefficient de détermination $R^2$ supérieur à 0,99.

Après le lissage des courbes et leur régression, ces dernières sont superposées afin d'établir une comparaison entre les CSP. Quelque soit la catégorie socio-professionnelle du parent à laquelle l'enfant est rattaché, la courbe des coefficients correcteurs présente les mêmes sens de variation : un premier pic qui suit la naissance de l'enfant et un second pic durant l'adolescence.

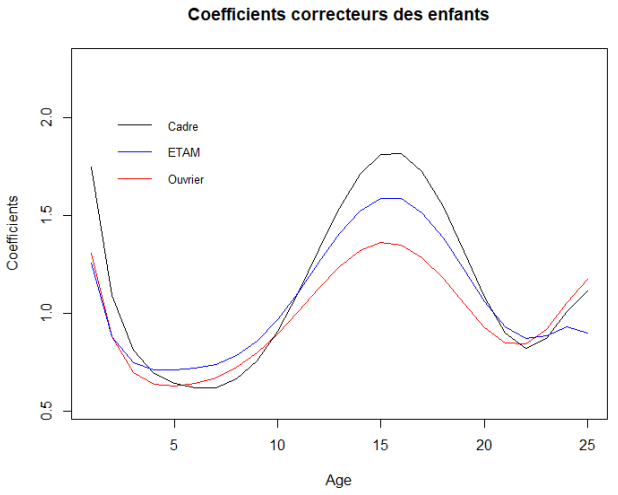



FIGURE 4.17 – Coefficients correcteurs des enfants après lissage et régression

La consommation des enfants entre les différentes catégories socio-professionnelles est différente de celles des adultes. En effet, pour ces derniers, les ouvriers consomment plus que les cadres, alors qu'il s'agit du contraire pour leurs enfants.

Une différence est également notable entre la consommation des enfants d'ouvriers et les enfants de cadres lors des pics de consommation. En effet, ces pics qui ont lieu à la naissance et durant l'adolescence sont largement moins marqués chez les enfants d'ouvriers que chez les enfants de cadres. Les ouvriers ayant en général des salaires plus faibles et des garanties moins avantageuses que les cadres, ont tendance à moins équiper leurs enfants d'appareils dentaires.

## 4.4 Résultats et comparaison des méthodes

L'évaluation des deux méthodes précédentes (modélisation stochastique et modélisation par répartition) consiste tout d'abord à effectuer la tarification du contrat du client dont provient la base de données. Le but est d'alors de trouver une prime pure qui se rapproche le plus du tarif à l'équilibre du client.

Ce dernier propose un contrat avec deux niveaux de gamme : une base et une option. L'évaluation des méthodes portera sur le contrat de base. Le tarif de la base est exprimé par CSP et avec un tarif unique. Ce tarif est ensuite ajusté à partir du S/P fourni afin de trouver le prix à l'équilibre (c'est-à-dire avec un S/P égal à 100 %).

À l'équilibre, les tarifs du contrat de base sont donc :

| Prime pure HT | Cadre | ETAM | Ouvrier |
|---|---|---|---|
| Unique | 85,48 | 98,04 | 103,05 |

Table 4.4 – Primes pures à l'équilibre

Ces tarifs sont des primes mensuelles exprimées en €, hors taxes et chargements compris.

Or, les tarifs incluent de la solidarité. Autrement dit, l'écart entre la prime des ouvriers et celle des cadres est en réalité plus grand. Mais, par solidarité, les primes sont réajustées de sorte que les cadres prennent à leur charge une partie de la prime des ouvriers. Partant de ce principe, il est donc nécessaire de calculer la prime pure totale du portefeuille, toutes CSP confondues. Ainsi, la comparaison devient possible.

La prime totale du portefeuille obtenue avec chaque méthode est comparée avec celle du client. Les écarts obtenus sont les suivants :

| | Méthode stochastique | Méthode par répartition |
|---|---|---|
| Ecart | + 3,48 % | +3,59 % |

TABLE 4.5 – Écart entre le tarif à l'équilibre et le tarif obtenu avec chaque méthode

Les deux méthodes trouvent une prime pure supérieure à celle du client. Au vue de ces résultats, les deux méthodes donnent des résultats très proches, bien que la méthode stochastique permette d'obtenir une prime pure plus proche du tarif à l'équilibre.

Or, le résultat n'est pas le seul point à prendre en compte pour choisir la méthode à implémenter dans le nouvel outil de tarification. En effet, dans une perspective d'évolution, l'outil doit être en mesure de s'adapter à de nouvelles données. De ce fait, une méthode peu complexe facilitera l'adaptabilité de l'outil. Il s'avère donc utile de comparer la difficulté de mise en oeuvre des méthodes.

La méthode stochastique nécessite de modéliser chaque acte et d'effectuer un grand nombre de simulations de frais réels et de fréquence. Chacune des simulations doit être gardée en mémoire afin de calculer la prime pure du contrat (rappelons que pour obtenir la prime pure d'un acte, chaque coût simulé est multiplié par chaque fréquence simulée). En revanche, la méthode par répartition ne conserve que quatorze quantiles de frais réels dans notre méthode.

Finalement, la méthode par répartition semble être la moins complexe à mettre en oeuvre, sans pour autant diminuer la qualité des résultats. Ainsi, l'outil de tarification sera implémenté avec la méthode par répartition reposant sur la segmentation de la table 4.3.

# Chapitre 5

# L'outil de tarification

Dans ce chapitre, la première partie présentera la structure de la nouvelle version du tarificateur. Une deuxième partie sera consacrée au pilotage de l'outil, et, en particulier, au pilotage de la réforme du 100 % Santé.

## 5.1 Présentation de l'outil

Le nouvel outil de tarification a été créé sur Excel. Sa structure est décrite ci-dessous.

### 5.1.1 La population d'assurés

La première feuille de l'outil permet de renseigner toutes les caractéristiques de la population du portefeuille. Le tarificateur doit indiquer, par CSP, pour les hommes, les femmes et les enfants, le nombre d'assurés ainsi que leur moyenne d'âge.

Il doit également renseigner le nombre d'assurés principaux par CSP. Il s'agit du nombre par lequel la prime pure de la CSP est divisée pour avoir le montant de la prime pure unique. En effet :

$$\text{PP unique}_{CSP} = \frac{\text{PP}_{CSP}}{\text{Nombre d'assurés principaux de la CSP}}$$

Il faut également renseigner le nombre d'assurés principaux Isolé, Duo et Famille pour calculer les primes Isolé/Duo/Famille et Isolé/Famille.

### 5.1.2 La grille de garanties

La feuille « grille de garanties » présente tous les types d'actes retenus (cf C.1). Il faut alors renseigner les niveaux de garanties du contrat à tarifer pour chacun des actes de la grille.

Pour chacun des actes, il est possible de tarifer des garanties exprimées en :

— pourcentage des frais réels ;

— pourcentage de la base de remboursement ;
— pourcentage du ticket modérateur ;
— pourcentage du PMSS ;
— forfait en euro.

L'outil est également adapté aux garanties exprimées en deux parties, comme par exemple, 100 % TM + 150 % BR ou 100 % TM + 300 €.

Il est également possible de choisir si le remboursement est « y compris SS » ou « en complément de la SS ».

L'outil permet de tarifer plusieurs options. Ainsi, l'outil présente un tableau de garanties à remplir par option à tarifer.

### 5.1.3 Résultat des primes

La dernière feuille de l'outil, consacrée aux résultats, affiche les primes pures et commerciales par CSP et par option tarifée. Ces primes sont exprimées avec différentes structures : Unique, Isolé/Duo/Famille et Isolé/Famille.

### 5.1.4 La base de tarification

Certaines feuilles de l'outil comportent des données indispensables à la tarification mais il n'est pas nécessaire qu'elles soient visibles par le tarificateur. Ces feuilles comportent les informations suivantes :

— les déciles et quartiles de frais réels pour chaque acte ;
— les coefficients de répartition ;
— le calcul du remboursement de la complémentaire y compris SS pour chaque déciles et quantiles ;
— le calcul du remboursement de la complémentaire en complément de la SS pour chaque déciles et quantiles ;
— la fréquence de chaque acte ;
— les bases de remboursement et taux de prise en charge par la Sécurité sociale ;
— les coefficients correcteurs.

Un tableau récapitulatif a été construit à partir de ces données pour plus de visibilité.

## 5.2 Pilotage de l'outil et 100 % Santé

### 5.2.1 Le pilotage

L'outil de tarification santé peut être mis à jour dès que la réglementation l'impose. En effet, les bases de remboursement et les frais réels (déciles et quantiles) sont des valeurs qui peuvent être modifiées.

Il est également possible de vérifier si le contrat est responsable ou non. Pour cela, il suffit de renseigner les critères du contrat responsable. Si ces derniers sont respectés, alors la taxe de solidarité additionnelle (TSA) permettant d'obtenir la prime commerciale est automatiquement ajustée. Ces critères seront à mettre à jour avec la mise en place de la réforme du 100 % Santé.

Dans l'hypothèse que la base de données ne peut pas être mise à jour chaque année, un coefficient de réajustement des frais réels peut être appliqué. Il peut s'appuyer sur l'indice des prix à la consommation (IPC) produit par l'INSEE sur les postes de la CSMB (Consommation de biens et soins médicaux). Il peut également prendre la valeur du taux de l'ONDAM (Objectif national de dépenses d'assurance maladie). Il s'agit d'un indicateur permettant de maîtriser les dépenses de l'assurance maladie.

### 5.2.2 Le pilotage de la réforme du 100 % Santé

La réforme du 100 % Santé est un sujet essentiel dans le pilotage de l'outil. L'outil créé permet de tarifer un contrat suite à la réforme du 100 % Santé. En effet, les actes relevant des nouveaux paniers figurent dans la grille de garantie. Cependant, quelques paramètres sont à déterminer et relèvent aujourd'hui d'hypothèses. Ainsi, il est important de laisser la possibilité au tarificateur de piloter ces paramètres. Ces paramètres sont :

— l'augmentation de la fréquence de consommation ;

— la répartition des assurés entre les différents paniers : combien de personnes vont avoir recours au panier 100 % Santé ?

Ces paramètres sont à déterminer pour chaque acte concerné par la réforme du 100 % Santé. De plus, selon le niveau de garantie à tarifer (entrée de gamme, milieu de gamme et haut de gamme), ces paramètres peuvent être différents. Ainsi, le tarificateur doit pouvoir ajuster ces paramètres selon le contrat qu'il tarifie.

L'étude suivante n'a pas pour objectif de déterminer un impact chiffré de la réforme du 100 % Santé mais vise à montrer l'intérêt du pilotage dans la mise en place de la réforme.

#### 5.2.2.1 L'audiologie

Rappelons qu'en audiologie, les équipements appartiendront soit à la classe I qui correspond au 100 % Santé, soit à la classe II (prix libres). La BR était de 200 € en 2018 et passera à 400 € en 2021.

