Mémoire présenté devant l'ENSAE ParisTech
pour l'obtention du diplôme de la filière Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le 05/02/2020

Par : **Ange Steven AFFI**

Titre : **Refonte de l'outil complémentaire santé pour les assurances collectives, intégrations de l'impact du Reste à Charge Zéro (RAC 0)**

Confidentialité : ☐ NON ☒ OUI (Durée : ☐ 1 an ☒ 2 ans)

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

Membre présent du jury de la filière

Christian-yann ROBERT

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires

Matthieu CHAUVIGNY

Florence PICARD

Entreprise : aprecialis
Nom : APRECIALIS
Signature :

Directeur du mémoire en entreprise :
Nom : Philippe DELERIVE
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

Secrétariat :

Signature du candidat

Bibliothèque :

Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique (ENSAE)
5, avenue Henry Le Chatelier - 91120 PALAISEAU, FRANCE

DÉDICACE

A mon Père,

A ma Mère,

A toute ma Famille,

A tous mes Amis.

DÉCHARGE

L'ENSAE et APRECIALIS n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans ce rapport. Ces opinions doivent être considérées comme propre à leur auteur.

REMERCIEMENTS

Ce présent rapport n'aurait pu voir le jour sans la contribution de plusieurs personnes qu'il convient de remercier.

Je tiens à remercier en premier lieu, M. Philippe DELERIVE, notre maître de stage, Directeur Général de Aprecialis, qui m'a donné de précieux conseils et orientations pertinentes dans la rédaction de ce rapport. Je le remercie, également, pour tous les conseils qu'il m'a apportés tant sur le plan professionnel que personnel.

Derrière un grand manager, se trouve des personnes dynamiques ; il convient pour moi également de remercier tous les membres du Personnel d'Aprecialis qui m'ont toujours accompagné et encouragé durant les périodes difficiles, et particulièrement M. Raymond TANG, mon Manager direct.

Je tiens à remercier, toute l'équipe pédagogique de l'ENSAE Paris, et du GENES pour cette opportunité qui m'a été accordée pour poursuivre mon cursus en double diplomation, ici à Palaiseau après mon diplôme d'Ingénieur à l'ENSEA d'Abidjan. Je tiens particulièrement à remercier Mme Caroline HILLAIRET, ma responsable de formation et mon encadrante de stage au sein de l'ENSAE Paris, et M. Christian-yann ROBERT, mon deuxième encadrant pour la version définitive de mon rapport, pour leurs remarques pertinentes et orientations durant la rédaction de ce rapport.

Ensuite, j'adresse mes remerciements à tous mes ami(e)s, et camarades de promotion qui ont su me challenger, encourager tout le long de ce parcours.

Je tiens à remercier ma famille proche comme élargie pour leurs efforts, encouragements et accompagnements depuis ma naissance.

Je remercie en dernier lieu toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont apporté des réponses, des conseils nécessaires à mon bien-être et mon état de santé.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE **II**

DÉCHARGE **III**

REMERCIEMENTS **IV**

AVANT-PROPOS **XII**

RÉSUME **XIII**

ABSTRACT **XIV**

NOTE DE SYNTHESE **XV**

SUMMARY **XIX**

INTRODUCTION **1**

Contexte et justification de l'étude 1
Objectif de l'étude 2
Annonce du plan 2

1 Le système de l'assurance santé pour collectif en France **3**

1.1 Les acteurs du marché 3
1.1.1 La sécurité sociale 3
1.1.2 Les complémentaires santé 3
1.1.3 Les entreprises 5
1.2 Les grandes réformes en assurance collective, et le reste à charge zéro (RAC 0) . . . 6
1.2.1 Le contrat responsable (2019) 6
1.2.2 Reste à charge zéro (RAC 0) 6
1.2.2.1 Augmentation des actes de prévention 7
1.2.2.2 Les garanties du 100% santé 7
1.2.2.3 Quels impacts pour les assureurs ? 10
1.3 Les cabinets de conseil en actuariat, et le cadre de la tarification d'une complémentaire santé pour collectif chez Aprecialis 11

1.3.1 Le rôle du cabinet de conseil en Actuariat 11
1.3.2 Le cadre de la tarification santé et le processus actuel utilisé par Aprecialis . 11

2 Modélisation de la prime pure 13
2.1 Cadre théorique 13
2.1.1 Segmentation en assurance 14
2.1.1.1 Transfert de risque sans segmentation 14
2.1.1.2 Segmentation avec information parfaite 15
2.1.1.3 Segmentation avec information imparfaite 15
2.1.2 Modèles de fréquence 16
2.1.2.1 Modèles linéaires généralisés (GLM) 16
2.1.2.2 Famille (a, b, 1) 16
2.1.2.3 Les autres modèles 17
2.2 Présentation et Analyse des données 18
2.2.1 Présentation des données 18
2.2.2 Analyses des données 19
2.2.2.1 Dentaire 25
2.2.2.2 Optique 26
2.2.2.3 Hospitalisation 28
2.3 Estimations des modèles de fréquence 31
2.3.1 Spécification des lois de fréquence 31
2.3.2 Modèle GLM avec loi de Poisson 33
2.3.3 Modèle Zéro-Inflated Poisson (pscl) 33
2.3.4 Modèle de Fréquence avec une Binomiale Négative (MASS) 34
2.3.5 Modèle Zéro-Inflated Binomiale Negative (pscl) 35
2.3.6 Les différentes étapes de l'estimation des modèles 36
2.4 Présentation, Interprétation et discussion des résultats 37
2.4.1 Présentation de quelques résultats, interprétation et discussion 37
2.4.2 Présentation des résultats du test de Vuong 39
2.4.3 Graphiques des résidus 39
2.4.4 Exemple de fréquence de consommation pour un adulte actif de sexe masculin, membre adhérant, résidant en Hauts-de-France et âgé de 43 ans 41

3 Impact du Reste à charge zéro 42
3.1 Comparaison de l'impact de la réforme sur trois formules : calculs d'impacts Aprecialis 42
3.1.1 Impact du coût moyen 42
3.1.2 Impact de la fréquence 43
3.1.2.1 Tendance attendue 43
3.1.2.2 Utilisation de statistiques de renoncement aux soins 43
3.1.2.3 Les formules basses vont consommer comme les formules hautes . . 45
3.2 Méthodologie de calculs d'impacts du RAC 0 46
3.2.1 Impact du coût moyen 46
3.2.1.1 Optique 46
3.2.1.2 Prothèses auditives 53
3.2.1.3 Prothèses dentaires 55
3.2.2 Impact de la fréquence de consommation 57

4 Analyse et interprétation du résultat global **58**
4.1 Calcul de la prime pure 58
4.2 Comparaison du modèle avec les modèles existants 59
4.2.0.1 Comparaison de la prime pure Aprecialis & notre modèle sur un portefeuille donné avant la réforme 60
4.2.0.2 Comparaison de la prime pure Aprecialis & notre modèle sur un portefeuille donné avec la réforme 61
4.3 Synthèses de quelques impacts du RAC 0 62
4.3.1 Limites de notre modélisation 63

CONCLUSION **65**

A Annexes sur les actes tarifaires et les départements **XXVI**

B L'analyse du profil de sinistralité de quelques variables du poste pharmacie et médecine de ville **XXIX**

C La distribution de la fréquence de sinistre et les autres annexes **XXXIII**

LISTE DES TABLEAUX

1 Synthèse des impacts du reste à charge zéro en 2020 sur quatre garanties à partir de notre modèle . . . XVIII
2 Summary of the impacts of the "100% santé" in 2020 on four guarantees from our model . . . XXII

2.1 Synthèse des paramètres du modèle de fréquence d'acte d'analyses médicales et travaux de laboratoire : loi Binomiale Négative . . . 38
2.2 Synthèse des paramètres du modèle de fréquence de consultation d'un médecin généraliste : loi Binomiale Négative . . . 38
2.3 Comparaison de la qualité des modèles de Fréquence des actes d'analyses médicales et travaux de laboratoire : loi Poisson Vs Binomiale Négative . . . 39
2.4 Comparaison de la qualité des modèles de Fréquence des actes de consultation d'un généraliste : loi Poisson Vs Binomiale Négative . . . 39

3.1 Répartition des personnes déclarant un trouble de la vision selon l'âge et la correction du trouble (%) . . . 44
3.2 Difficultés d'audition chez les personnes de 18 ans et plus (en%) . . . 44
3.3 Taux de renonciation aux soins médicaux et dentaires (en%) . . . 45
3.4 Impact du RAC 0 sur trois formules (Basse, Moyenne, Haute) avec une hypothèse d'augmentation de la Fréquence due à l'intégration de 50% des renonciations aux soins . . . 45
3.5 Impact du RAC 0 sur trois formules (Basse, Moyenne, Haute) avec une hypothèse d'augmentation de la fréquence des garanties Basse et Moyenne similaire à celle de la garantie Haute . . . 46
3.6 Correspondance entre les prix limites de vente de la classe A (100% santé) et les catégories des verres des contrats responsables . . . 47
3.7 Base de remboursement pour deux verres, et une monture de classe A du panier 100% santé . . . 47
3.8 Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres et une monture de classe A du panier 100% santé . . . 48
3.9 Répartition des verres potentiellement de classe A en pourcentage des nouveaux planchers de remboursement . . . 48
3.10 Reste à charge moyen pour la complémentaire sur le panier de classe A . . . 48
3.11 Prix limites de vente deux (2) verres de la classe A et une (1) monture de classe B . 49

3.12 Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres de classe (A) avec une prise en charge du ticket modérateur monture de classe B 49
3.13 Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres de classe (A) avec une prise en charge totale de la monture de classe B 50
3.14 Reste à charge moyen pour la complémentaire pour deux verres de classe A et une prise en charge totale de la monture de classe B à 100€ 50
3.15 Ancienne Base de remboursement pour un verre, et monture avant la réforme 51
3.16 Table d'une garantie avant la réforme pour le calcul d'impacts y compris la prise en compte de la monture 51
3.17 Reste à charge de la complémentaire santé pour un panier optique 100% santé . . . 51
3.18 Impact sur le reste à charge de la complémentaire deux (2) verres A + monture A ou B 52
3.19 Impact sur le reste à charge de la complémentaire deux (2) verres + monture de classe B 52
3.20 Répartition des ventes de prothèses auditives et prix publics par gamme d'appareil . 53
3.21 Base de remboursement, prix limite de vente (PLV) des prothèses auditives de classe I de 2018 à 2021 54
3.22 Calculs d'impacts des prothèses auditives de classe I sur le reste à charge moyen de la complémentaire santé de en 2021 54