**Présentation des scénarios**

Les trois prochains graphiques permettent d'observer l'impact de la réforme en audiologie en fonction de l'augmentation de la fréquence de consommation et de la répartition des assurés entre les paniers. Le premier graphique présente l'impact pour un contrat entrée de gamme, le deuxième pour un contrat milieu de gamme, et le dernier pour

un contrat haut de gamme. Pour chaque graphique, trois scénarios sont étudiés. Ils représentent des répartitions différentes entre la classe I et la classe II. Selon le niveau de gamme du contrat, ces scénarios ne sont pas les mêmes. Sur les contrats entrée de gamme, un important recours au panier 100 % Santé semble être une hypothèse cohérente. Les répartitions étudiées sont donc les suivantes :

— 70 % pour la classe I et 30 % pour la classe II ;

— 80 % pour la classe I et 20 % pour la classe II ;

— 90 % pour la classe I et 10 % pour la classe II.

Les mêmes scénarios seront utilisés pour l'étude d'un contrat milieu de gamme.

En revanche, sur des contrats haut de gamme, un faible taux de recours au panier 100 % Santé peut être considéré. En effet, les bons niveaux de garantie permettent déjà d'avoir des équipements avec un faible reste à charge (ou même voire nul). La réforme du 100 % Santé visant à lutter contre le renoncement aux soins ne concerne donc pas particulièrement les garanties haut de gamme. Les répartitions étudiées sont donc les suivantes :

— 50 % pour la classe I et 50 % pour la classe II ;

— 40 % pour la classe I et 60 % pour la classe II ;

— 30 % pour la classe I et 70 % pour la classe II.

Par exemple, une répartition de 40 % pour la classe I et 60 % pour la classe II est notée « 40/60 » dans la légende des graphiques.

En audiologie, le taux de renoncement pour des raisons financières serait de 32,5 % selon l'enquête santé-protection sociale 2014 EHS-ESPSIRDES. Dans l'hypothèse où toutes les personnes concernées par le renoncement aux soins s'équipent d'appareils auditifs après la mise en place de la réforme, alors il y aura une augmentation de la fréquence de 48,8 %. ($\frac{32,5\ \%}{1-32,5\ \%} = 48,8\ \%$).

C'est pourquoi les graphiques suivant étudient une augmentation de la fréquence allant jusqu'à 50 %.

**Les hypothèses**

Les hypothèses posées sont les suivantes :

— Les équipements du panier 100 % Santé seront facturés au plafond limite de vente (PLV). Il y a donc égalité entre frais réels et PLV. En effet, si le patient est remboursé en intégralité jusqu'au PLV, alors il semble probable que les praticiens facturent leurs équipements à ce prix (950 € pour une prothèse auditive).

— L'augmentation de la fréquence de consommation est uniquement répartie dans le panier 100 % Santé. L'hypothèse considère donc que les personnes touchées par le renoncement aux soins qui s'équiperont suite à la réforme (d'où l'augmentation de la fréquence), auront recours au panier 100 % Santé.

— Les frais réels de la classe II sont supérieurs au PLV de la classe I. En effet, l'hypothèse suppose ici qu'un équipement de classe II, étant de meilleure qualité, coûtera plus cher qu'un équipement de classe I.

**Les résultats**

Observons à présent les impacts de la réforme sur la prime pure de l'acte « Prothèse auditive » et sur la prime pure totale du contrat. Précisons que sur ces graphiques, l'axe des ordonnées à gauche représente l'impact sur la prime pure de l'acte « Prothèse auditive » et l'axe des ordonnées à droite représente l'impact sur la prime pure totale du contrat. Précisons également qu'un impact positif représente une perte pour l'assureur, et, inversement, un impact négatif représente un gain pour l'assureur.

- Contrat entrée de gamme :

Sur un contrat entrée de gamme, la réforme du 100 % Santé implique une hausse des coûts pour la complémentaire santé. Plus précisément, chaque panier engendre un coût supplémentaire. Le contrat entrée de gamme considéré dans cette étude est une garantie de 100 % TM + 500 €.

En effet, avant la réforme, le remboursement de ce contrat entrée de gamme était au maximum (et donc dans la majorité des cas) égal à :

$$100\ \%\ \mathrm{TM} + 500\ € = (1 - 60\ \%) \times 200\ € + 500\ € = 580\ € \tag{5.1}$$

Or, après la réforme, le remboursement d'une prothèse auditive du panier 100 % Santé sera égal à 710 € si elle est facturée au PLV :

$$\mathrm{PLV} - \mathrm{RSS} = 950\ € - 60\ \% \times 400\ € = 710\ € \tag{5.2}$$

Ce montant est considéré comme étant le coût de l'acte « Prothèse auditive 100 % Santé », enregistré dans l'outil de tarification.

De plus, un équipement de classe II sera remboursé au maximum à :

$$100\ \%\ \mathrm{TM} + 500\ € = (1 - 60\ \%) \times 400\ € + 500\ € = 660\ € \tag{5.3}$$

Les coûts de ces deux paniers étant proches (équations 5.2 et 5.3), l'assureur ne sera pas impacté différemment selon la répartition entre les deux paniers. Ceci explique pourquoi les droites de la Figure 5.1 sont collées.

En revanche, l'impact sur la PP est différent selon l'augmentation de la fréquence. En effet, l'augmentation de la fréquence est uniquement répartie sur le panier 100 % Santé ; panier qui constitue le principal recours des assurés dans les scénarios étudiés.

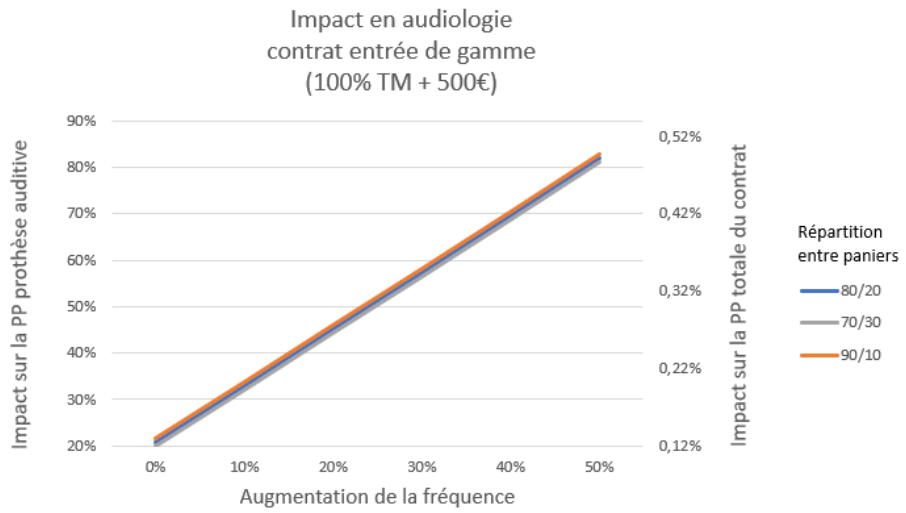



FIGURE 5.1 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme en audiologie

Ainsi, l'impact de la réforme est défavorable pour la complémentaire mais ne dépend pas du scénario de répartition. En revanche, il sera amplifié avec l'augmentation de la fréquence.

- Contrat milieu de gamme :

Pour un contrat milieu de gamme, c'est-à-dire avec une garantie de 100 % TM + 1000 € dans cette étude, la réforme peut générer un gain ou une perte pour l'assureur selon l'augmentation de la fréquence.

Avant la réforme, une garantie de 100 % TM + 1000 € correspond au maximum à un remboursement complémentaire de 1080 €. La garantie n'étant pas toujours consommée dans son intégralité, le remboursement moyen de la complémentaire est d'environ 929 € d'après la base de données étudiée.

Après la réforme, un équipement du panier 100 % Santé constitue donc un bénéfice (de 24 %), et un équipement de classe II représente une très légère perte. En effet, une des hypothèses considère que les frais réels de classe II seront supérieurs au PLV, soit 950 €. Ainsi, tant que la fréquence n'excède pas 20 %, le gain de la classe I compense la perte de la classe II.

De plus, pour un contrat milieu de gamme, l'écart de coût entre les deux paniers est plus important que pour un contrat entrée de gamme. L'écart est de 50 € entre la classe I et II pour le contrat entrée de gamme (équations (5.2) et (5.3)), alors qu'il est estimé à 260 € à partir de notre base de données pour le contrat milieu de gamme. La répartition entre les paniers a donc un impact différent sur la prime pure ; ce qui explique que l'écart

entre les droites s'est agrandi.

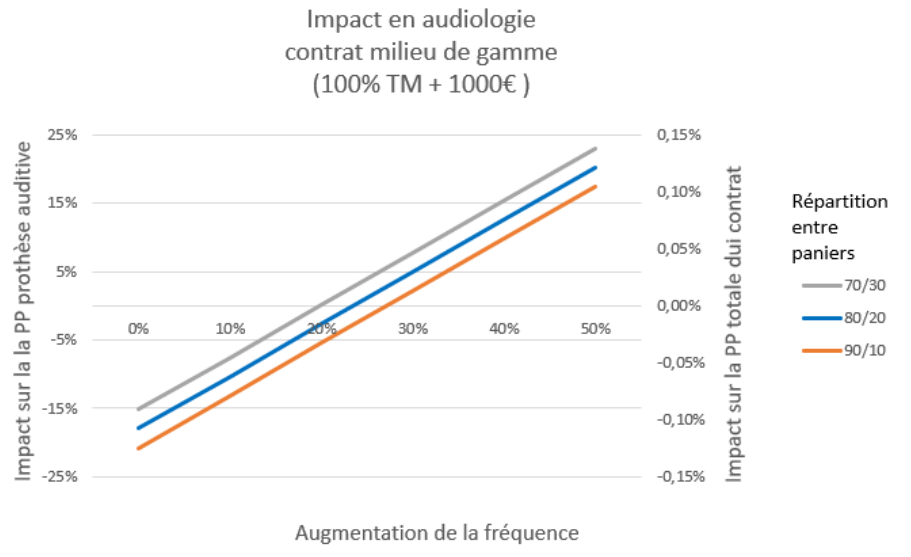



FIGURE 5.2 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat milieu de gamme en audiologie

Ainsi, l'impact pour l'assureur est différent selon la répartition entre les deux classes, et selon l'augmentation de la fréquence de consommation.

- Contrat haut de gamme :

Actuellement, le contrat responsable n'impose pas de plafond de remboursement en audiologie. En revanche, à partir de janvier 2021, le remboursement des prothèses auditives sera plafonné à 1700 € y compris SS. Ainsi, un contrat haut de gamme proposant aujourd'hui une garantie 100 % TM + 1500 € ne sera plus responsable avec la réforme. L'étude suivante fait donc l'hypothèse que la garantie de ce contrat sera abaissée à 100 % TM + 1300 € afin qu'il devienne responsable.

Avant la réforme, un contrat proposant une garantie de 100 % TM + 1500 € soit 1660 € maximum, a un coût moyen de 935 € selon notre base de données.

Or, après la réforme, malgré l'abaissement de la garantie à 100 % TM + 1300 €, un équipement de classe II produit une perte pour l'assureur. En effet, selon l'une des hypothèses de l'étude, les frais réels du panier libre seront supérieurs au PLV, c'est-à-dire supérieurs à 950 €. De plus, la base de remboursement passera de 200 € à 400 €. Ainsi, avec la nouvelle garantie ajustée au contrat responsable, le coût moyen pour l'assureur serait de 1083 €. Le panier libre engendre donc une perte d'environ 15 %.

En revanche, le panier 100 % Santé procure quant à lui un gain pour l'assureur (580 € pour le panier 100 % Santé).

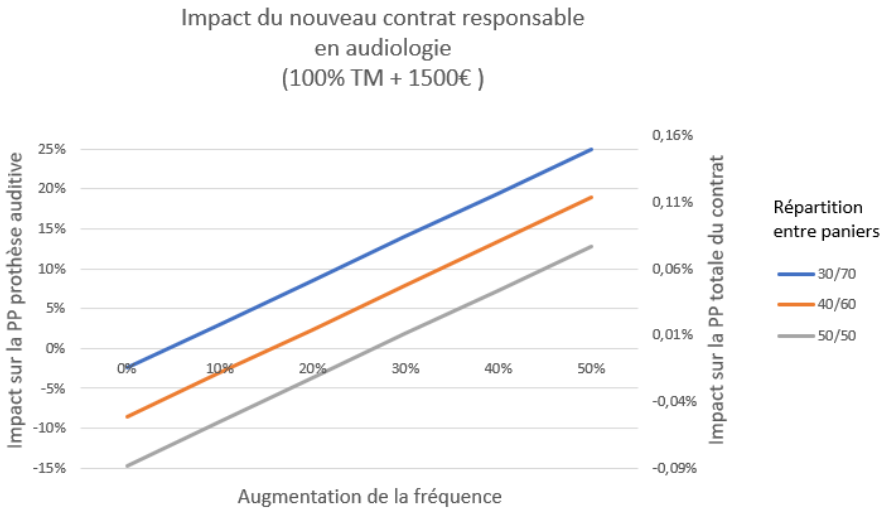



FIGURE 5.3 – Étude de l'impact du 100 % Santé sur le nouveau contrat responsable en audiologie

Ainsi, si on considère qu'un tel niveau de garantie ne connaîtra pas d'augmentation de fréquence et que la répartition qui se produira sera l'une des scénarios étudiés, alors la réforme se traduira par un bénéfice pour l'assureur. (En revanche, si plus de 70 % des assurés ont recours à la classe II, il s'agira d'une perte pour l'assureur, même sans augmentation de la fréquence). Néanmoins, si la fréquence augmente, l'impact pourra s'inverser et dépendra du scénario de répartition retenu.

Finalement, pour un contrat entrée de gamme, l'impact pour l'assureur ne dépendra pas de la répartition retenue dans l'outil de tarification. Mais, plus la garantie à tarifer est avantageuse, plus l'hypothèse de répartition entre ces derniers aura un impact sur les résultats de la tarification.

#### 5.2.2.2 L'optique

Rappelons qu'en optique, les montures et les verres pourront appartenir à la classe A (panier 100 % Santé) ou à la classe B.

**Présentation des scénarios**

L'étude de l'impact du 100 % Santé sur l'optique est effectuée selon différents scénarios de répartition entre la classe A et la classe B, tout en sachant qu'un faible recours est attendu dans la classe A pour des contrats haut de gamme.

Le taux de renoncement est estimé à 10 % en optique [1]. Dans l'hypothèse où toutes les personnes concernées par le renoncement s'équipent après la mise en place de la réforme, alors il y aura une augmentation de la fréquence de 11 %. ($\frac{10\ \%}{1-10\ \%} = 11\ \%$). C'est pourquoi les graphiques suivant étudient une augmentation de la fréquence allant jusqu'à 10 %.

**Les hypothèses**

Les hypothèses considérées sont les mêmes que pour l'audiologie. Ainsi, les frais réels de la classe A sont limités au PLV, les frais réels de la classe B sont supposés supérieurs au PLV, et l'augmentation de la fréquence est entièrement attribuée à la classe A.

**Les résultats de l'acte « Monture »**

- Contrat entrée de gamme :

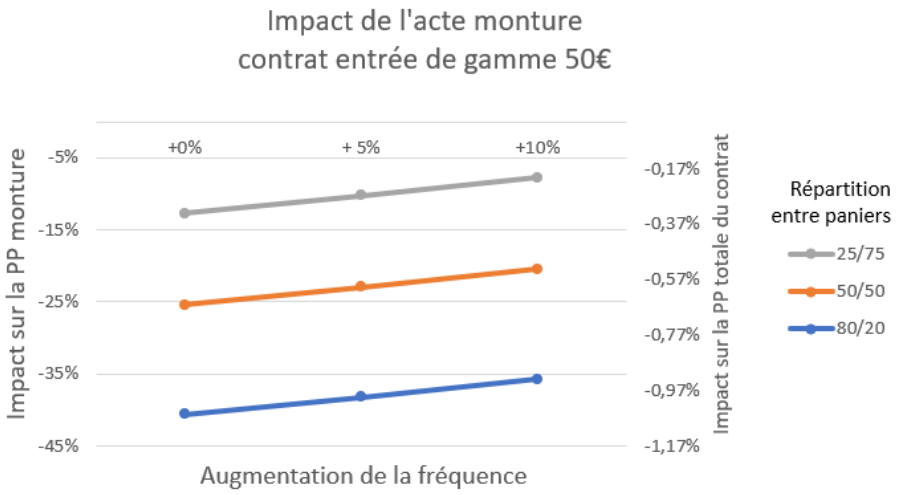



FIGURE 5.4 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat de monture entrée de gamme

Pour un contrat entrée de gamme, c'est-à-dire avec un remboursement de 50 € en complément de la SS pour cet exemple, les trois scénarios impacteront favorablement et significativement l'assureur.

En effet, avant la réforme, le remboursement d'une monture était de 50 € pour l'assureur en considérant ce contrat entrée de gamme, c'est-à-dire le maximum proposé par la garantie. Or, après la réforme, le remboursement d'une monture du panier A facturée au PLV selon les hypothèses, sera de 24,60 €. Le coût pour la complémentaire est alors divisé par deux.

$$\text{PLV - RSS} = 30\ € - 60\ \% \times 9\ € = 24,60\ € \tag{5.4}$$

1. Selon l'enquête santé-protection sociale 2014 EHS-ESPSIRDES

Il s'agit du coût de l'acte « Monture 100 % Santé » enregistré dans le nouvel outil de tarification.

De plus, une monture du panier B n'aura pas d'impact pour l'assureur puisqu'elle sera remboursée au maximum à 50 € comme avant la réforme.

Ainsi, quelque soit la répartition entre les deux paniers et l'augmentation de la fréquence, la réforme du 100 % Santé sur l'acte monture induira une baisse des remboursements complémentaires pour un contrat entrée de gamme. En revanche, selon la répartition introduite dans l'outil de tarification, le gain pourra être bien différent. Il varie par exemple de près de 25 % entre les scénarios de répartition 80/20 et 25/75.

- Contrat responsable :

Le contrat responsable exige actuellement un plafond de remboursement de 150 € par la complémentaire, en plus du remboursement de la Sécurité sociale. Or, dès le $1^{er}$ janvier 2020, ce plafond baissera à 100 € y compris le remboursement de la Sécurité sociale. L'étude qui suit fait l'hypothèse que les contrats qui proposent aujourd'hui une garantie de 150 € proposeront une garantie de 100 € y compris SS après la réforme. (L'assureur peut néanmoins décider de proposer un contrat avec une meilleure garantie mais ce contrat ne sera plus responsable).

Ce graphique permet d'observer selon l'augmentation de la fréquence et la répartition entre les paniers, l'impact de la modification du contrat responsable pour une garantie actuellement à 150 €.

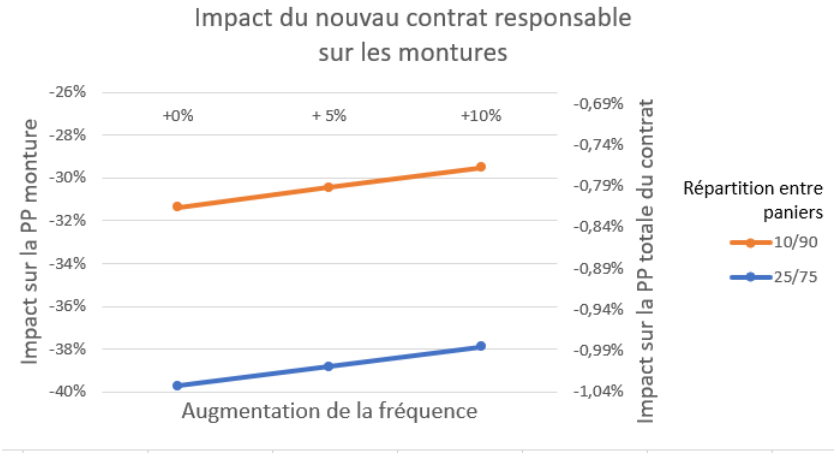



FIGURE 5.5 – Étude de l'impact du nouveau contrat responsable

L'abaissement du plafond de remboursement est de fait bénéfique pour l'assureur. En supposant que la répartition sera de 10 % dans la classe A et que la fréquence augmentera de 5 %, alors l'assureur effectuera un gain d'environ 30 % sur la prime pure de l'acte monture, soit un gain de 0,79 % sur la prime pure totale du contrat.

**Les résultats de l'acte « Verre simple »**

L'étude suivante repose sur un verre simple sphéro-cylindrique ayant une BR de 3,66 € avant la réforme, et de 11,25 € après la réforme. Le PLV pour un équipement composé d'une monture et de deux verres de ce type est de 95 € suite à la réforme, soit, un plafond de 37,5 € par verre.

- Contrat entrée de gamme :

Quelque soit la répartition entre les paniers ou l'augmentation de la fréquence, la réforme diminuera la prime pure du verre simple d'un contrat entrée de gamme (garantie de 50 € dans cette étude).

En effet, avant la réforme, le remboursement d'un verre simple d'un contrat entrée de gamme était dans la majorité des cas égal à son maximum, c'est-à-dire 50 € avec ce contrat considéré.

Or, avec la réforme, le remboursement d'un verre de classe A sera de 30,75 €, ce qui traduit un profit :

$$\text{PLV} - \text{RSS} = 37,5 \text{ €} - 60 \text{ \%} \times 11,25 \text{ €} = 30,75 \text{€} \tag{5.5}$$

De plus, pour un verre de classe B, la baisse de la base de remboursement de la SS impacte très peu l'assureur. Avant la réforme, la BR était de 3,66 € soit un remboursement de 2,20 € par la Sécurité sociale. Après la réforme, la BR sera de 0,05 € pour un verre de classe B, soit un remboursement de 0,03 € par la SS. Cette baisse de remboursement aura donc un impact très limité pour l'assureur.