4.1 Exemple de prime pure annuelle modélisée pour 2020 avec la prise en charge du reste à charge zéro pour quatre garanties à **fréquence inchangée** sur une population d'actifs et de retraités dont l'âge varie de 53 à 94 ans, avec trois enfants 59
4.2 Exemple de prise en compte de l'impact fréquence sur la prime pure 4.1 60
4.3 Synthèse de la prime pure modélisée par notre modèle sur ce portefeuille en 2018 . . 60
4.4 Synthèse de la prime pure modélisée par le modèle de Aprecialis en 2018 61
4.5 Synthèse de la prime pure modélisée par notre modèle sur ce portefeuille en 2020 . . 61
4.6 Synthèse de la prime pure modélisée par le modèle de Aprecialis en 2020 62
4.7 Synthèse des impacts du reste à charge zéro en 2020 sur quatre garanties à partir de notre modèle 63

A.1 Liste des actes tarifaires par poste de dépense XXVII

TABLE DES FIGURES

1.1 Visualisation de l'outil de calcul de prime pure Aprecialis 12

2.1 La répartition des bénéficiaires par variables d'analyse 20
2.2 La répartition des bénéficiaires par région 20
2.3 L'analyse du profil de sinistralité selon les modalités des variables d'analyse 21
2.4 L'analyse du profil de sinistralité selon la région 22
2.5 L'analyse du profil de sinistralité par Département selon quelques Régions 22
2.6 L'analyse du profil de sinistralité par âge selon les grands postes de dépenses 23
2.7 L'analyse du profil de sinistralité par âge selon deux actes du poste dentaire 24
2.8 L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste dentaire 26
2.9 L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste optique 28
2.10 L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste hospitalisation 30
2.11 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes : cas d'une binomiale négative et d'une loi de Poisson 32
2.12 Comparaisons du graphique des résidus de la loi de fréquence de certains actes : cas d'une binomiale et d'une loi de Poisson 40

A.1 La répartition des bénéficiaires par département XXVI
A.2 Les actes les plus récurrents par poste de dépense XXVIII

B.1 L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste médecine de ville XXIX
B.2 L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste pharmacie XXXI

C.1 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste médecine de ville : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson XXXIII
C.2 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste hospitalisation : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson XXXV
C.3 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste pharmacie : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson XXXVI

C.4 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste dentaire : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson XXXVII
C.5 Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste optique : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson XXXIX
C.6 Corrélation des variables tarifaires XL
C.7 Présentation des graphiques des résidus de la loi de fréquence du modèle binomial négatif XLIII
C.8 Les différents types de dents, et le système de numérotation dentaire FDI XLVI

AVANT-PROPOS

Ce rapport de fin d'études est le fruit d'une alternance en contrat professionnel d'une année qui s'est déroulée au sein d'Aprecialis. Passionné par le conseil en actuariat, j'ai pu effectuer mon alternance au sein d'Aprecialis, un cabinet de conseil en actuariat spécialisé dans le calcul des IFC, des provisionnements, du calcul des tarifs pour les complémentaires santé, et de la certification de table d'expérience... Dans le cadre de cette alternance, j'ai pu travailler sur chacun de ces champs.

De plus avec les nouvelles réformes concernant la santé, mon entreprise et moi avons jugé bon d'actualiser notre outil santé afin d'intégrer les impacts du reste à charge zéro (RAC 0). Le choix du sujet est, en effet, directement issu de l'actualité récente avec la mise en place du reste à charge zéro qui suscite des inquiétudes chez les acteurs de la complémentaire santé.

C'est ainsi que durant quelques mois en plus des missions éventuelles à effectuer, j'ai pu consacrer mon temps à la recherche sur la mise à jour de notre outil santé en intégrant le RAC 0, et en utilisant les méthodes adéquates avec une compréhension nette. Ce projet s'est fait sous l'encadrement de M. Philippe **DELERIVE**, Directeur Général de Aprecialis.

Des difficultés n'ont pas manqué. Elles concernent essentiellement la mise en place de la base de données nécessaire pour effectuer la modélisation. En effet, il a été adopté une approche fréquence-coût pour modéliser la prime pure. Et, nous avions eu des difficultés à obtenir une base de fréquence permettant d'estimer des modèles de fréquence sophistiqués du type Poisson, binomial négatif avec des variables tarifaires telles que l'âge, la catégorie socio-professionnelle, la région d'habitation, le niveau de garantie, etc. Nous avons ainsi cherché, et discuté avec nos responsables jusqu'à la réception d'une base de données adéquates courant Juillet.

RÉSUME

Le reste à charge zéro (RAC 0), promesse de campagne du président E. Macron, est une réforme du système d'assurance santé français qui concerne principalement trois postes de dépense : l'optique, l'audioprothèse et les prothèses dentaires. L'entrée en vigueur de cette réforme est en 2020 pour l'optique et certaines prothèses dentaires, et en 2021 pour les prothèses auditives. La mise en œuvre et les contraintes réglementaires vis-à-vis des complémentaires santé suscitent des inquiétudes chez les acteurs de la complémentaire santé. En effet, cette réforme en plus d'impacter le reste à charge moyen des complémentaires santé en fonction des garanties existantes avant la réforme, impacte le profil de consommation des assurés. Dans ce travail qui porte sur la refonte de l'outil complémentaire santé d'Aprecialis avec intégration des impacts du reste à charge zéro, un nouveau modèle de prime pure a été construit. Ce modèle se base sur une approche fréquence-coût dans laquelle les fréquences par acte furent modélisées par des modèles binomiaux négatifs, et les coûts furent calculés à partir d'un programme excel basé sur les taux de garanties, le plafond mensuel de la sécurité social (PMSS), de la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), et des poids de consommation au sein des sous-actes [1]. L'avantage cette approche est de faciliter la prise en compte d'un éventuel changement dans le reste à charge moyen d'une complémentaire santé. Les résultats de toutes ces différentes implications ont permis d'avoir un modèle de prime pure cohérent tenant compte à la fois des caractéristiques intrinsèques d'un portefeuille donné et des nouveaux tarifs en vigueur en 2020. La comparaison de ce modèle avec celui existant au sein d'Aprecialis est satisfaisante. En ce qui concerne les impacts du reste à charge zéro, les effets ne sont pas du tout uniformes. Ils dépendent fortement des caractéristiques de la population assurée, des garanties existantes avant la réforme. Un exemple de calcul d'impact sur quatre formules allant du plancher au plafond du contrat responsable nous fournit les synthèses suivantes.
En 2020, les tarifs des contrats au plancher du contrat responsable avant la réforme évolueront par rapport à 2018 de 9,88% à 26,48% ; de 4,84% à 17,94% pour les contrats ayant des garanties moyennes (situés à la moitié entre le plafond et le plancher) ; de 1,26% à 14,07% pour les contrats ayant de garanties intermédiaires (situés au 3/4 entre le plafond et le plancher) ; de -0,07% pour les contrats au plafond du contrat responsable.

Mots-clés : reste à charge zéro, complémentaire santé, refonte, tarification, assurance collective.

1. Dans cette modélisation, il y a 37 actes de consommation. Certains actes de consommation regroupent des actes beaucoup plus fins.

ABSTRACT

The zero-excess for the patient (RAC 0), a campaign promise of President E. Macron, is a reform of the French health insurance system which mainly concerns three items of expenditure : optics, hearing aid and dental prostheses. This reform takes effect in 2020 for optics and some dental prostheses, and in 2021 for hearing aids. Its implementation and the regulatory constraints on complementary health are raising concerns within the players in complementary health. In fact, this reform, in addition to having an impact on the average remaining amount of complementary health insurance according to existing guarantees before the reform, impacts the consumption profile of the insured. In this work which focuses on the re-modeling of the complementary health tool of Aprecialis with integration of the impacts of zero-excess for the patient, a new pure premium model has been built. This model is based on a frequency-cost approach in which the frequencies per act were modeled by negative binomial models, and the costs were calculated from an excel program based on the guarantee rates, the monthly social security ceiling (PMSS), social security reimbursement base (BRSS), and consumption weights in sub-acts [2]. The advantage of this approach, it makes easier to take into account a possible change in the average rest of a complementary health. The results of these different implications made it possible to have a coherent pure premium model that takes into account both the intrinsic characteristics of a given portfolio and the new tariffs in effect in 2020. The comparison of this model with that existing within Aprecialis is satisfactory. As for the impacts of the zero-excess for the patient, the effects are not uniform at all. They depend heavily on the characteristics of the insured population, the existing guarantees before the reform. An example of an impact calculation on four formulas ranging from the floor to the ceiling of the responsible contract gives us the following syntheses.
In 2020, contract rates at the floor of the responsible pre-reform contract will increase from 9.88% to 26.48% compared to 2018 ; from 4.84% to 17.94% for contracts with medium guarantees (located at half-way between the ceiling and the floor) ; from 1.26% to 14.07% for contracts with intermediate guarantees (located 3/4 between the ceiling and the floor) ; of -0.07% for contracts on the ceiling of the responsible contract.

Keywords : zero-excess charge for the patient, complementary health insurance, re-modeling, pricing, collective insurance.

2. In this modeling, there are 37 acts of consumption. Some acts of consumption include much finer acts.

NOTE DE SYNTHESE

Le reste à charge zéro (RAC 0), promesse de campagne du président E. Macron, est une réforme du système d'assurance santé français qui concerne principalement trois postes de dépense : l'optique, l'audioprothèse et les prothèses dentaires. En effet, cette réforme a été initiée afin d'annuler le reste à charge important subi par les foyers français sur certains actes conduisant à renoncer à des soins dont ils ont besoin. Cette réforme, dite 100% santé est prise intégralement en charge par l'assurance maladie et les complémentaires santé.

Cette nouvelle exigence réglementaire impacte les coûts moyens ou restes à charge des complémentaires dans leurs modèles de tarification, et impacte la fréquence de consommation des assurés qui réduiront bien entendu leur renonciation aux soins. Ces impacts induisent une augmentation ou diminution de la prime pure dans les nouveaux contrats après la réforme en fonction des garanties existantes et de la population assurée.

Du côté des assureurs, l'on assiste à une inquiétude quant à l'augmentation des tarifs pour tenir leurs engagements obligatoires tandis que, chez les pouvoirs publics, il est demandé aux assureurs de proposer ces nouvelles réformes avec une faible augmentation des tarifs.

Dans ce rapport, une étude a été menée pour mieux comprendre les impacts du 100% santé sur un portefeuille d'assurés en fonction des garanties existantes avant la réforme.

Ce rapport traite de **la refonte de l'outil complémentaire santé de Aprecialis en intégrant les impacts du reste à charge zéro dans le cadre d'une assurance collective** à partir d'une base de contrat d'assurés ayant souscrit quatre (4) garanties à adhésion facultative :

- **Formule de base (PROTECTION)** : prise en charge du ticket modérateur pour les soins (consultations, honoraires médicaux et chirurgicaux, actes remboursés par la sécurité sociale, ...) ;
- **Formule complète (PRÉCISION)** : pour un bon remboursement des dépassements d'honoraires de spécialistes et des dépenses coûteuses (dentaire, optique) ;
- **Formule renforcée (PRÉCAUTION)** : pour prendre en charge les dépassements d'honoraires importants et les dépenses coûteuses (dentaire, optique, prothèses auditives) ;
- **Formule optimale (PERFECTION)** : pour couvrir l'ensemble des dépenses de santé (dépassements d'honoraires, prothèses dentaires, orthodontie, optique, prothèses auditives).

Ainsi, ces contrats permettent de prendre en compte l'aléa-moral et l'anti-sélection à travers le libre choix offert aux assurés avant l'adhésion et des différences de consommation observées du fait de la garantie sélectionnée. De plus, les garanties proposées permettent de classifier facilement les

garanties futures à tarifer en sélectionnant la garantie se référant au mieux aux profils des assurés pour les nouveaux contrats.

Cette étude s'organise en quatre (4) chapitres. Le premier chapitre présente le système de l'assurance santé collective en France, les grands changements réglementaires ayant donné naissance à l'assurance santé collective obligatoire ainsi que les évolutions sur les garanties minimales pour les contrats responsables. Le second chapitre quant à lui est consacré à la modélisation de la prime pure en faisant mention de notre approche théorique, des modèles estimés ainsi que de l'analyse de données. Le troisième a été consacré à l'intégration des impacts du reste à charge zéro dans la détermination du reste à charge moyen de la complémentaire santé pour une garantie donnée. Le quatrième et dernier chapitre a synthétisé toutes les approches précédentes pour aboutir à un tarif de prime pure intégrant les impacts du reste à charge zéro.

Ce rapport utilise une approche fréquence-coût, et privilégie une tarification par acte en incluant les niveaux de garanties comme variables tarifaires pour tenir compte de l'aléa-moral et de l'anti-sélection lors de la souscription des contrats. L'analyse s'est faite sur une population sélectionnée à partir du portefeuille de 2018 d'une mutuelle d'assurance santé (avec 24 570 bénéficiaires dont 12 458 adhérents). Ce portefeuille couvre toutes les régions comme en témoignent les statistiques descriptives présentées dans le corps du rapport.
Concernant la modélisation de la prime pure, une analyse par acte a été effectuée au regard de l'analyse descriptive et de la distribution de fréquence qui ont montré des spécificités dans le profil de consommation en fonction des actes considérés.

Après cette étape cruciale d'analyse des données, chacune des composantes du modèle de prime pure par acte a été estimée. Il faut noter une spécificité des indemnisations en assurance santé. En assurance santé, les indemnisations sont de quatre ordres : d'un montant libellé en pourcentage des frais réels (%Fr), d'un montant forfaitaire libellé en pourcentage du plafond mensuel de la sécurité sociale (%PMSS), d'un montant libellé en pourcentage de la base de remboursement de la sécurité sociale (%BRSS), et d'un montant mixte combinant les deux dernières approches (%BRSS+%PMSS). Ainsi, nous pouvons regrouper ces quatre indemnisations en trois grands sous-groupes. A savoir : une indemnisation en %Fr, en %PMSS et en %BRSS. Dans les deux derniers cas, les montants des garanties étant connus à l'avance en fonction des actes considérés, la sévérité moyenne par acte peut facilement être déterminée en se basant sur les poids de consommation observés au sein des sous-groupes pour chaque acte considéré. De plus, pour une garantie sélectionnée, les montants de remboursement associés à un acte donné d'une complémentaire santé étant discontinus, il serait difficile de les modéliser avec des lois continues du type lognormal ou gamma. En ce qui concerne les indemnisations en %Fr, la pratique commerciale tend à limiter ces garanties aux forfaits actes lourds et forfait journalier dont les frais réels sont connus et fixes. Ainsi, la construction d'un modèle fréquence-coût revient à modéliser surtout la fréquence par un modèle aléatoire de fréquence pour déterminer les facteurs les plus importants dans la limite des variables autorisées par la loi pour expliquer la fréquence de consommation par acte, et à récupérer les montants d'indemnisation en se référant aux taux de garantie, au plafond mensuel de la sécurité sociale (PMSS), à la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), et aux poids de répartition au sein des sous-actes pour chaque acte considéré.

La fréquence de consommation par acte a été modélisée par un modèle de Poisson et un modèle binomiale négatif en respectant les différentes procédures d'estimation pour une bonne calibration d'un modèle. L'estimation de ces modèles a permis de confirmer les observations notées quant aux variables tarifaires pertinentes pour expliquer la fréquence de consommation des actes de santé lors de l'analyse de données. Par ailleurs, les tests de comparaison de vuong et les diagnostics de

résidus ont permis de sélectionner les modèles de fréquence à loi binomiale négative au détriment du modèle de Poisson pour estimer la fréquence de consommation des actes.

Suite à la modélisation de la fréquence de consommation des actes, il a été présenté l'approche adoptée pour calculer et intégrer la prise en compte de la réforme 100% santé dans la détermination du reste à charge moyen de la complémentaire santé pour une garantie donnée.

Il ressort de cette analyse que les coûts moyens pris en charge par la complémentaire santé seront impactés en fonction du niveau de garantie existant avant la réforme. En optique, le reste à charge pour la complémentaire santé du panier 100% santé de classe A a un faible impact sur son coût moyen du fait de l'existence de garanties supérieures aux minima du panier 100% santé de classe A. Cependant pour les contrats au plancher du contrat responsable avant la réforme, il faut ajuster ces garanties à minima sur ces montants (87,62€ pour les équipements simples et 263,22€ pour les équipements très complexes) pour deux verres et une monture de classe A dans le modèle de prime pure. Concernant le panier de classe B ou d'un assemblage constitué de verres A et de monture B, il existe un impact réel dû à la baisse trop importante de la base de remboursement qui vient augmenter le reste à charge de l'assuré donc éventuellement celui de la complémentaire en fonction des garanties souscrites. Néanmoins les contrats proposant des garanties avec un forfait monture supérieur à 100€ enregistreront une baisse du reste à charge moyen de la monture mais qui servira aussitôt à compenser la baisse de la base de remboursement des verres dans la limite de 30,24€.
Concernant les prothèses auditives, la prise en charge obligatoire entre en vigueur en 2021 même si à ce jour les bases de remboursement ont été revalorisées et les prix limites de vente connus pour certains actes. Ceci impacte directement le reste à charge moyen de la complémentaire pour les garanties libellées en %BRSS. Cet impact sera beaucoup plus important en 2021 avec l'obligation pour les complémentaires de proposer une prise en charge minimale du panier de classe I de 710€ pour les adultes. De plus avec la limitation de la prise en charge de la complémentaire y compris celle de la sécurité sociale à 1700€/oreille tous les 4 ans, et du fait de la revalorisation de la base de remboursement pour le panier de classe II, la complémentaire pourrait baisser son reste à charge moyen allant jusqu'à 120,17€ relativement à 2018.
Au niveau du poste dentaire, le texte prévoyant la mise en œuvre d'un panier 100% santé en dentaire a été signé depuis Juin 2018 par la quasi-totalité des acteurs clés. Il prévoit notamment la mise en œuvre d'un panier 100% santé à travers la revalorisation des actes de soins conservateurs, et la mise en place d'une offre de prothèses dentaires dite 100% santé dont la qualité des prothèses utilisées sera fonction de la position de la dent. Ces prothèses entreront en vigueur en Janvier 2020. Elles concernent essentiellement les prothèses fixes (couronnes et bridges). Il faut noter également la revalorisation des bases de remboursement ainsi que la détermination des prix limites de vente pour ces paniers. A côté de tout ceci, il existe également deux autres paniers à tarifs dits libres et maîtrisés pour tenir compte des exigences esthétiques des assurés.
Après avoir présenté de manière succincte la réforme 100% santé et ses implications sur le reste à charge moyen d'une complémentaire santé pour une garantie existante avant la réforme, il importe de présenter les principaux résultats de cette étude. La formule ayant servi de calcul à la prime pure pour les 37 actes pour un assuré donné peut être résumée comme suit :

$$P = \sum_{i=1}^{37} Freq_{ACTES_i} \times Cout_{ACTES_i}$$

Avec $Freq_{ACTES_i}$ dépendant des caractéristiques propres de l'assuré et du choix de son profil de consommation parmi ceux-ci (PROTECTION, PRECISION, PRECAUTION ou PERFECTION),

et $Cout_{ACTES_i}$ dépendant fortement du niveau de garantie choisi par l'assuré et des obligations de couverture du reste à charge zéro. Pour la prise en compte des obligations réglementaires dues au 100% santé, nous avons conçu un fichier excel prenant en compte ces obligations en fonction des garanties saisies, et déterminant les coûts moyens associés pour chaque acte. Pour la prise en compte de l'impact du 100% santé sur la fréquence de consommation dû à l'accès aux soins, une hypothèse de changement de profil de consommation a été faite dans le calcul de la prime pure.
Les résultats de toutes ces différentes implications ont permis d'avoir un modèle de prime pure cohérent tenant compte à la fois des caractéristiques intrinsèques d'un portefeuille donné et des nouveaux tarifs en vigueur pour 2020.
La comparaison de notre modèle avec celui existant au sein de Aprecialis est satisfaisante. Notre modèle permet d'avoir une prime pure beaucoup plus souple basée sur les caractéristiques individuelles des assurés. Ces tarifs sont utilisés pour déterminer un tarif collectif en prenant soit la moyenne par catégorie d'âge, soit la moyenne de l'ensemble, soit un transfert d'une partie des charges d'une classe vers une autre en fonction de l'offre de la complémentaire santé et des exigences de l'entreprise souscriptrice.
Concernant les impacts du reste à charge zéro sur le portefeuille des complémentaires santé en 2020 relativement à 2018, des impacts ont été calculés sur un portefeuille d'assurés ayant souscrit à des formules allant du plancher au plafond du contrat responsable. Ces résultats sont présentés ci-dessous.