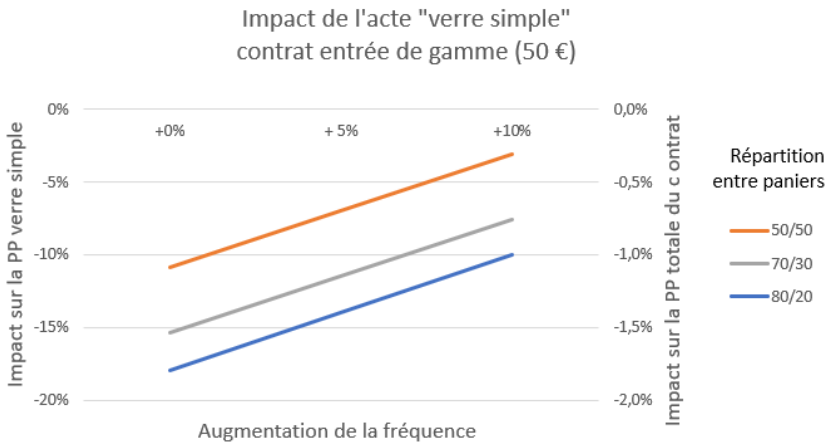



FIGURE 5.6 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme sur l'acte verre simple

- Contrat haut de gamme :

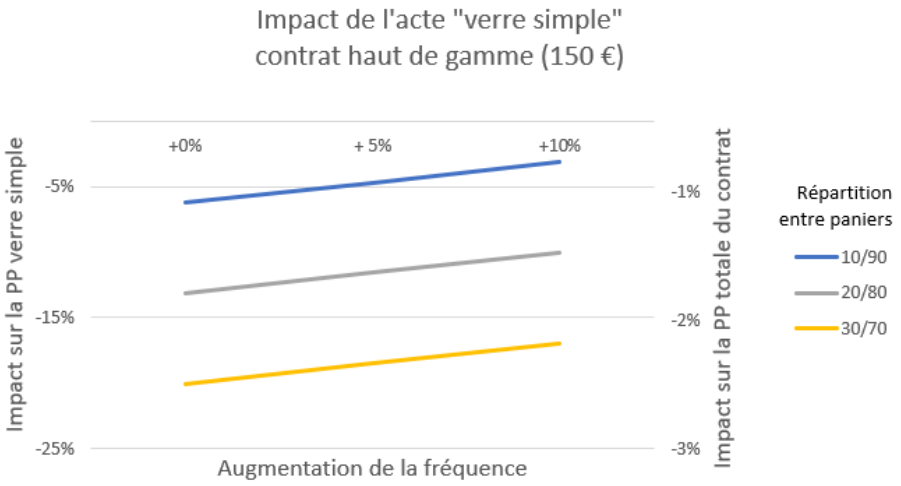



FIGURE 5.7 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat haut de gamme sur l'acte verre simple

Un contrat proposant une garantie de 150 € engendre un gain pour l'assureur, pour les mêmes raisons que le contrat entrée de gamme : le panier A diminue les remboursements complémentaires grâce à l'instauration du PLV, et le panier B n'impacte pas significativement l'assureur. Seule la base de remboursement de la SS vient impacter le deuxième panier.

Ainsi, pour l'acte « verre simple », quelque soit les hypothèses prises dans l'outil de tarification sur l'augmentation de la fréquence et la répartition entre les scénarios, la réforme impactera favorablement l'assureur. En revanche, selon l'hypothèse de répartition, la prime pure totale du contrat tarifé variera plus pour un contrat haut de gamme qu'un contrat entrée de gamme.

**Les résultats de l'acte « Verre complexe »**

L'étude suivante repose sur un verre progressif sphérique de - 8,00 à +8,00 ayant une BR de 10,37 € avant la réforme, et de 27 € après la réforme. Le PLV pour un équipement composé d'une monture et de deux verres de ce type est de 210 € après la réforme, soit un plafond de 90 € par verre.

- Contrat entrée de gamme :

L'impact du 100 % Santé sur un contrat entrée de gamme pour un verre complexe est l'opposé de l'impact sur un verre simple. Il s'agit donc d'une perte et non plus d'un bénéfice.

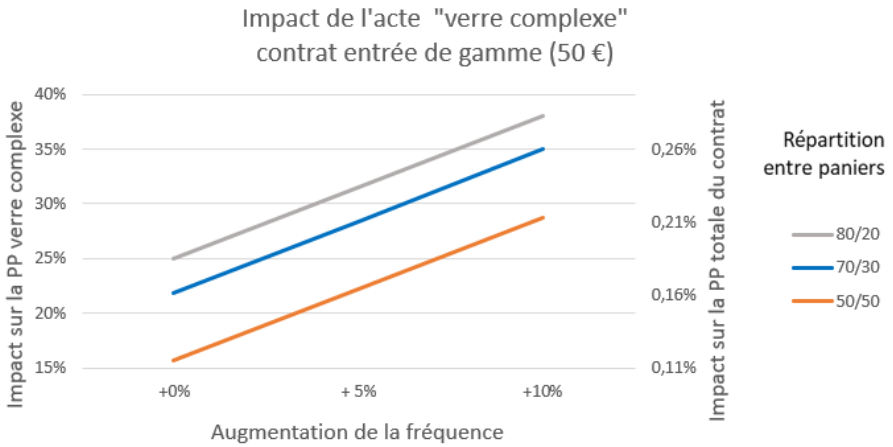



FIGURE 5.8 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme sur l'acte verre complexe

En effet, avant la réforme, le coût pour la complémentaire de ce contrat entrée de gamme était de 50 €.

Or, après la réforme, le remboursement d'un verre complexe de classe A constituera une perte pour l'assureur. En effet, le PLV du verre complexe considéré est de 80 €. Selon les hypothèses précédemment posées, les équipements du panier 100 % Santé sont facturés au PLV. Ainsi, un verre complexe de classe A coûtera pour la complémentaire 65,60 €.

$$\text{PLV - RSS} = 80\ € - 60\ \% \times 24\ € = 65,60\ € \tag{5.6}$$

Le panier 100 % Santé d'un verre complexe génère donc une perte pour un contrat milieu de gamme, alors qu'il s'agissait d'un gain pour un verre simple à garantie équivalente.

De plus, un verre complexe de classe II n'aura pas d'impact pour la complémentaire. En effet, bien que le prix du verre sera supérieur à 90 € (PLV) d'après les hypothèses, le remboursement ne pourra pas excéder 50 €, le montant de la garantie.

Ainsi, selon la répartition estimée pour la tarification, le coût de l'acte « verre complexe » pourrait varier jusqu'à 10 % (si la répartition est comprise entre 50/50 et 80/20, les scénarios de répartition utilisés dans l'étude).

- Contrat milieu de gamme :

Pour un contrat proposant une garantie de 150 €, l'impact s'inverse. Le remboursement des verres complexes de classe A, étant de 65,6 €, sera moins coûteux pour l'assureur. Un verre de classe B n'aura quant à lui pas d'impact pour l'assureur (pour les mêmes raisons que le verre simple).

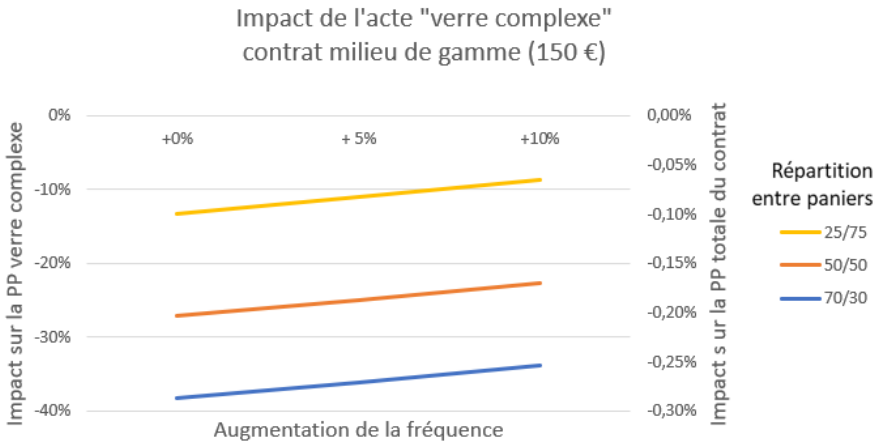



FIGURE 5.9 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat milieu de gamme sur l'acte verre complexe

En considérant une augmentation de la fréquence de 5 % et une répartition égale entre les deux classes, le gain sera de 25 % sur la prime pure du verre complexe, ce qui représente un gain de 0,19 % sur la prime pure totale.

- Contrat haut de gamme :

Pour les mêmes raisons que le contrat milieu de gamme, la réforme engendrera un gain pour l'assureur proposant une garantie haut de gamme (300 €).

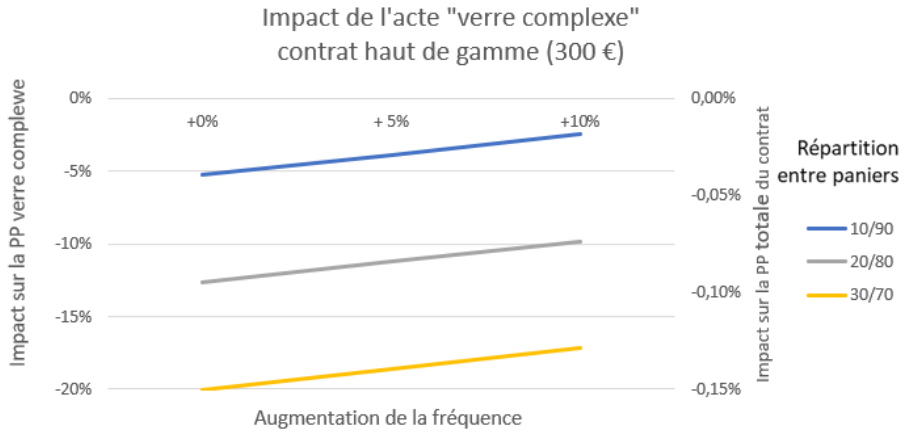



FIGURE 5.10 – Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat haut de gamme sur l'acte verre complexe

En effet, pour une augmentation de 5 % de la fréquence et une répartition de 10/90, le gain avoisinera 3,8 % sur la prime pure du verre complexe, soit 0,02 % sur la prime pure totale.

Finalement, le verre complexe d'une garantie entrée de gamme engendre une perte ce qui nécessite une attention particulière sur la répartition des paniers lors de la tarification afin de ne pas la sous-estimer. De plus, plus le niveau de gamme augmente, plus l'écart de coût entre la classe I et la classe II est grand. Ainsi, plus la répartition entre les paniers influencera l'impact sur la PP.

#### 5.2.2.3 Le dentaire

**Présentation des scénarios**

Pour le poste Dentaire, l'impact est étudié sur deux prothèses : l'inlay-core et la couronne. Il existe trois paniers pour ces prothèses : panier 1, panier 2 et panier 3. Le panier 1 correspond au panier 100 % Santé, c'est-à-dire sans reste à charge. Les scénarios de répartition entre les paniers dépendront du niveau de garantie. Cependant, pour chaque niveau de garantie, la répartition prévisionnelle estimée par la Sécurité sociale sera étudiée. Il s'agit d'une répartition de 46 % pour le panier 1, 25 % pour le panier 2, et 29 % pour le panier 3 (répartition représentée par la courbe bleue).

Le taux de renoncement étant estimé à 16,8 %[2], l'étude est réalisée avec une augmentation de la fréquence allant jusqu'à 20 %. ($\frac{16,8\ \%}{1-16,8\ \%} = 20\ \%$).

**Les hypothèses**

Les hypothèses du poste Dentaire diffèrent des hypothèses des postes Optique et Audiologie puisqu'il y a trois paniers différents (au lieu de deux).

Les hypothèses sont donc :

— Les frais réels du panier 1 sont égaux à son plafond limite de vente. Ceux du paniers 2 se situeront entre le PLV du panier 1 et le PLV du panier 2. Les frais réels du panier 3 seront quant à eux supérieurs au PLV du panier 2.