Formules	Plancher	Moyenne	Intermediaire	Plafond
Profil de Consommation	PRECISION	PRECISION	PRECAUTION	PERFECTION
Hypo. Freq.*	PRECAUTION	PRECAUTION	PERFECTION	PERFECTION
0%	9,88%	4,84%	1,26%	-0,07%
1%	10,05%	4,97%	1,39%	-0,07%
2%	10,21%	5,11%	1,52%	-0,07%
5%	10,71%	5,50%	1,90%	-0,07%
10%	11,54%	6,15%	2,54%	-0,07%
20%	13,20%	7,46%	3,83%	-0,07%
30%	14,86%	8,77%	5,11%	-0,07%
40%	16,52%	10,08%	6,39%	-0,07%
50%	18,18%	11,39%	7,67%	-0,07%
60%	19,84%	12,70%	8,95%	-0,07%
100%	26,48%	17,94%	14,07%	-0,07%

* :% de la population changeant de profil de consommation

Table 1 – Synthèse des impacts du reste à charge zéro en 2020 sur quatre garanties à partir de notre modèle

Comme il est mentionné dans ce tableau, les impacts du reste à charge zéro ne sont pas du tout uniformes. Ils dépendent fortement des garanties souscrites avant la réforme, et de la population assurée. Ainsi, les portefeuilles les plus impactés sont ceux ayant des garanties proches du plancher du contrat responsable ou ayant des garanties moyennes avant la réforme. Cet impact s'intensifie avec l'hypothèse d'augmentation de la fréquence de consommation des actes concernés par la réforme (verres et montures, prothèses dentaires, prothèses auditives, inlays-onlays).

SUMMARY

The zero-excess for the patient (RAC 0), a campaign promise by President E. Macron, is a reform of the French health insurance system which mainly concerns three items of expenditure : optics, hearing aids and dental prostheses. Indeed, this reform was initiated in order to cancel the rest of medical expenses by French households on certain acts leading to give up the care they need. This reform, known as "100% santé", is entirely covered by health insurance and complementary health.

This new regulatory requirement impacts average costs of complementary health in their pricing models, and impacts the frequency of consumption of policyholders who will of course reduce their renunciation of care. These impacts lead to an increase or decrease in the pure premium in new post-reform contracts based on existing guarantees and the insured population.

On the insurers' side, there is concern over the increase in tariffs to ensure their legal obligations, while insurers are being asked by public authorities to propose these new reforms with a slight increase in tariffs.

In this report, a study was conducted to better understand the impact of "100% santé" on a policyholder portfolio based on pre-reform guarantees.

This document deals with **the modelization of complementary health model by integrating the impacts of "100% santé" as part of a collective insurance of Aprecialis** based on a contract of policyholders who have subscribed four (4) optional guarantees :

- **Basic formula (PROTECTION)** : support for co-payments for care (consultations, medical and surgical fees, act reimbursement by social security, etc.) ;
- **Complete formula (PRÉCISION)** : good for a reimbursement act of expensive expenses (dental, optical) ;
- **Enhanced Formula (PRÉCAUTION)** : good to support large fees and expensive expenses (dental, optical, hearing aids) ;
- **Optimal formula (PERFECTION)** : good to cover all health expenses (exceeding budget, dental prostheses, orthodontics, optics, hearing aids).

Thus, these contracts allow us to take moral hazard and anti-selection through the free choice offered to policyholders before entering in portfolio and the differences observe in consumption due to the selected guarantee. In addition, the guarantees allow us to classify easily future guarantees to be priced by selecting the guarantee that best refers to the profiles of insureds for new contracts.

This study is organized in four (4) chapters. The first chapter presents the system of collective health insurance in France, the major regulatory appeared that define compulsory collective health insurance and the changes to the minimum guarantees for responsible policies. The second chapter is devoted to modelize the pure premium by mentioning our theoretical approach, estimated models as well as data analysis. The third one was devoted to explain the impact of the "100% santé". In this chapter, it shows how to determine the average of claim amount for complementary health inistitution given the guarantee. The fourth and last chapter synthesized all the previous approaches to calculate the pure premium tariff integrating the impacts of the "100% santé".

This study uses a frequency-cost approach, and favors a pricing by act by including the levels of guarantees as tariff variables to take account of the moral hazard and the anti-selection during the subscription of the contracts. The analysis was made on a population selected from the 2018 portfolio of a mutual health insurance (with 24,570 beneficiaries including 12,458 members). This portfolio covers all regions as evidenced by the descriptive statistics presented in the body of the report.
Concerning the pure premium modeling, we carried out an analysis by act with regard to the descriptive analysis and the frequency distribution that showed specificities in the consumption profile according to the considered acts.

After this crucial stage of analysis of the data, each components of the pure premium model per act was estimated. It should be noted a specificity of compensation in health insurance. In health insurance, the indemnities are four-fold : an amount expressed as a percentage of the real costs (%Fr), an amount as a percentage of the monthly ceiling of the social security (%PMSS), an amount expressed as a percentage of the social security reimbursement base (%BRSS), and a mixed amount combining the last two approaches (%BRSS + %PMSS). Thus, we can summarise these four compensations into three large subgroups. Such as : a compensation in %Fr, in %PMSS and %BRSS. In the last two cases, the amounts of the indemnities being known in advance according to the acts considered, the average severity per act can easily be determined based on the consumption weights observed within the subgroups for each act considered. In addition, the reimbursement amounts of a given complementary health, for a selected guarantee and a given act being discrete, it would be difficult to model them with continuous laws like lognormal or gamma. With regard to compensation in %Fr, commercial practice tends to limit these guarantees to heavy acts and flat-rate daily whose real costs are known and fixed. Thus, the modeling of the frequency-cost approach amounts to modeling the frequency mainly by a random frequency model to determine the most important factors within the limit of the variables authorized by the law to explain the frequency of consumption per act, and to recover the known amounts of compensation by referring to the guarantee rates, the monthly social security ceiling (PMSS) and the social security reimbursement base (BRSS) for each act considered.

The frequency of consumption was modeled by a Poisson model and a negative binomial model by respecting the different estimation procedures for a good calibration of the model. The estimation of these models made it possible to confirm the observations noted with regard to the relevant tariff variables to explain the frequency of consumption of the health acts during the analysis of data. In addition, vuong comparison tests and residue diagnostics allowed us to select negative binomial frequency models instead of the Poisson model to estimate the frequency of consumption of the acts.

Following the modeling of the frequency of consumption of the acts, the approach adopted to calculate and integrate the reform of the "100 % santé" in the determination of the average cost for complementary health institution for a given guarantee. It emerges from this work that in op-

tics, the amount to be paid after reimbursement by the compulsory scheme for the complementary health of basket "100 % santé" class A has a low impact on its average cost because of the existence of guarantee above the minima basket "100 % santé" class A. However for the contracts being at the bottom of the responsible contract before the reform, it is necessary to adjust its guarantees to a minimum on these amounts (simple : 87.62€, very complex : 263.22€). About class B basket or a combination of glasses A and optical frames B, there is a real impact due to the excessive reduction of the reimbursement base, which increases the rest of the insured, and possibly the rest of complementary health according to the guarantees subscribed. However, the contracts offering guarantees with a fixed price higher than 100€ for optical frames, will register a drop in amount use to pay the rest of the frame but which will be used immediately to compensate for the decrease of the reimbursement base of the glasses in the limit of 30.24€.
Concerning hearing aids, compulsory care takes effect in 2021, although at this moment, the reimbursements bases have been valued and the selling price limits known for certain acts. This directly impacts the rest amount for guarantees denominated in %BRSS. This impact will be more important in 2021 with obligation to offer a minimum care of the class I basket of 710€ for adults. Moreover, the limitation of the rest amount of the complementary including that of the social security to 1700€/ear every 4 years, and because of the revaluation of the reimbursements bases for class II basket, the complementary could lower its average cost up to 120.17 euro, compared to 2018.
At the level of the dental post, the text providing for the implementation of a basket 100% dental health has been signed since June 2018 by almost all key players. It notably provides for the implementation of a 100% health basket through the revalorization of conservative care, and the implementation of a 100% healthy health prosthesis offer, the quality of which will be based on the type of prosthesis used in terms of position of the teeth. These prostheses will come into effect in January 2020. They mainly concern fixed prostheses (crowns and bridges). It should also be noted the revaluation of the bases of reimbursement as well as the determination of the maximum selling prices for these baskets. Beside all this, there are also two other baskets at so-called free rates and controlled to take into account the aesthetic requirements of the insured.
After succinctly presenting the "100% santé" reform and its implications, it is important to present the main results of this study. The formula used to calculate the pure premium with 37 acts for a given insured can be summarized as follows :

$$P = \sum_{i=1}^{37} Freq_{ACTES_i} \times Cout_{ACTES_i}$$

With $Freq_{ACTES_i}$ depending on the specific characteristics of the insured and the choice of his consumption profile among these (PROTECTION, PRECISION, PRECAUTION ou PERFECTION), and $Cout_{ACTES_i}$ depending heavily on the level of coverage chosen by the insured and the obligations to cover the rest of "100% santé" acts. To take into account the regulatory obligations due to "100% santé", we have designed an excel file taking into account these obligations according to the guarantees selected, and determining the associated average costs for each act.To take into account the impact of "100% santé" on the frequency of consumption due to access to care, an assumption of a change in consumption profile was made in the calculation of the pure premium. The results of all these differents implications have made it possible to have a coherent pure premium model that takes into account both the intrinsic characteristics of a given portfolio and the new tariff for 2020.
The comparison of our model with that existing within Aprecialis is satisfactory. Our model allows

for a much more flexible pure premium based on the individual characteristics of the insured. For the determination of a collective rate, the assessment will be given to the complementary which will propose tariffs by age groups or according to characteristics specific to the contract subscribed. Regarding the impact of the "100% santé" on the complementary health portfolio, we calculated impacts on a portfolio of insureds who took out guarantees ranging from the floor to the top of the responsible policy. These results are presented below.

Guarantee formula	Floor	Medium	Intermediate	Top
Consumption profile	PRECISION	PRECISION	PRECAUTION	PERFECTION
Freq. Hyp.*	PRECAUTION	PRECAUTION	PERFECTION	PERFECTION
0%	9,88%	4,84%	1,26%	-0,07%
1%	10,05%	4,97%	1,39%	-0,07%
2%	10,21%	5,11%	1,52%	-0,07%
5%	10,71%	5,50%	1,90%	-0,07%
10%	11,54%	6,15%	2,54%	-0,07%
20%	13,20%	7,46%	3,83%	-0,07%
30%	14,86%	8,77%	5,11%	-0,07%
40%	16,52%	10,08%	6,39%	-0,07%
50%	18,18%	11,39%	7,67%	-0,07%
60%	19,84%	12,70%	8,95%	-0,07%
100%	26,48%	17,94%	14,07%	-0,07%

* :% of the population changing consumption profile

Table 2 – Summary of the impacts of the "100% santé" in 2020 on four guarantees from our model

As we can see, the impacts of the "100% santé" are not uniform at all. They depend heavily on the guarantees subscribed before the reform, and the insured population. Thus, the most impacted portfolios are those with guarantees close to the floor of the contract responsible or having medium guarantees before the reform. This impact intensifies with the hypothesis of increasing in the frequency of consumption of the acts concerned by the reform (glasses and frames, dental prostheses, hearing aids, onlay-inlays).

INTRODUCTION

Contexte et justification de l'étude

L'assurance complémentaire santé collective connaît depuis quelques années des mutations importantes allant de la mise en place d'une assurance collective obligatoire au sein des entreprises (ANI 2013) à une adoption récente de la résiliation infra-annuelle des contrats. A ces changements s'ajoute le reste à charge zéro (RAC 0).

Le RAC 0 est une réforme du système d'assurance santé, issue de la promesse de campagne du président E. Macron, ayant pour principal objet de faciliter l'accès aux soins des Français. En effet, selon les chiffres de l'affiche de campagne du 100% santé du ministère des solidarités et de la santé, tirés du rapport de l'EHIS-ESPS, Drees-Irdes 2014 et de SNDS & INSEE 2014, parmi les Français nécessiteux de soins, 10% des personnes nécessitant des lunettes, 17% des personnes nécessitant des prothèses dentaires et 67% des malentendants renoncent aux soins pour des raisons financières. Ainsi, cette réforme proposant un ensemble de prestations de soins et d'équipements identifiés pour ces trois postes de soins : audiologie (prothèses auditives), optique (lunettes de vue) et dentaire (prothèses dentaires) vise à les fournir sans reste à charge pour l'assuré. Le montant de remboursement pour ces actes du panier dit "100% santé" sera entièrement financé par l'assurance maladie et la complémentaire santé de l'assuré. Ce financement sans reste à charge pour l'assuré, entraine un sur-coût pour la complémentaire santé qui voit ses engagements augmentés. Au total la réforme coûtera un (1) milliard d'euros et sera financée pour 3/4 par l'assurance maladie et pour 1/4 par les complémentaires santé. Cela inquiète les acteurs de la complémentaire santé qui subissent une modification de leurs restes à charge moyens.

Ces changements (modification dans le reste à charge moyen pris en charge par la complémentaire santé) exigent des adaptations des modèles existants. Ces adaptations entraînent des modifications importantes dans les modèles existants auprès des complémentaires santé. Cela impacte également les modèles existants auprès des cabinets de conseil en actuariat qui doivent actualiser leurs outils de tarification, et tenir compte de ces changements pour mieux accompagner leur clients (complémentaire santé, entreprises du privé ou du public,...). Ainsi, comme toutes les autres réformes intervenues auparavant, les compagnies ont le choix entre faire de nouveaux modèles de tarification ou procéder à des coefficients d'ajustement pour tenir compte de l'impact de la nouvelle réforme. Pour un cabinet de conseil en actuariat disposant d'un modèle fréquence-coût, la prise en compte de cet impact reviendrait à actualiser sa base de coût, et à déterminer un coefficient impactant la fréquence pour tenir compte de l'augmentation de la fréquence de consommation due à l'accès aux soins que cette réforme favorisera.

Au sein d'Aprecialis, le modèle de prime pure se calcule par une approximation linéaire déduite sur une base de prime pure (fixe sans distinction de la fréquence et du coût moyen) construite pour des taux de garantie allant du ticket modérateur (TM) jusqu'à 1000% de la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS). Ceci rend difficile la prise en compte d'un éventuel changement ou d'un impact. De plus, son modèle a été construit depuis 2014. Il paraissait difficile de retrouver la documentation de base ayant servi à sa modélisation : code source, données, etc. Par ailleurs, Aprecialis souhaite obtenir un modèle permettant de suivre l'évolution de la fréquence par acte, de déterminer les impacts fréquences et/ou coûts pour une classe d'assurés spécifiques par poste et par acte au fil des années. Au regard de cet enjeu important, une nouvelle modélisation basée sur une approche fréquence-coût a été adoptée afin de faciliter la prise en compte d'un éventuel changement à l'avenir, et de répondre au mieux à l'utilité du modèle. Pour ce faire, un modèle fréquence-coût par acte a été implémenté pour déterminer des tarifs individuels qui serviront à la détermination d'un tarif collectif. La fréquence de ce modèle fut modélisée par une loi binomiale négative, et le coût fut déterminé à partir d'un programme excel utilisant les bases de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), les poids de consommation des actes, les taux de garanties ainsi que les exigences du 100% santé.

Cette présente étude s'inscrit dans le cadre de l'actualisation du modèle de tarification en complémentaire santé collective chez Aprecialis en incluant les impacts du reste à charge zéro. Comment avons-nous procédé pour modéliser la prime pure ? Quels modèles furent implémentés ? Pourquoi le choix de ces modèles ? Quels résultats furent adoptés ? C'est à cet ensemble de questions que répond la suite de ce travail.

Objectif de l'étude

Cette étude vise à implémenter un modèle de tarification en complémentaire santé pour collectif en intégrant l'impact du reste à charge zéro. Pour mener à bien cette mission, cet objectif se décline en différents objectifs spécifiques :

- La création d'un modèle technique de prime pure à partir d'un portefeuille d'assurés répartis sur toute l'étendue du territoire ;
- L'intégration de l'impact du reste à charge zéro (RAC 0) ;
- La comparaison de notre approche avec celle existante au sein de l'entreprise.

Annonce du plan

Dans ce mémoire, un plan en quatre (4) chapitres a été adopté. Dans un premier temps, il est présenté le système de l'assurance santé pour collectif en France en spécifiant les acteurs du marché et les grandes réformes, le rôle du cabinet de conseil en actuariat, le cadre de la tarification santé et le processus actuel utilisé par Aprecialis.
Dans un second chapitre, le cadre de la modélisation de la prime pure adopté est illustré en rappelant le cadre théorique, présentant les données et la spécification des différents modèles.
Dans le troisième chapitre, l'analyse de l'impact du reste à charge zéro (RAC 0) sur le reste à charge moyen de la complémentaire santé en fonction des garanties souscrites par les assurés est détaillée.
Pour finir, le dernier chapitre présente le modèle de prime pure final, la synthèse des résultats ainsi que les analyses, discussions et les limites de notre modélisation.

CHAPITRE 1

LE SYSTÈME DE L'ASSURANCE SANTÉ POUR COLLECTIF EN FRANCE

1.1 Les acteurs du marché

Les frais médicaux ou de santé des salariés sont couverts par des acteurs clés répartis en trois catégories.

1.1.1 La sécurité sociale

La sécurité sociale est l'organe premier de prise en charge des frais médicaux des particuliers. En effet, les cotisations sont obligatoires , et elle décide de façon discrétionnaire du taux de cotisation.

La sécurité sociale française est de modèle bismarckien, c'est-à-dire financé par le travail et les cotisations sociales, contrairement au système beveridgien, qui tire son financement des ressources fiscales.

C'est un ensemble de droits et d'obligations des employés, de leurs ayants droit, des employeurs. Elle est organisée en cinq (5) grands régimes :

- le régime général : il concerne essentiellement les salariés, soit 80% de la population.
- Le régime social des indépendants : il est constitué essentiellement des travailleurs non salariés, non agricoles (artisans, commerçants, professions libérales).
- Le régime agricole couvrant les exploitants agricoles.
- Les régimes spéciaux : ces régimes existaient bien avant la création de la sécurité sociale (SNCF, RATP, EDF-GDF, assemblée nationale, banque de France,...).
- le régime local de l'Alsace-Moselle : il concerne exclusivement les salariés qui exercent une activité dans les départements du Bas-Rhin, Haut-Rhin et de la Moselle, quel que soit le lieu d'implantation du siège de l'entreprise.

Dans le cadre de cette modélisation, seulement le régime général et local de l'Alsace-Moselle sont concernés. Cette restriction est due essentiellement aux données que nous avons utilisées pour modéliser la prime pure. Cependant, les méthodologies utilisées peuvent être réadaptées pour les autres régimes.

1.1.2 Les complémentaires santé

En France, la complémentaire santé ou mutuelle santé est un contrat d'assurance santé souscrit afin de compléter les remboursements de la sécurité sociale. En effet, celle-ci ne rembourse qu'une

partie des soins médicaux. Il s'agit d'un pourcentage appliqué sur une base de remboursement quasi-connue selon la nature de la prestation. Le remboursement ne sera pas le même quand il s'agit d'une consultation d'un médecin généraliste conventionné ou d'un achat de médicaments à la pharmacie. Dans le premier cas, la sécurité sociale rembourse 70% du tarif conventionné alors que dans le second elle ne rembourse que 65% pour un médicament à service médical rendu majeur ou important (ce taux passe à 30% et 15% pour les médicaments à service médical rendu modéré ou faible).

Compte tenu du fait que la sécurité sociale ne rembourse qu'une partie des dépenses de santé, il est important de pouvoir compter sur une complémentaire pour être remboursé intégralement ou partiellement en raison des franchises mises en place. Si, pour la plupart des particuliers, la complémentaire n'est pas indispensable lorsqu'il s'agit d'aller chez un médecin généraliste en raison du faible montant restant à charge lorsqu'il s'agit de prothèses dentaires ou de lunettes, la donne change drastiquement. En effet, ces actes sont particulièrement mal remboursés par la sécurité sociale.

La base de remboursement d'un verre correcteur oscillait entre 2€ et 25€ en 2018 pour les personnes âgées de plus de 18 ans ; la sécurité sociale ne prend en charge que 60% de ce montant tandis que les coûts réels sont très onéreux. La complémentaire santé **devient très vite essentielle**.

Les contrats d'assurance santé sont proposés par trois grandes entités régies par des codes bien différents :

- **Les mutuelles et groupements mutualistes**

  Les mutuelles relèvent du code de la mutualité. Elles sont des organismes privés à but non lucratif qui ne peuvent donc pas pratiquer de discrimination en fonction de l'état de santé des personnes membres. Elles représentent environ 70% des organismes de complémentaire santé (c'est l'une de leurs activités historiques) avec une part de marché avoisinant 50% (source la Fédération française de l'assurance). Ces organismes financent une couverture sociale complémentaire à la Sécurité sociale ainsi que des actions de prévoyance, de solidarité et d'entraide, au moyen de cotisations quasi-uniformes dont le montant est indépendant des caractéristiques individuelles des adhérents. Elles sont beaucoup plus actives sur les marchés de l'assurance individuelle à travers des contrats à adhésion facultative ou sur des marchés collectifs auprès des PME/TPE.