— L'augmentation de la fréquence est répartie entre les paniers 1 et 2 à partir des coefficients de répartition. Par exemple, en supposant une augmentation de la fréquence de 10 % et la répartition prévisionnelle de la Sécurité sociale (46/25/29), alors pour le panier 1, la fréquence augmentera de 6,5 % :

$$10\ \% \times \frac{46\ \%}{46\ \% + 25\ \%} = 6,5\ \%$$

**Les résultats de l'acte « Inlay-core »**

Pour la prothèse inlay-core, les paniers 1 et 2 possèdent le même plafond limite de vente (PLV), soit 175 €. Les frais réels du panier 1 et 2 seront donc égaux selon les hypothèses. La base de remboursement est la même pour les trois paniers (90 € contre 122,5 € avant la réforme).

2. Selon l'enquête santé-protection sociale 2014 EHS-ESPSIRDES

- Contrat entrée de gamme :

L'impact de la réforme sur un contrat entrée de gamme induira une perte importante pour l'acte inlay-core.

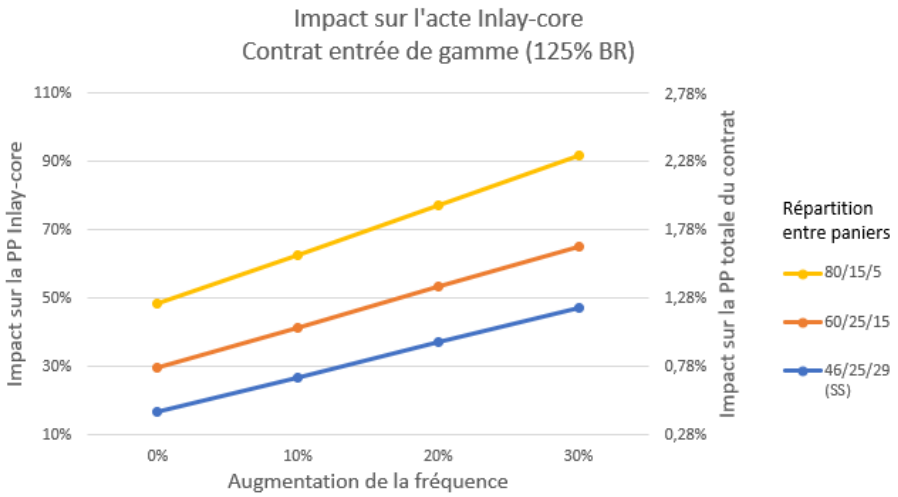



FIGURE 5.11 – Étude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Inlay-core pour une garantie entrée de gamme

En effet, avant la réforme, pour un contrat entrée de gamme ici considéré au plancher du panier minimum c'est-à-dire proposant une garantie à 125 % BR y compris SS, le remboursement de la complémentaire est d'environ 67 € :

$$125\ \%\ \text{BR - RSS} = 125\ \% \times 122,5\ € - 70\ \% \times 122,5\ € = 67,38\ € \tag{5.7}$$

Or, après la réforme, en considérant que les prothèses du panier 1 seront facturées au plafond limite de vente, alors le remboursement de la complémentaire sera de 112 € :

$$\text{PLV} - \text{RSS} = 175\ € - 70\ \% \times 90\ € = 112\ € \tag{5.8}$$

L'obligation de « reste à charge 0 » pour les équipements du panier 1 induira donc un coût supplémentaire pour l'assureur de 60 %.

En revanche, pour les paniers 2 et 3, le montant remboursé n'excédera pas la garantie de 125 % BR y compris SS, soit 49,5 € :

$$125\ \%\ \text{BR - RSS} = 125\ \% \times 90\ € - 70\ \% \times 90\ € = 49,50\ € \tag{5.9}$$

Grâce à la diminution de la base de remboursement (de 122,5 € à 90 €), les paniers 2 et 3 constitueront un bénéfice pour l'assureur.

Cependant, ce gain ne sera pas suffisant pour compenser la perte occasionnée par le panier 1. De ce fait, une répartition plus importante pour le panier 100 % Santé dans un contrat entrée de gamme induira une hausse des remboursements complémentaires.

- Contrats milieu et haut de gamme :

Pour un contrat milieu de gamme (300 % BR y compris SS) et haut de gamme (500 % BR y compris SS), la réforme impactera favorablement l'assureur pour l'acte inlay-core.

La moyenne des frais réels de l'acte inlay-core est de 176 € dans la base de données étudiée. Ainsi, avant la réforme, la garantie milieu de gamme de 300 % BR y compris SS et, par conséquent, la garantie haut de gamme (500 % BR y compris SS), ne sont pas consommées en intégralité.

$$300\ \%\ \text{BR - RSS} = 300\ \% \times 122,5\ € - 70\ \% \times 122,5\ € = 281,75\ € \tag{5.10}$$

Avant la réforme, le coût moyen de la garantie milieu de gamme pour la complémentaire est alors de 185 € et 214 € pour le haut de gamme.

Par conséquent, le panier 1 coûtant 112 € engendre cette fois-ci un gain pour l'assureur. Pour le panier 2, la prothèse dentaire étant facturée au PLV, son remboursement sera également de 112 € puisque le seuil de la garantie n'est pas atteint. Ces deux paniers entraînent donc une baisse des remboursements complémentaires.

Concernant le panier 3, la diminution de la base de remboursement engendre une baisse du montant de la garantie (de 281,75 € à 207 €). Mais puisque celui-ci n'était pas atteint avant la réforme, alors la diminution de prise en charge de la SS n'aura pas d'impact.

$$300\ \%\ \text{BR - RSS} = 300\ \% \times 90\ € - 70\ \% \times 90\ € = 207\ € \tag{5.11}$$

En revanche, l'hypothèse qui considère que les frais réels sont supérieurs au PLV augmente très légèrement le coût moyen pour la complémentaire. Ainsi, ce panier 3 n'a pas d'impact significatif sur la prime pure.

Par conséquent, l'acte inlay-core des contrats milieu et haut de gamme constituera un profit pour l'assureur grâce aux PLV des paniers 1 et 2.

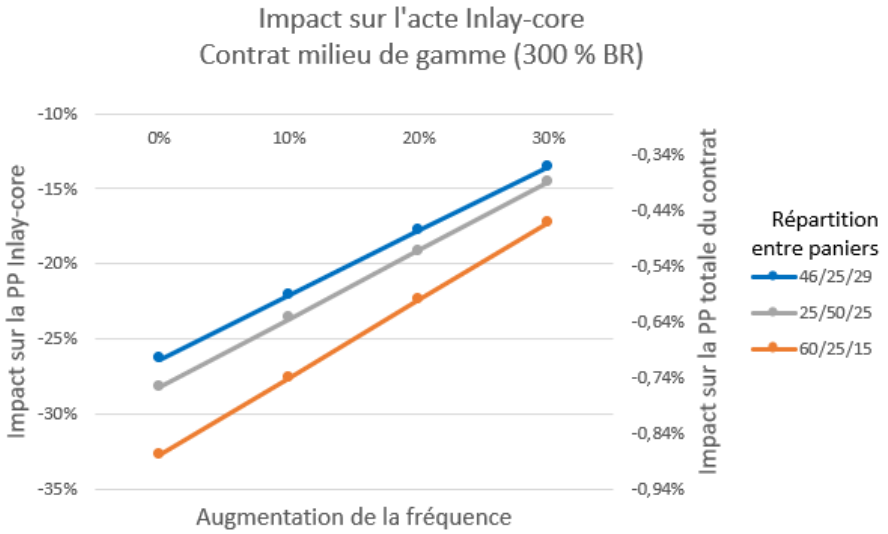



FIGURE 5.12 – Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Inlay-core pour une garantie milieu de gamme

Les impacts des scénarios 46/25/29 et 25/50/25 sont très proches (droites bleue et grise du graphique 5.12). En effet, les paniers 1 et 2 ont le même coût pour l'assureur, puisque les frais réels sont égaux au même PLV pour ces deux paniers. En regroupant les paniers 1 et 2 ensemble, alors les scénarios deviennent quasiment identiques (71/29 et 75/25). Ceci explique pourquoi les impacts sont très proches.

Finalement, pour l'acte inlay-core, seuls les contrats entrée de gamme produiront une perte pour l'assureur, engendrée par le panier 1. Les autres niveaux de gamme seront bénéfiques pour l'assureur, quelque soit l'augmentation de la fréquence et la répartition entre les paniers.

**Les résultats de l'acte « Couronne »**

L'impact de la réforme du 100 % Santé sur l'acte couronne est différent de l'impact sur l'inlay-core, bien que ces deux actes soient des prothèses dentaires. En effet, quelque soit le niveau de gamme du contrat, la répartition entre les paniers et l'augmentation de la fréquence, la prime pure va augmenter.

- Contrat entrée de gamme :

Pour un contrat entrée de gamme de garantie 125 % BR y compris SS, la réforme est très coûteuse. La principale raison de cet impact est l'instauration du panier 100 % Santé donc les frais réels sont égaux au plafond limite de vente selon les hypothèses. Le PLV est de 500 € pour le panier 100 % Santé et 550 € pour le panier maîtrisé.

En effet, avant la réforme, le remboursement était de :

$$125\ \%\ \text{BR - RSS} = 125\ \%\ \times 107,5\ € - 70\ \%\ \times 107,5\ € = 59,13\ € \tag{5.12}$$

Ce montant constitue le coût de l'acte « Couronne 100 % Santé » dans le nouvel outil de tarification.

Or, après la réforme, le remboursement d'une couronne du panier 1 est de 416 € (si elle est facturée au PLV) et 66 € pour les paniers 2 et 3 :

$$\begin{aligned} \text{PLV - RSS} &= 500\ € - 70\ \%\ \times 120\ € = 416\ € \\ 125\ \%\ \text{BR - RSS} &= 125\ \%\ \times 120\ € - 70\ \%\ \times 120\ € = 66\ € \end{aligned} \tag{5.13}$$

Ces trois paniers, et plus particulièrement le panier 1, engendrent donc un coût supplémentaire considérable pour l'assureur.

En considérant la répartition entre les paniers prédite pas la Sécurité sociale et une augmentation de la fréquence de 15 %, alors la prime pure de la couronne sera augmentée de 319 %, soit un impact de 22 % sur la prime pure du contrat. Il s'agit de l'impact le plus fort retrouvé dans l'étude. L'hypothèse qui prévoit que les prothèses du panier 1 seront facturées au prix limite de vente peut donc sembler être une hypothèse forte pour cet acte.

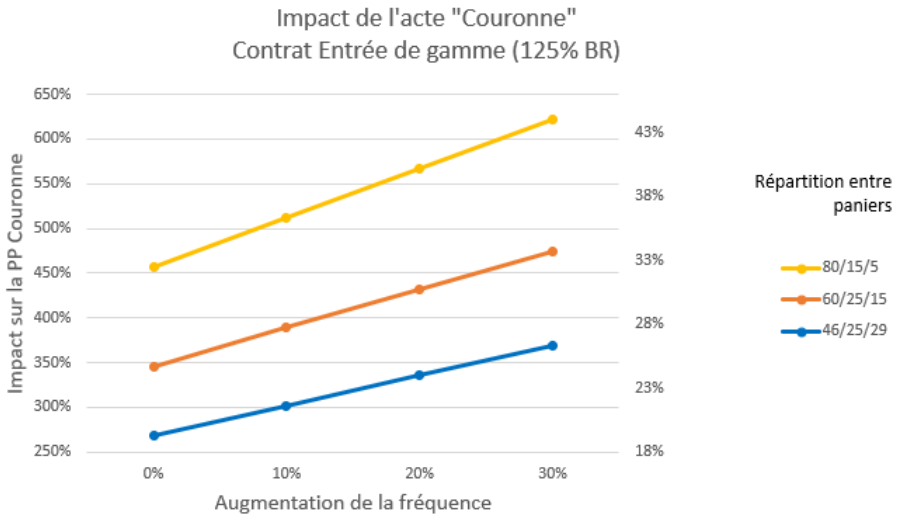



FIGURE 5.13 – Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie entrée de gamme

- Contrat milieu de gamme :

Pour un contrat milieu de gamme, la réforme engendrera un coût supplémentaire pour l'assureur, mais celui-ci sera moins important que pour un contrat entrée de gamme. En

effet, le remboursement d'une couronne de chaque panier sera plus coûteux après la réforme.