- **Les institutions de prévoyance**

  Ces organismes sont juridiquement régis par le Code de la sécurité sociale. Ce sont des sociétés de personnes de droit privé. Comme une mutuelle, elles sont à but non lucratif, ce qui signifie que les excédents financiers dégagés par leurs activités servent, non pas à rétribuer des actionnaires, mais à proposer de nouvelles garanties, à améliorer les garanties déjà existantes, à renforcer la qualité de leurs services. Ce sont généralement de grandes institutions. Elles représentent environ 18% de part de marché de la complémentaire santé avec un effectif avoisinant un peu plus de 5% du nombre des organismes complémentaires. Enfin, une institution de prévoyance se caractérise par sa gestion paritaire entre les différents partenaires sociaux. Dirigée par un conseil d'administration, ce dernier se constitue à parts égales de représentants de salariés et de représentants d'entreprises. Elles sont spécialisées en assurance collective avec plus de 90% de leur chiffre d'affaire en 2017 en assurance santé. Elles interviennent aussi sur les autres champs de l'assurance : retraite, décès, incapacité, invalidité.

- **Les sociétés d'assurance**

  Elles relèvent du code des assurances. Ce sont des organismes complémentaires à but lucratif, qui n'ont pas de mission sociale comme les précédents. Elles sont donc exclues des comptes de la protection sociale. Elles représentent depuis peu, suite à une forte baisse du nombre de mutuelle, près de 20% des organismes complémentaires santé et 32% de part de marché. Elles sont très diverses, et surtout spécialisées aussi bien en assurance individuelle que collective.

L'adhésion aux régimes complémentaires d'assurance santé peut être, soit facultative sur une base individuelle soit obligatoire ou facultative sur une base collective. Contrairement aux contrats individuels, les complémentaires d'entreprise sont des contrats collectifs qui protègent tous les salariés et dirigeants d'une entreprise en proposant des garanties adaptées aux spécificités de l'entreprise ou du secteur d'activité.

1.1.3 Les entreprises

A côté de ces deux premiers acteurs qui assurent la prise en charge effective des frais de santé des salariés, les entreprises (entreprises du secteur privé) quant à elles ont obligation depuis le 1er janvier 2016 (ANI 2013) de proposer un contrat collectif à chacun de leurs employés. De plus, elles doivent cotiser à minima, le reste étant ponctionné directement sur le salaire des employés. Elles choisissent librement l'assureur et sont contraints de financer au moins 50% du montant de la mutuelle collective.
En effet, parce que toute la population ne bénéficiait pas d'une complémentaire santé, il a été décidé de la rendre obligatoire en entreprise dans le but de réduire l'exposition de la population.

Si l'employeur choisit librement cette complémentaire obligatoire pour les salariés, il doit cependant respecter des règles de base concernant le panier de soins minimal. Il doit garantir :

- **l'intégralité du ticket modérateur** à la charge des assurés sur les consultations, actes et prestations remboursables par l'assurance maladie obligatoire ;
- **la totalité du forfait journalier hospitalier** ;
- **les dépenses de frais dentaires**, à hauteur de 125% du tarif conventionnel ;
- **les dépenses de frais d'optique**, sur la base d'un forfait par période de deux ans (forfait annuel pour les mineurs et en cas d'évolution de la vue), avec 100€ minimum pour les corrections simples, 150€ minimum pour une correction mixte simple et complexe, 200€ minimum pour les corrections complexes.

De plus, pour mettre en place une complémentaire santé, plusieurs solutions s'offrent à l'employeur :

- il doit se référer à **la convention collective** ou à **l'accord de branche** dont il dépend : des régimes de prévoyance et de complémentaire santé peuvent être imposés à l'entreprise ;
- à défaut d'un accord de branche, celui-ci peut être trouvé via un **accord collectif négocié au sein même de l'entreprise**, entre l'employeur et les représentants syndicaux ;
- en cas d'échec des négociations ou dans les entreprises de moins de cinquante (<50) salariés, la complémentaire est mise en place par **une décision unilatérale de l'employeur (DUE)**. Un document écrit précise le dispositif choisi : nom de l'assureur, garanties, cotisations, etc.

1.2 Les grandes réformes en assurance collective, et le reste à charge zéro (RAC 0)

1.2.1 Le contrat responsable (2019)

En complément de l'ANI 2013 qui obligent les entreprises privées à proposer un contrat collectif d'assurance complémentaire à leurs employés, les contrats responsables ont été instaurés dans le but de sensibiliser davantage les différents acteurs de l'assurance maladie : les praticiens, les organismes d'assurance maladie complémentaire (OCAM) et les patients. Ceci dans le but de réduire l'impact de l'aléa-moral dans le comportement des différents acteurs. Il fut institué depuis le 1er Avril 2015.
Il impose un certain nombre de conditions aux assureurs pour bénéficier d'une réduction de taxe commerciale. Le contrat responsable permet aux complémentaires santé d'appliquer une taxe commerciale à hauteur de 7% (en lieu et place du taux de 14%), et permet aux entreprises privées souscriptrices de bénéficier d'exonérations sociales et fiscales. Ces conditions sont libellées comme suit :

- Prise en charge à minima du ticket modérateur (TM) ;
- Absence de prise en charge
  - des sanctions liées au non-respect du parcours de soin ;
  - de la contribution forfaitaire de 1€ pour chaque consultation ;
  - des franchises médicales ;
- Prise en charge des actes de prévention
  - vaccin ;
  - détartrage ;
  - **liste définie par l'arrêté du 8 juin 2006 (L871-1) (3)** ;
- La prise en charge du forfait journalier hospitalier ;
- Plafond de remboursement pour les non OPTAM ;
- Limitation du nombre d'équipement optique (adulte/tous les deux ans) ;
- Mise en place de plafond & plancher pour les lunettes
  - simple : 50€ - 420€ ;
  - complexe : 200€ - 700€ ;
  - très complexe : 200€ - 800€ ;

1.2.2 Reste à charge zéro (RAC 0)

Le reste à charge zéro, promesse de campagne du président E. Macron, est une réforme du système de l'assurance santé ayant pour objet de prendre le reste à charge des soins pour l'assuré après remboursement de l'assurance maladie obligatoire et des complémentaires santé. Cette réforme a été initiée suite à un constat d'une faible prise en charge des actes de soins en optique, dentaire et audiologie conduisant à des renonciations de soins. Ainsi, cette réforme vient pour que chaque citoyen français ait accès à des soins de qualité en optique, dentaire et audiologie. L'objectif étant d'aboutir à un reste à payer de 0€ dans ces secteurs pour les patients à l'horizon

2021. Le projet « reste à charge zéro » a été adopté dans la nuit du 15 au 16 Novembre 2018 par l'Assemblée Nationale ; il prévoit un remboursement de 100% des frais, de certaines prothèses dentaire et auditive, d'optique par la sécurité sociale et les complémentaires santé à partir de 2020 jusqu'à 2023. Cependant les bases de remboursements de ces actes et les prix limites de vente sont connus. Cette nouvelle offre sera accessible via les nouvelles garanties proposées par les complémentaires santé en 2020. Cette réforme s'accompagne de plusieurs actions de prévention et de la définition de nouveaux plafonds pour les contrats responsables.

1.2.2.1 Augmentation des actes de prévention

La prévention sera déployée pour éviter le recours à des soins lourds et coûteux. Pour dépister les troubles visuels et auditifs, de nouvelles consultations actuellement concentrées sur les enfants de moins de 6 ans seront destinées aux enfants de 8-9 ans, 11-13 ans et 15-16 ans, et seront prises en charge à 100% ; elles incluront un bilan auditif et visuel. Tous les jeunes, de 3 ans à 24 ans, pourront voir un dentiste au moins une fois tous les trois ans pour bénéficier d'un dépistage et des soins qui en découlent, avec une prise en charge intégrale par l'assurance maladie.

1.2.2.2 Les garanties du 100% santé

Ici, nous décrivons de manière succincte les caractéristiques du panier 100% santé. Pour l'analyse des impacts de la consommation des actes du panier 100% santé, une analyse approfondie a été menée dans le chapitre 3.

Le 100% santé concerne essentiellement les lunettes (verres et montures), les prothèses auditives et les prothèses dentaires.

- Prothèses auditives

  Une aide auditive (ou prothèse auditive) est un dispositif médical à usage individuel destiné à compenser électroacoustiquement, au moyen d'une amplification appropriée, les pertes d'audition des malentendants ou les troubles de la compréhension. Le dispositif est de petite dimension et alimenté de façon autonome au moyen de batteries (piles ou accumulateurs). Il est en outre conforme à la norme NF EN 60118.

  Cet appareil coûte relativement cher, et est particulièrement mal remboursé par la sécurité sociale. Le prix des appareils auditifs peut varier de 600€ pour l'entrée de gamme à 2 200€ pour les plus performants. En moyenne, il faut compter 1 500€ par appareil pour une oreille alors que la base de remboursement de la sécurité sociale est de 300€ pour les adultes et de 1400€ pour les enfants en 2019. Avec la réforme, la prise en charge est revalorisée et des paniers de soins seront mis en place à partir de 2021. Mais, les nouvelles bases de remboursement et les prix limites de ventes sont connus dès 2019.

  La réforme identifie principalement deux classes d'équipements I et II. La classe I est sans reste à charge et la classe II est à prix libres. La classe I est constituée des appareils d'entrée et de moyenne gammes.

  L'appartenance à une classe dépend fortement des caractéristiques techniques des équipements indiqués dans deux listes A et B (liste définie par l'arrêté du 14 novembre 2018 (L165-1) (3)) ; si l'équipement a au moins trois options de la liste A, il appartient à la classe I ; s'il a au moins 6 options de la liste A et au moins une de la liste B, il appartient à la classe II.

textcolorblackD'un point de vue opérationnel la classe II offre plus de choix et d'ergonomie à son utilisateur, mais n'induisant pas une prise en charge totale du reste à charge de la part des complémentaires santé dans la limite du montant garantie par année, le choix d'un équipement se déterminera par le portefeuille des assurés (contrat de complémentaire santé inclus).

En ce qui nous concerne, dans la détermination de la fréquence de consommation des actes de prothèses auditives, aucune distinction n'est faite entre ces deux classes pour une même garantie. En revanche, le poids de consommation alloué à chaque acte intervient dans la détermination du coût moyen pris en compte dans le modèle de fréquence-coût.

De plus, les bases de remboursement évoluent et dépendent fortement de l'âge de l'assuré. La base de remboursement des équipements des classes I et II augmente de 199,71€ à 1400€ dès 2019, pour les moins de 20 ans, et sera toujours remboursée à 60% par la sécurité sociale. Pour les plus de 20 ans, elle passera progressivement de 199,71€ à 300€ en 2019, 350€ en 2020 et 400€ en 2021.

Les planchers des contrats responsables sont ajustés sur les prix limites de ventes des équipements de classe I. Les planchers des contrats responsables passeront alors du TM (40% de 199,71€) à 1400€ dès 2019 pour les moins de 20 ans et à 1300€ en 2019, 1100€ en 2020 et 950€ en 2021 pour les plus de 20 ans.

Et pour la classe II dont les tarifs sont libres, il est fixé un plafond de remboursement de la complémentaire santé y compris sécurité sociale de 1700€/oreille tous les 4 ans pour les contrats responsables.

❖ Prothèses dentaires

Les prothèses dentaires sont des appareils permettant de remplacer une ou plusieurs dents dans le but d'améliorer la phonétique, la mastication, ainsi que l'esthétique. Elles peuvent remplacer la totalité des dents, soit de la mâchoire supérieure pour un dentier du haut, soit de la mâchoire inférieure pour un dentier du bas, soit une zone spécifique des dents. Sa pose, nécessite l'intervention de plusieurs spécialistes : le dentiste, le prothodontiste, le denturologiste, le chirurgien, etc. Ces différentes interventions induisent la consommation des actes constituant le poste dentaire. Le coût de la pose de ces prothèses dentaires est élevé, et dépend du type de matériau utilisé. Il est largement supérieur à la base de remboursement de la sécurité sociale, ce qui entraîne un reste à charge important pour les familles ne disposant pas de complémentaire santé avec de très forte garantie.

Pour pallier ce problème, un panier dit 100% santé voit le jour. L'entrée en vigueur du 100% santé pour les prothèses dentaires est prévue en 2020. Elle débute avec un reste à charge zéro effectif pour 14 actes prothétiques en 2020 puis avec l'ajout de 47 actes prothétiques supplémentaires en 2021. Mais les nouvelles bases de remboursement et les prix limites de ventes apparaissent et évoluent dès 2019 (**liste définie par l'arrêté du 20 août 2018**).

La prise en compte d'une partie des actes du 100% santé en 2020 pour les prothèses dentaires (couronnes et bridges) agit sur le reste à charge moyen obligatoire de la complémentaire santé qui se concentre seulement sur une partie des actes prothétiques (couronnes et bridges). Elle devra par la suite intégrer progressivement, au fur et à mesure de l'évolution des exigences de la réforme, les autres coûts impactant son reste à charge obligatoire.

La réforme spécifie trois paniers de soins pour les prothèses dentaires. Un dit « 100% santé » sans reste à charge, un dit à « honoraires maitrisés » avec remboursement à minima aux tarifs de convention et avec plafonds tarifaires et un dit à « honoraires libres » avec remboursement

à minima aux tarifs de convention et sans plafonds tarifaires. Le choix de consommation des actes d'un de ces paniers dépend de la garantie souscrite et de la capacité de l'assuré à pourvoir au reste à charge après l'intervention de la complémentaire santé et de la sécurité sociale.

L'appartenance des actes à un panier dépend du matériau de la couronne et de la position de la dent. En effet, le panier "100% santé" est constitué essentiellement de prothèses dentaires qui privilégient l'utile à l'agréable surtout pour les dents non visibles ou cachées.

La base de remboursement des prothèses passera de 107,5€ à 120€ en 2020 et sera toujours remboursée à 70% par la sécurité sociale.

Le plancher du contrat responsable avec la prise en compte de l'ANI 2013 est de 125% de la base de remboursement peu importe le prix de l'équipement. Désormais, la complémentaire devra rembourser le reste à charge sur le prix de la couronne. A titre d'exemple, le prix limite de la couronne céramo-métallique sur les incisives, canines et premières prémolaires sera de 530€ en 2019 et 500€ en 2020.

- Lunettes

  Les lunettes de vue sont un instrument permettant de pallier les défauts visuels. Une paire de lunettes est constituée d'une monture sur laquelle sont fixés deux verres correcteurs. Le coût d'acquisition des lunettes est relativement accessible contrairement aux prothèses dentaires et auditives avec une adhésion à une offre de complémentaire santé. Cependant, il peut subsister un reste à charge important pour les contrats faiblement indemnisés. L'entrée en vigueur du 100% santé en optique prévue pour 2020 vient résorber ce problème.

  Il propose particulièrement deux classes d'équipements A et B (**liste définie par l'arrêté du 03 décembre 2018 (L165-1) (2)**). La classe A, dite « 100% santé », est sans reste à charge tandis que la B est à prix libres moyennant un reste à charge. La différence entre ces deux classes réside dans la qualité des montures, des verres, et dans la contrainte pour l'assuré de choisir parmi une offre standardisée limitée la monture et les verres associés en fonction de sa prescription médicale.

  Par ailleurs, **l'appartenance à une classe dépend de l'indice de réfraction des verres**.

  Les équipements de classe A voient leurs bases de remboursement augmenter et sont soumis à des prix limites de vente (PLV). Les planchers du contrat responsable sont ajustés à ces PLV. La sécurité sociale rembourse toujours 60% de la base de remboursement, et le reste à charge pour ces équipements est entièrement financé par les complémentaires santé.

  Les équipements de classe B voient leur base de remboursement diminuer à 0,15€ (Deux verres de classe B plus une monture de classe B). De plus, la prise en charge des complémentaires santé pour une monture de classe B ne peut excéder 100€ contre 150€ en 2019 pour les contrats responsables. Les plafonds des équipements du contrat responsable baissent ainsi de 50€ relativement aux années précédentes. Il reste bien entendu possible d'associer une monture de la classe B à des verres de la classe A.

En somme la réforme 100% santé vient compléter les offres existantes. Elle propose des paniers sans reste à charge pour tous les assurés. Ces paniers restent bénéfiques pour les assurés ayant des contrats de complémentaire santé faiblement indemnisés. En effet, ces paniers privilégient la nécessité à l'agréable (l'esthétique) en proposant des paniers d'entrée et de moyenne gamme pour les différents produits correspondants. Ainsi, l'effet volume dû à l'augmentation de la fréquence de consommation pour les différentes catégories de panier ne sera pas le même en fonction de la

constitution du portefeuille client des complémentaires santé. De plus, la réforme vient réguler également une bonne partie des contrats existants en proposant des prix limites de vente et des honoraires bien maîtrisés dans le but de réduire les effets pervers du libre arbitrage.

Ces différents changements entraineront sûrement des impacts financiers pour les différents acteurs. Qu'en est-il chez les assureurs ?

1.2.2.3 Quels impacts pour les assureurs ?

La réforme coutera un (1) milliard d'euros, et sera prise en charge pour trois-quarts (3/4) par l'assurance maladie et pour un quart (1/4) par les complémentaires (relayée par **lefigaro**). Cependant, les assureurs craignent une hausse beaucoup plus importante.

Pousser à la consommation pénalise

«Il fallait mieux laisser les mutuelles proposer des packs plutôt que d'imposer des process très standardisés : chaque adhérent devrait pouvoir choisir ce qu'il met dans son pack en fonction de ses besoins et bénéficier d'un tarif adapté à ses besoins réels. Ce système pousse à la consommation et pour finir ce sont tous les cotisants qui paient », selon Hubert Gorron (propos relayés par **ipreunion**).

Impact sur les complémentaires santé

La réforme du 100% santé a un impact pas du tout uniforme chez les assureurs en fonction de la population considérée. En effet, les complémentaires santé pour collectif sont moins impactées du fait de l'existence de meilleures garanties pour cette population, donc une renonciation aux soins moins importante. Ce constat est étayé par la réaction de la FNMF (relayée par **le quotidien du medecin**) qui a avancé une fourchette de 4 à 5% de hausse des cotisations, étalée sur les trois prochaines années, pour les contrats avec de faible garantie, c'est-à-dire ceux dont les garanties avant la réforme sont inférieures au panier de soins de 100% santé. Une augmentation que devraient aussi connaître, mais dans une moindre mesure, les salariés couverts par des contrats collectifs.

Cette réforme impacte directement le reste à charge des complémentaires pour les actes du panier 100% santé qui voient leurs remboursements réduits, augmentés faiblement, fortement en fonction des garanties considérées avant la réforme.
De plus du fait de la diminution de la renonciation aux soins, la fréquence de consommation devrait augmenter négativement avec la position de l'assuré avant la réforme.

- Elle devrait augmenter ou diminuer faiblement avec les contrats ayant de fortes garanties pour l'optique, le dentaire et l'audioprothèse avant la réforme (les contrats au plafond du contrat responsable) ;
- Elle devrait augmenter moyennement avec les contrats ayant de garanties moyennes pour l'optique, le dentaire et l'audioprothèse avant la réforme (les contrats intermédiares) ;
- Elle devrait augmenter fortement avec les contrats ayant des garanties faibles pour l'optique, le dentaire et l'audioprothèse avant la réforme (les contrats au plancher du contrat responsable).

Ainsi, les fréquences de consommation devraient tendre plus ou moins vers l'état naturel de la fréquence des personnes ayant de forte garantie avant la réforme. Nous consacrons dans le chapitre 3, une étude approfondie sur ces impacts en fonction des garanties considérées avant la réforme.

1.3 Les cabinets de conseil en actuariat, et le cadre de la tarification d'une complémentaire santé pour collectif chez Aprecialis

1.3.1 Le rôle du cabinet de conseil en Actuariat

Les cabinets de conseil en actuariat accompagnent les organismes assureurs, les mutuelles, les institutions de prévoyance, les entreprises des marchés français et étrangers dans leurs problématiques stratégiques, techniques, organisationnelles et réglementaires, et les aident à optimiser leur activité globale. Dans le conseil en Actuariat, ils interviennent surtout sur les problématiques de complémentaire santé, de prévoyance, d'assurance vie et de l'IARD. Connaissant bien le marché et les nouvelles réglementations dans le cadre des réformes, ils sont des acteurs clés optimisant la productivité des acteurs du marché aussi bien institutionnels que non institutionnels.

Société de conseil en actuariat, Aprecialis intervient depuis 1997 dans tous les domaines techniques tels que : assurance de personnes, évaluation de passifs sociaux, solvabilité II, réassurance, actif passif, gestion du risque, assurance IARD, et divers travaux statistiques liés à ces activités.