Avant la réforme, le remboursement était de 247,25 € :

$$300\ \%\ \text{BR - RSS} = 300\ \%\ \times 107,5\ € - 70\ \%\ \times 107,5\ € = 247,25\ € \tag{5.14}$$

Or, après la réforme, le remboursement d'une couronne du panier 1 sera de 416 € (si elle est facturée au PLV) et 276 € pour les paniers 2 et 3 :

$$300\ \%\ \text{BR - RSS} = 300\ \%\ \times 120\ € - 70\ \%\ \times 120\ € = 276\ € \tag{5.15}$$

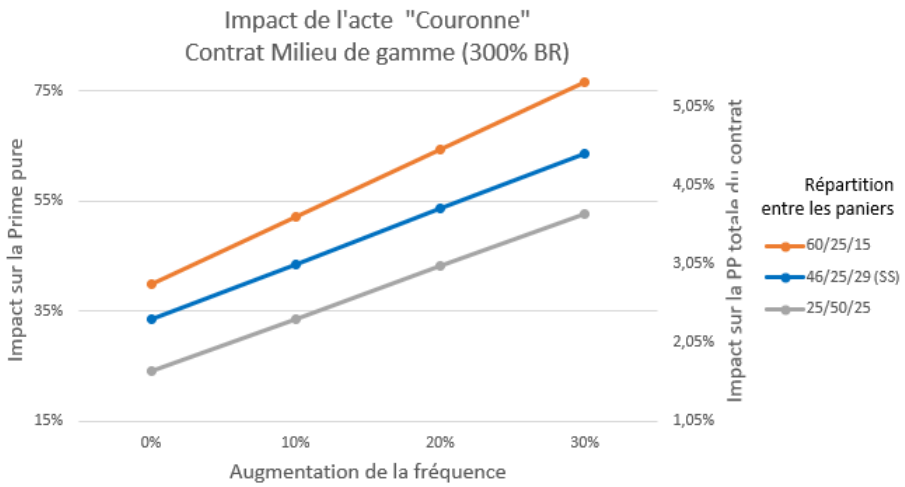



FIGURE 5.14 – Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie milieu de gamme

- Contrat haut de gamme :

Tout comme les autres niveaux de gamme, la réforme du 100 % Santé constituera un coût supplémentaire pour l'assureur, bien que celui-ci sera moins important pour un contrat entrée de gamme. Ceci s'explique par le fait qu'une couronne du panier 1 n'engendre pas de perte. En effet, avant la réforme, le coût moyen d'une couronne pour la complémentaire était de 417 € ce qui est identique au panier 100 % Santé. La perte est engendrée par les paniers 2 et 3 du fait de l'augmentation de la BR et de l'instauration du PLV.

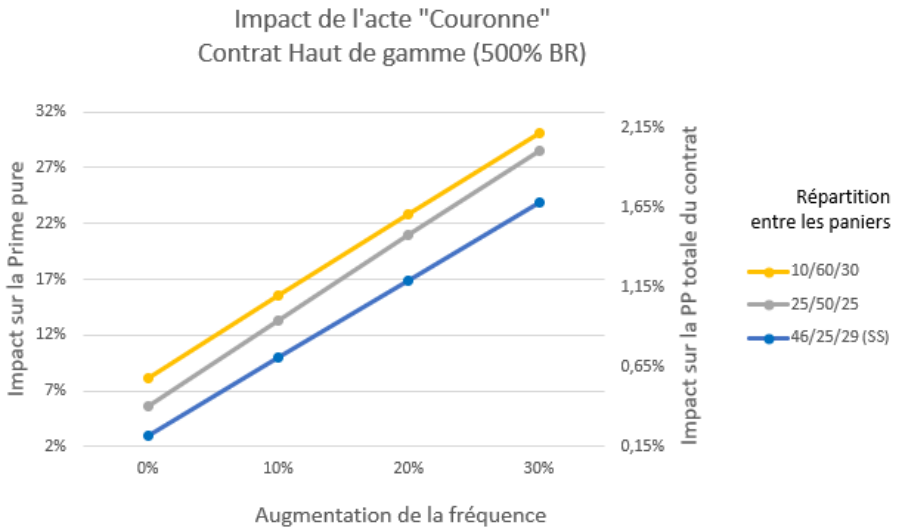



FIGURE 5.15 – Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie haut de gamme

Ainsi, en considérant la répartition de la Sécurité sociale et une augmentation de la fréquence de 15 %, la prime pure de l'acte couronne augmentera de 48 % pour un contrat milieu de gamme et 13,6 % pour un contrat haut de gamme, soit un impact de 3,4 % et 0,9 % sur la prime pure totale du contrat.

De manière générale, les contrats entrée de gamme sont plus impactés par l'augmentation de la fréquence de consommation que par la répartition entre les paniers. En effet, l'augmentation de la fréquence est, selon les hypothèses, uniquement attribuée au panier 100 % Santé, panier le plus coûteux pour les contrats entrée de gamme (sauf pour les actes monture et verre simple). Puis, plus le niveau de gamme augmente, plus l'hypothèse de répartition entre les paniers impacte la prime pure. Ainsi, il est nécessaire d'apporter une attention particulière à l'estimation de ces paramètres lors de la tarification.

## 5.3 Limites de l'outil de tarification

Qu'il s'agisse de la méthode par répartition ou de la méthode stochastique, l'outil de tarification créé présente des limites communes.

### 5.3.1 La population étudiée

Les résultats obtenus suite à la tarification d'un contrat avec ce nouvel outil reposent entièrement sur la consommation de la population étudiée. Ainsi, les limites de la base se retrouveront dans les résultats du tarificateur. Les limites observées sont :

— le portefeuille étudié provient d'une entreprise exerçant dans le secteur du bâtiment. De fait, plus de la moitié des assurés principaux sont des hommes ouvriers. Or, comme étudié dans le chapitre 2, la consommation des hommes n'est pas la même que celle des femmes. De même, les ouvriers du bâtiment n'ont pas la même consommation que les ETAM ou les cadres. Ainsi, les coefficients correcteurs déterminés à partir de la base de données auraient pu être différents s'ils avaient été calculés à partir d'un portefeuille plus équilibré (en termes de CSP) ;

— la base de données ne contient pas de variable de géolocalisation. Une donnée de ce type aurait permis de segmenter la population selon un zonier. En effet, la fréquence de consommation d'un assuré dépend certainement de la densité médicale de sa région. De plus, le coût des actes peut également varier selon la région. En revanche, le portefeuille d'assurés étudié est réparti sur toute la France. Ainsi, les frais réels de la base de données ne correspondent pas qu'à une seule région en particulier, mais présente donc un panel de coûts sur toute la France.

De plus, les retraitements effectués sur la base de données induisent nécessairement un biais dans la tarification. En effet, les effectifs dont l'âge et le sexe n'ont pas été retrouvés ont été supprimés. De plus, le regroupement des 898 modalités de la variables « LIB_ACTE » en moins de 100 types d'actes présente vraisemblablement un biais.

### 5.3.2 L'aléa moral

Dans l'outil créé, la fréquence de consommation ne dépend pas du niveau de garantie à tarifer. En réalité, cette hypothèse n'est pas totalement vérifiée. En effet, une meilleure garantie pourrait engendrer une hausse de la fréquence, ou une consommation différente.

Par exemple, un assuré ayant une garantie prenant en charge les dépassements d'honoraire pourra consommer avec une même fréquence mais avec des coûts plus élevés s'il se dirige vers des consultations avec dépassements d'honoraires.

Or, la base de données étudiée possède uniquement deux niveaux de garantie avec des garanties relativement proches. Ainsi, il n'a pas été possible de définir une fréquence selon le niveau de garantie.

Pour y faire face, il est possible d'ajouter un coefficient d'aléa-moral dans l'outil de tarification. L'aléa-moral est défini comme étant le fait de se comporter différemment si l'on sait que l'on est assuré contre un risque. Ainsi, en considérant qu'une meilleure garantie entraîne une hausse de la consommation (en fréquence ou en coût), alors le coefficient d'aléa-moral pourrait faire face à cette limite.

### 5.3.3 Hypothèse du modèle « Coût x Fréquence »

Rappelons que le modèle « Coût x Fréquence » repose sur l'hypothèse d'indépendance entre le coût et la fréquence. Or, cette hypothèse peut être remise en question. En effet, comme expliqué dans la limite précédente, il se peut qu'un assuré ayant une meilleure garantie ait tendance à plus consommer. Dans ce cas, la fréquence ne serait pas indépendante du coût.

### 5.3.4 La tarification du 100 % Santé

L'adaptation de l'outil au 100 % Santé a été effectuée en créant de nouveaux actes relatifs aux paniers proposés par la réforme. La tarification de ces actes nécessite d'en estimer le coût et la fréquence de consommation. Or, ces estimations reposent actuellement sur de nombreuses hypothèses et présentent alors une limite de l'outil. La mise à jour future de l'outil avec une base de données incluant les prestations du 100 % Santé permettra alors d'ajuster ces hypothèses.

# Conclusion

L'objectif de ce mémoire est d'optimiser un outil de tarification santé. En d'autres termes, il s'agit d'étudier des méthodes de tarification et de mettre en oeuvre un outil capable d'intégrer la réforme du 100 % Santé.

Ainsi, deux méthodes de tarification reposant sur l'approche « Coût x Fréquence » sont testées. L'une d'elles est une méthode stochastique et consiste à simuler le coût par une loi log-normale et la fréquence par une loi de Poisson à inflation de zéros. La deuxième méthode consiste à représenter le coût par des quantiles. Pour chaque acte, les quantiles retenus sont les déciles de la distribution des frais réels et les quartiles se trouvant dans le dernier intervalle de déciles. La fréquence est quant à elle obtenue empiriquement dans la méthode par répartition.

Pour déterminer quelle méthode retenir, un contrat est tarifé avec chacune des méthodes. Les deux primes pures obtenues sont comparées avec le tarif à l'équilibre du contrat. Il en ressort que les deux méthodes testées calculent un tarif supérieur à la prime pure du client. Le résultat obtenu avec la méthode stochastique est légèrement plus proche du tarif à l'équilibre que la méthode par répartition. En revanche, la structure plus complexe de la méthode stochastique suggère d'implémenter la méthode par répartition dans l'outil de tarification.

Concernant la réglementation actuelle, le nouvel outil offre à présent la possibilité de piloter la réforme du 100 % Santé. En effet, pour tarifer un contrat incluant cette réforme, de nombreuses hypothèses doivent être posées. Il s'agit en particulier de prévoir l'augmentation de la fréquence de consommation en réponse au renoncement aux soins, mais également d'estimer quels seront les recours vers le panier 100 % Santé, libre ou maîtrisé. La possibilité de piloter ces paramètres dans la tarification prend alors tout son sens.

Ce mémoire a donc permis de créer un nouvel outil de tarification reposant sur la méthode par répartition et adapté à la réforme du 100 % Santé.

Il est important de garder à l'esprit que les études réalisées dans ce mémoire et les résultats obtenus reposent uniquement sur une base de données. Il serait alors judicieux

de compléter la base de données étudiée par celle d'un autre assureur, proposant des contrats avec des garanties différentes. De plus, l'intégration du 100 % Santé dans le tarificateur est limitée puisqu'à l'heure actuelle, la tarification des nouveaux paniers repose sur de nombreuses hypothèses.

Finalement, les perspectives futures sont dans un premier temps l'intégration de données supplémentaires provenant d'autres assureurs afin d'améliorer la fiabilité des résultats, et, dans un deuxième temps, l'intégration d'un historique de prestations relatives au 100 % Santé dans le but de suppléer les hypothèses actuellement considérées.

# Table des figures


1.1 Décomposition d'un remboursement . . . . . 7
1.2 Répartition du marché de l'assurance santé entre ses différents acteurs . . 9
1.3 Répartition du marché collectif et individuel des différents acteurs . . . . 9
1.4 Loi Evin . . . . . 12

2.1 Répartition de la population par âge . . . . . 22
2.2 Répartition des assurés principaux par âge . . . . . 23
2.3 Répartition Homme / Femme de la population . . . . . 23
2.4 Répartition de la population par CSP . . . . . 24
2.5 Répartition de la population par Type de bénéficiaire . . . . . 24
2.6 Adhésion à l'option du contrat . . . . . 25
2.7 Adhésion à l'option selon la CSP . . . . . 26
2.8 Répartition de la quantité consommée par catégorie d'acte . . . . . 27
2.9 Répartition du remboursement de la complémentaire par catégorie d'acte 27
2.10 Consommation par catégorie d'acte . . . . . 28
2.11 Décomposition des remboursements par catégorie d'acte . . . . . 29
2.12 Consommation en fonction de l'âge et du sexe . . . . . 30
2.13 Consommation en dentaire en fonction de l'âge . . . . . 31
2.14 Consommation en optique en fonction de l'âge . . . . . 31
2.15 Consommation en pharmacie en fonction de l'âge . . . . . 32
2.16 Consommation selon le type de bénéficiaire . . . . . 32
2.17 Consommation selon la CSP du bénéficiaire . . . . . 33

4.1 Modélisation de l'acte « Monture » . . . . . 54
4.2 Résultats des tests statistiques pour l'acte « Monture » . . . . . 54
4.3 Modélisation de l'acte « Inlay-core » . . . . . 55
4.4 Résultats des tests statistiques pour l'acte « Inlay-core » . . . . . 56
4.5 Résultats des tests statistiques pour l'acte « Analyse » . . . . . 57
4.6 Résultats des tests statistiques pour l'acte « Analyse » . . . . . 57
4.7 Modélisation de la fréquence pour l'acte « Analyse » . . . . . 58
4.8 Modélisation de la fréquence pour l'acte « Infirmier » . . . . . 59
4.9 Histogramme des primes pures . . . . . 61
4.10 Densité des primes pures . . . . . 61

4.11 Coefficients correcteurs des hommes . . . . . 64
4.12 Coefficients correcteurs pour le poste Hospitalisation . . . . . 65
4.13 Coefficients correcteurs pour le poste Dentaire . . . . . 65
4.14 Coefficients correcteurs des enfants d'ETAM . . . . . 66
4.15 Coefficients correcteurs des enfants d'ouvriers . . . . . 66
4.16 Coefficients correcteurs des enfants de cadres . . . . . 67
4.17 Coefficients correcteurs des enfants après lissage et régression . . . . . 67

5.1 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme en audiologie . . . . . 75
5.2 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat milieu de gamme en audiologie . . . . . 76
5.3 Étude de l'impact du 100 % Santé sur le nouveau contrat responsable en audiologie . . . . . 77
5.4 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat de monture entrée de gamme . . . . . 78
5.5 Étude de l'impact du nouveau contrat responsable . . . . . 79
5.6 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme sur l'acte verre simple . . . . . 80
5.7 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat haut de gamme sur l'acte verre simple . . . . . 81
5.8 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat entrée de gamme sur l'acte verre complexe . . . . . 82
5.9 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat milieu de gamme sur l'acte verre complexe . . . . . 83
5.10 Étude de l'impact du 100 % Santé pour un contrat haut de gamme sur l'acte verre complexe . . . . . 83
5.11 Étude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Inlay-core pour une garantie entrée de gamme . . . . . 85
5.12 Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Inlay-core pour une garantie milieu de gamme . . . . . 87
5.13 Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie entrée de gamme . . . . . 88
5.14 Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie milieu de gamme . . . . . 89
5.15 Etude de l'impact du 100 % Santé sur l'acte Couronne pour une garantie haut de gamme . . . . . 90

# Liste des tableaux


1.1 Exemples de remboursement par la Sécurité sociale . . . . . 6

2.1 Variables de la base d'effectifs . . . . . 17
2.2 Variables de la variable ID_PERIM . . . . . 18
2.3 Variables retenues pour la base d'effectifs . . . . . 19
2.4 Variables de la base des prestations . . . . . 20
2.5 Moyennes d'âge des assurés . . . . . 22
2.6 Grille de garanties retenue . . . . . 35

3.1 Base tarifaire de l'outil de référence . . . . . 44
3.2 Exemple de calcul du coût de l'acte . . . . . 46

4.1 Quantiles des Primes pures . . . . . 61
4.2 Segmentation des frais réels n°1 . . . . . 62
4.3 Segmentation des frais réels n°2 . . . . . 63
4.4 Primes pures à l'équilibre . . . . . 68
4.5 Écart entre le tarif à l'équilibre et le tarif obtenu avec chaque méthode . . 69

C.1 Grille de garanties retenue . . . . . 106

# Liste des abréviations

| | |
|---|---|
| ATMP | Accident du travail et maladie professionnelle |
| BR | Base de remboursement |
| NB | Binomial négatif |
| CAS | Contrat d'Accès aux Soins |
| CMU | Couverture maladie universelle |
| CSMB | Consommation de biens et soins médicaux |
| CSP | Catégorie socio-professionnelle |
| ETAM | Employés, techniciens, agents de maîtrise |
| FPMT | Forfait patientèle médecins traitants |
| FR | Frais réel |
| ONDAM | Objectif national de dépenses d'assurance maladie |
| OPTAM | Option de pratique tarifaire maîtrisé |
| PC | Prime commerciale |
| PLV | Plafond limite de vente |
| PMSS | Plafond mensuel de la Sécurité sociale |
| PP | Prime pure |
| PUMA | Protection universelle maladie |
| RAC | Reste à charge |
| RSS | Remboursement de la Sécurité sociale |
| SS | Sécurité sociale |
| TM | Ticket modérateur |
| TR | Taux de remboursement de la Sécurité sociale |
| TSA | Taxe de solidarité additionnelle |
| ZINB | Zero-Inflated Negativ Binomial |
| ZIP | Zero-Inflated Poisson |

# Annexe A

# Retraitements de la base d'effectifs

## Modification d'une variable

La variable ID_PERIM comprend le régime, la qualité (Actif ou ANI), la CSP et le type de garantie. Or, ces informations sont déjà présentes dans d'autres variables. Ainsi, seule l'information concernant le régime de la variable ID_PERIM sera conservée. Cette variable est alors nommée « Régime ».

## Correction des erreurs

Une analyse des différentes variables a été effectuée afin de supprimer les erreurs.

- La variable TY_BEN comportait très peu d'erreur. Les modalités devant s'y trouver sont A, C, E ou D. Ainsi, les dénominations « CA » et « Categorie » trouvées dans la base sont respectivement remplacées par « C » et « E » après recherche de cohérence. La variable « D », peu représentée a également été remplacée par « E » ou « C ».

- La variable DN_BEN comportait des dates de naissance très anciennes, comme par exemple 1912. Une rapide analyse a permis de remarquer qu'il s'agit d'un enfant : 1912 est alors remplacé par 2012.

- Certains identifiants d'assurés ID_ADH ou de bénéficiaires ID_BEN sont exprimés en puissance. Ces lignes, peu nombreuses (moins de 1 % de la base), ont donc été supprimées.

- Certains âges calculés sont négatifs. Il s'agit des lignes où la date de début d'adhésion est antérieure à la date de naissance de l'enfant. Un traitement de ces lignes a permis d'observer que c'est la date de début d'adhésion qui est fausse : il s'agit de la date de début d'adhésion de l'assuré principal, et non celle de l'enfant. Ce problème a donc été résolu en remplaçant la date de début d'adhésion (celle qui est fausse) par la date de naissance de l'enfant.

- Enfin, les doublons ont été supprimés.

## Valeurs manquantes

Un problème majeur ressort de la base : la date de naissance et le sexe ne sont pas renseignés pour les effectifs issus des bases de 2016, 2017, et 2018. Seule la base de 2019 renseigne ces deux variables, indispensables pour la suite de ce mémoire.

Parmi les 142 354 bénéficiaires différents entre 2016 et 2018, beaucoup se retrouvent dans la base de 2019 : leur date de naissance et leur sexe sont donc connus. Cependant, 56 348 bénéficiaires n'y sont pas. Ces bénéficiaires représentent une part trop importante de la base d'effectifs (environ 40 %) et ne peuvent donc pas être supprimés. L'objectif est alors de retrouver la date de naissance et le sexe de ces assurés.

Par la suite, la table de ces 56 348 bénéficiaires, présents entre 2016 et 2018 mais qui ne le sont plus en 2019 sera appelée « Eff_NA ». Il s'agit donc de la base où l'âge et le sexe sont des valeurs manquantes.

Or, la base d'effectifs de 2014 contenait à l'époque ces deux variables. Il s'agit alors de retrouver, grâce à la base de 2014, l'âge et le sexe des effectifs de la base « Eff_NA ». (Effectifs présents entre 2016 et 2018 mais non présents en 2019). Pour cela il faut faire correspondre les effectifs de la base de 2014 avec ceux de la base « Eff_NA ».

L'étape qui suis consiste alors à la jointure des tables de 2014 et « Eff_NA » par assureur. Le regroupement n'est possible que pour les assureurs B, C et D. En effet, les assurés de A ne sont pas retrouvables dans la base de 2014 car les numéros d'identifiant ont été changés.

Le détail des fusions ayant permis de retrouver le sexe et la date de naissance sont détaillés ci-dessous :

-Regroupement avec l'assureur C : La base d'effectifs de l'assureur C contient les mêmes identifiants de bénéficiaire que la base des « Eff_NA ». Retrouver la date de naissance et le sexe grâce à cet identifiant est alors possible.

-Regroupement avec l'assureur D : La base d'effectifs de l'assureur D ne contient pas les identifiants des bénéficiaires, mais uniquement ceux des adhérents principaux. Ainsi, l'assuré principal, le conjoint et les enfants auront le même identifiant. L'assuré principal et le conjoint vont être reconnus grâce à la variable TY_BEN (A pour assuré, C pour conjoint et E pour enfant). Cependant, si l'assuré principal a plusieurs enfants, tous ses enfants auront le même identifiant : celui de l'assuré principal. Il n'est donc pas possible de différencier les enfants pour retrouver la date de naissance et le sexe de chacun d'entre eux. Chaque enfant se voit alors attribuer un âge et un sexe d'un des enfants de l'assuré principal. Il s'agira soit du sien ou soit celui de ses frères et/ou soeurs.

-Regroupement de l'assureur B : Dans la base d'effectifs totale, le sexe des assurés de B était déjà renseigné. Il manque donc uniquement l'âge. La base de l'assureur B de 2014 contient les mêmes identifiants de bénéficiaire que la base des effectifs. L'âge des assurés a donc facilement été retrouvé.

# Annexe B

# Retraitements de la base de prestations

## Valeurs manquantes et correction des erreurs

- La variable TY_BEN (type de bénéficiaire) comporte quelques erreurs. Les modalités devant s'y trouver sont A, C, E ou D. Les erreurs AY, CC, D, AT, EH. sont donc remplacées en recherchant dans la base d'effectifs les bonnes modalités.

- Dans la variable LIB_ACTE (libellé de l'acte), des anomalies sont présentes comme des libellés « Ignoré », des libellés vides et des « NA ». Les libellés « Ignoré » ont été supprimés, les NA ont pu être retrouvés grâce au CODE_ACTE (Consultation professeur CP et consultation spécialiste CS par exemple) et les libellés vides ont été remplacés par « Allocation Maternité » après étude de l'acte.

- La variable MT_RC (remboursement de la complémentaire) comprend des valeurs négatives. Des montants négatifs peuvent correspondre à un versement qui a été effectué par erreur ou à une erreur de gestion. Dans ce cas, il faut supprimer la ligne négative, mais également la ligne positive qui correspond à l'erreur.

- Dans la variable MT_FR (Frais réels), des « NA » et des montants négatifs sont présents. Les valeurs manquantes correspondent à une allocation pour handicapé. Les lignes dont les frais réels sont négatifs ont toutes été supprimées en supprimant les montants MT_RC négatifs.

- Dans la variable QTE (nombre de fois où l'acte est consommé), 5 000 « NA » sont trouvés. Lorsqu'il y a un remboursement tiers (MT_RT $> 0$), le remboursement de la prestation est détaillé sur deux lignes : une pour le remboursement de la complémentaire, où la quantité est présente ; et une autre ligne pour le remboursement tiers où la quantité est une valeur manquante. La quantité manquante est donc remplacée par 0 pour ne

pas compter le sinistre plusieurs fois. Dans la variable quantité, certaines valeurs sont négatives. Ces dernières ont été supprimées lors du traitement des valeurs négatives de la variable MT_RC.

- Les identifiants de bénéficiaire et d'adhérent aberrants (comme -1) ou exprimés en pourcentage, ont été supprimés. En effet, ces identifiants poseront un problème dans la fusion de la base de prestations avec la base d'effectifs.

- Les valeurs manquantes pour les variables TY_BEN et CSP ont pu être retrouvées grâce à la base d'effectifs.

- Enfin, les doublons ont été supprimés.

## Ajout d'une nouvelle variable

Une nouvelle variable a été introduite : Le reste à charge final. Il est égal à :

MT_FR - MT_SS - MT_RC - MT_RT

Certaines lignes de prestation ont un reste à charge négatif. Dans certains cas, le remboursement SS ne correspond pas au taux de la Sécurité sociale multiplié par la BR. Dans d'autres cas, le remboursement de la complémentaire est supérieur ou égal au frais réels. Ce dernier cas est un point sensible, car plusieurs raisons peuvent en être la cause :

Premièrement, lorsque le remboursement de la complémentaire est supérieur au frais réel, il peut s'agir d'une erreur d'écriture. Par exemple, un remboursement est égal à 180 € pour un forfait journalier au lieu de 18 €. Dans ce cas, il faut remplacer le montant du remboursement par le frais réel.

Deuxièmement, le remboursement de la complémentaire peut être égal au frais réel alors que la Sécurité sociale a effectué un remboursement. Dans ce cas, le remboursement de la complémentaire est remplacé par : MT_RC = MT_FR - MT_SS - MT_RT.

Enfin, il peut également s'agir d'une mauvaise homogénéité des variables. En effet, lorsque la quantité est supérieure strict à 1, il se peut que le frais réel représente uniquement le coût unitaire de l'acte ; ou alors, il peut être égal au coût unitaire multiplié par la quantité. Dans le premier cas, le remboursement de la complémentaire sera supérieur au frais réel, mais il ne s'agit donc pas d'une erreur.

# Annexe C
# Grille de garanties

| Grand poste | Acte |
|---|---|
| Hospitalisation | Chirurgie conventionnée |
| | Chirurgie non conventionnée |
| | Anesthésie conventionnée |
| | Anesthésie non conventionnée |
| | Obstétrique conventionnée |
| | Obstétrique non conventionnée |
| | Hosp conventionnée |
| | Hosp non conventionnée |
| | Honoraire psychiatrie |
| | Chambre particulière |
| | Chambre particulière psychiatrie |
| | Accueil traitement urgence |
| | Forfait environnement |
| | Forfait hospitalier |
| | Forfait hospitalier (psychiatrie) |
| | Frais de séjour |
| | Frais accompagnant |
| Soins | Généraliste conventionné |
| | Consultation complexe |
| | Consultation très complexe |
| | Spécialiste conventionné |
| | Consultation non conventionnée |
| | Actes techniques médicaux |
| | Visites |
| | Avis ponctuel conventionné |
| | Psychiatre avis régulier |
| | Psychiatre non conventionné |
| | Psychiatre hors parcours |

| | |
|---|---|
| Soins (suite) | Avis ponctuel psychiatre |
| | Cardiologue |
| | Avis ponctuel PUPH |
| | Forfait enfant |
| | Majoration |
| | Infirmier |
| | Kinésithérapeute |
| | Orthoptiste |
| | Orthophoniste |
| | Sage-femme |
| | Indemnité km |
| | Transport |
| | Pharmacie 65 % |
| | Pharmacie 30 % |
| | Pharmacie 15 % |
| | Pharmacie 0 % |
| | Analyse |
| | Imagerie |
| | Imagerie non conventionnée |
| | Participation forfaitaire |
| Dentaire | Soins dentaires |
| | Prophylaxie |
| | Endodontie |
| | Parodontie |
| | Orthodontie acceptée |
| | Orthodontie refusée |
| | Couronne 100 % Santé |
| | Couronne Tarif maîtrisé |
| | Couronne Tarif libre |
| | Couronne provisoire |
| | Bridge 100 % Santé |
| | Bridge Tarif maîtrisé |
| | Bridge Tarif libre |
| | Inlay Core 100 % Santé |
| | Inlay Core Tarif maîtrisé |
| | Inlay Onlay Tarif maîtrisé |
| | Inlay Onlay Tarif libre |
| | Prothèse provisoire |
| | Prothèse amovible |

| | |
|---|---|
| Dentaire (suite) | Autre prothèse fixe |
| | Implant |
| | Implant Pilier |
| | Prothèse refusée |
| | Réparation prothèse |
| Optique | Monture 100 % Santé |
| | Monture Tarif libre |
| | Verre simple 100 % Santé |
| | Verre simple Tarif libre |
| | Verre complexe 100 % Santé |
| | Verre complexe Tarif libre |
| | Verre hyper complexe 100 % Santé |
| | Verre hyper complexe |
| | Lentilles acceptées |
| | Lentilles refusées |
| | Chirurgie oeil |
| Prothèse | Prothèses auditives 100 % Santé |
| | Prothèses auditives Tarif libre |
| | Prothèses auditives enfant 100 % Santé |
| | Prothèses auditives enfant Tarif libre |
| | Autre prothèse (appareillage, équipement...) |
| | Orthopédie |
| Prévention | Prévention tabac |
| | Allergie |
| | Autre prévention |
| | Contraception refusée |
| Maternité | Honoraire maternité conventionné |
| | Honoraire maternité non conventionné |
| | Allocation Maternité |
| | Chambre particulière maternité |
| Autre | Cure thermale |
| | Cure thermale refusée |
| | Frais d'obsèques |
| | Médecine douce |
| | Téléconsultation |
| | Allocation Handicapé |
| | Véhicule Handicapé |

Table C.1 – Grille de garanties retenue

# Bibliographie


[1] Spac actuaires. Publication sur le 100 % santé. Mars 2019.

[2] M. Adam. *Différentes méthodes de tarification de garanties complémentaires santé et intégration de ces modèles dans un outil de tarification de contrat.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires.

[3] B. Bouskila. *Étude de la longévité du portefeuille vie individuelle d'AXA France.* PhD thesis, AXA France, 2013.

[4] A. Charpentier. *Actuariat de l'assurance non-vie 1.* Cours ENSAE ParisTech, 2016/2017.

[5] A. Charpentier and C. Dutang. *L'Actuariat avec R.* Décembre 2012.

[6] C. Chesneau. *Sur l'adéquation à une loi de probabilité avec R.* Licence, 2016.

[7] C. Chéry. *Construction d'un outil de tarification de contrats complémentaire santé.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires.

[8] Ministère des solidarités et de la santé. 100 % santé. *Dossier de presse*, Juin 2018.

[9] A. Diomande. *Tarification de garanties santé liées à un portefeuille d'expatriés.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires.

[10] Mutualité française. Les frais de gestion des mutuelles. Septembre 2018.

[11] M. Grun-Rehomme. *Modélisations des risques en assurance automobile.* Cours Université Paris 2 et Ensae.

[12] R Kaas, M Goovaerts, and J. Dhaene. *Modern Actuarial Risk Theory.* Springer Verlag, 2005.

[13] Lucas H. C. Jr. Lin, M. and G Shmueli. Too big to fail : Large samples and the p-value problem. *Information Systems Research*, 2013.

[14] N. Nguyen. *Construction de bases de tarification pour des contrats complémentaires santé collectifs par le Modèle Linéaire Généralisé.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires, 2013.

[15] F. Planchet and G. Serdeczny. *Modèles fréquence – coût : Quelles perspectives d'évolution ?* Présentation journée IARD de l'IA 2014, Mars 2014.

[16] R. Rakotomalala. *Zero-Inflated Poisson Regression.* Cours Université Lumière Lyon 2, Juin 2019.

[17] V. Raynal. *Définition d'une méthode stochastique de définition des contrats.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires, 2010.

[18] A. Rivest. *La régression de Poisson multiniveau généralisée au sein d'un devis longitudinal : un exemple de modélisation du nombre d'arrestations de membres de gangs de rue à Montréal entre 2005 et 2007.* Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en sociologie, 2012.

[19] M. Schaeffer. *Standardisation dans un modèle de Poisson : modélisation et conséquences sur les prédictions.* PhD thesis, Laboratoire de Biostatistique de la Faculté de Médecine de Strasbourg, 2012.

[20] F-H. Toutain. *Création d'un outil de tarification santé.* Mémoire présenté devant l'Institut des actuaires, 2018.

[21] R. Van Bork. The problematic p-value : How large sample sizes lead to the significance of noise. *Good Science Bad Science*, 2013.