Afin de comprendre le contexte dans lequel, notre modèle a été construit, présentons l'approche utilisée actuellement au sein d'Aprecialis.

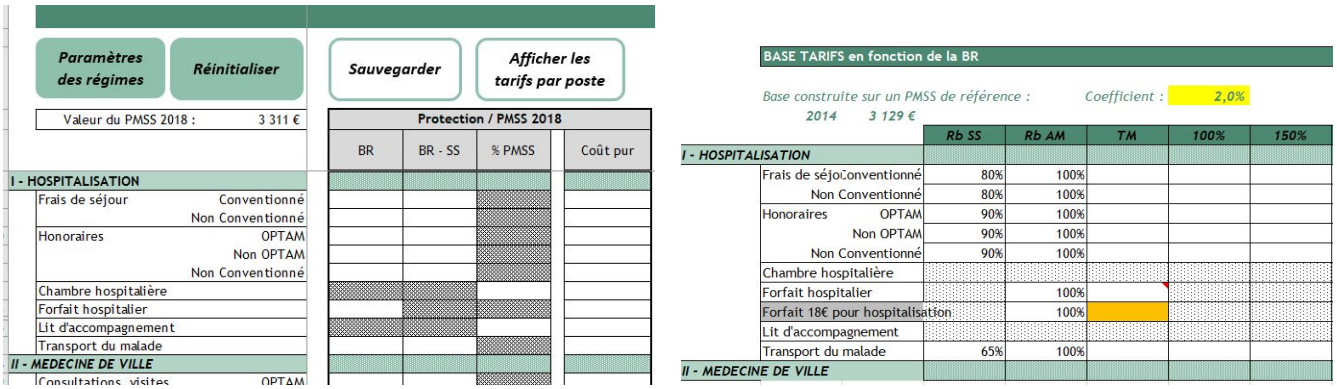
1.3.2 Le cadre de la tarification santé et le processus actuel utilisé par Aprecialis

La tarification d'un contrat de complémentaire santé chez Aprecialis se fait à travers un outil programmé sous Excel. A partir des garanties saisies - pourcentage de la base de remboursement (%BR), pourcentage de la base de remboursement y compris le remboursement de la sécurité sociale (%BR-SS), pourcentage du plafond mensuel de la sécurité sociale (%PMSS) -, le programme excel permet de définir la prime moyenne par acte en faisant une approximation linéaire en se référant aux coûts existants pour des garanties déjà prédéfinies allant du ticket modérateur (TM) jusqu'à 1000% de la base de remboursement de la sécurité sociale. Ce programme se base sur une tarification par acte. De plus à ce premier tarif, des correctifs d'âge, de région, de sexe, de lien de parenté avec l'adhérent, et d'évolution des coûts suivant l'évolution du PMSS sont appliqués pour tenir compte des spécificités de la population assurée et du coût de l'inflation. Ainsi, la saisie d'une garantie fournit automatiquement une prime pure associée.

La difficulté de ce modèle de tarification réside principalement dans l'agrégation du coût moyen et de la fréquence pour une garantie donnée qui ne permet pas de différencier l'impact de la fréquence de consommation et/ou du coût moyen lors d'un changement éventuel ou d'une réforme importante. En effet, à l'heure actuelle, la prise en compte des impacts de réformes éventuelles est effectuée par un coefficient de chargement déterminé en multipliant le ou les différentiel(s) de coût par le ou les poids sur le coût global des actes concernés. A la différence d'un modèle fréquence-coût dans lequel, il est beaucoup plus facile de mesurer l'impact d'une modification de la fréquence de consommation ou d'une éventuelle réforme impactant le coût moyen prise en charge par la complémentaire.

Au delà de ces aspects purement opérationnels, un onglet du programme de tarification permet de faire un calage. Il consiste à déterminer avec les mêmes garanties, la prime pure pour l'année N-2

FIGURE 1.1 – Visualisation de l'outil de calcul de prime pure Aprecialis



pour laquelle l'on dispose des comptes de résultats pour jauger de la robustesse de la prime pure modélisée. De ce fait, un loss ratio est calculé à partir des prestations réelles pour l'année N-2 et de la prime pure totale modélisée pour la même année servant de cotisations nettes de chargements et de taxes. Les résultats obtenus permettent d'augmenter ou diminuer la prime pure pour l'année N afin d'avoir une prime pure cohérente avec la population assurée.

CHAPITRE 2

MODÉLISATION DE LA PRIME PURE

2.1 Cadre théorique

Cette section présente les principales approches de modélisation de la prime pure, et les différentes méthodes usuelles en assurance de la santé.

Il existe deux grandes approches de modélisation de la prime pure en assurance de santé collective. A savoir l'approche dite inférentielle basée sur les modèles fréquence-coût répandus en assurance automobile et l'approche par barème basée sur l'expérience du portefeuille clients.

Dans ce rapport, nous utilisons l'approche fréquence-coût.

Dans cette approche, nous modélisons d'un côté la fréquence et de l'autre la sévérité. Et par le biais d'une hypothèse forte d'indépendance faite sur la distribution de la survenance des sinistres, la fréquence et le coût sont supposés être indépendants.
Cette hypothèse d'indépendance permet de modéliser plus facilement chacune des composantes de la prime pure.
En effet d'un point de vue théorique, selon le modèle général pour l'approche fréquence-coût, on définit la somme aléatoire comme :

$$S = \begin{cases} \sum_{i=1}^{N} X_k & si\ N > 0 \\ 0 & si\ N = 0 \end{cases}$$

où N est le nombre de sinistre et les X_k représentent les montants de sinistres associés à chaque survenance pour un individu donné. On suppose que N est une variable aléatoire discrète (dans $\mathbb{N}$) modélisant la fréquence et X_k une variable aléatoire continue définie sur $\mathbb{R}_+$ modélisant la sévérité (la charge associée au sinistre).

En supposant par ailleurs que la fréquence n'a pas d'influence sur la sévérité et les montants de sinistres ont le même comportement aléatoire i.e :

H1) Sévérité i.i.d : $(X_k)_k \overset{i.i.d.}{\sim} X$

H2) Fréquence indépendante : $\forall\, k,\ N \perp X_k$

Sous ces hypothèses, nous avons :

$$\mathbb{E}[S] = \mathbb{E}[\mathbb{E}[\textstyle\sum_{i=1}^{N} X_k|N]] = \mathbb{E}[\textstyle\sum_{i=1}^{N} \mathbb{E}[X_k|N]] = \mathbb{E}[\textstyle\sum_{i=1}^{N} \mathbb{E}[X]] = \mathbb{E}[N\mathbb{E}[X]]$$

$$\mathbb{E}[S] = \mathbb{E}[N]\mathbb{E}[X]$$

D'un point de vue pratique, nous devons nous assurer que les conditions d'application sont plausibles avant toute modélisation.

En assurance santé, les indemnisations sont de quatre ordres : d'un montant libellé en pourcentage des frais réels (%Fr), d'un montant forfaitaire libellé en pourcentage du plafond mensuel de la sécurité sociale (%PMSS), d'un montant libellé en pourcentage de la base de remboursement de la sécurité sociale (%BRSS), et d'un montant mixte combinant les deux dernières approches (%BRSS+%PMSS). Ainsi, nous pouvons regrouper ces quatre indemnisations en trois grands sous-groupes. A savoir : une indemnisation en %Fr, en %PMSS et en %BRSS. Dans les deux derniers cas, les montants des garanties étant connus à l'avance en fonction des actes considérés, la sévérité moyenne par acte peut facilement être déterminée en se basant sur les poids de consommation observés au sein des sous-groupes pour chaque acte considéré. De plus, pour une garantie sélectionnée, les montants de remboursement associés à un acte donné d'une complémentaire santé étant discontinus, il serait difficile de les modéliser avec des lois continues du type lognormal ou gamma. En ce qui concerne les indemnisations en %Fr, la pratique commerciale tend à limiter ces garanties aux forfaits actes lourds et forfait journalier dont les frais réels sont connus et fixes. Ainsi, la construction d'un modèle fréquence-coût revient à modéliser surtout la fréquence par un modèle aléatoire de fréquence pour déterminer les facteurs les plus importants dans la limite des variables autorisées par la loi pour expliquer la fréquence de consommation par acte, et à récupérer les montants d'indemnisation en se référant aux taux de garantie, au plafond mensuel de la sécurité sociale (PMSS), à la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), et aux poids de répartition au sein des sous-actes pour chaque acte considéré.

Avant de présenter les différents modèles de fréquence, présentons les principales idées développées dans le cours de Arthur Charpentier (c.f [6]) sur la segmentation en assurance.

2.1.1 Segmentation en assurance

La segmentation s'identifie comme étant toute technique utilisée par l'assureur pour différencier la prime, et éventuellement la couverture, en fonction d'un certain nombre de caractéristiques spécifiques du risque à assurer. Tout cela, dans le but d'aboutir à une meilleure adéquation entre les coûts qu'un individu assuré met à charge de la collectivité des assurés et la prime que ce dernier doit payer.

2.1.1.1 Transfert de risque sans segmentation

Considérons un assuré lambda au sein d'un portefeuille d'assurance soumis à un risque S. Notons $\Omega = (\Omega_1, \Omega_2, \ldots)$, le vecteur aléatoire synthétisant l'ensemble des caractéristiques de l'assuré influençant sa sinistralité que la caractéristique soit observable ou non par l'assureur.

On peut s'imaginer que l'assureur ne tienne compte en aucune manière des caractéristiques Ω de l'assuré, et lui réclame donc une prime pure de montant $\mathbb{E}[S]$, la même que celle qu'il réclame à tous les assurés du portefeuille. Dans ce cas, la situation est telle que présentée au tableau ci-dessous.

	Assuré	Assureur
Dépense	$\mathbb{E}[S]$	$S - \mathbb{E}[S]$
Dépense moyenne	$\mathbb{E}[S]$	0
Variance	0	$Var[S]$

L'assureur prend donc l'entièreté de la variance des sinistres $Var[S]$ à sa charge, que celle-ci soit due à l'hétérogénéité du portefeuille, ou à la variabilité intrinsèque des montants des sinistres.

2.1.1.2 Segmentation avec information parfaite

A l'extrême, supposons que l'assureur incorpore toutes les variables contenues dans Ω dans le modèle de tarification. Dans cette situation, l'assureur est supposé connaitre toutes les variables influant la sinistralité de l'assuré. Cette situation se résume comme suit :

	Assuré	Assureur
Dépense	$\mathbb{E}[S\|\Omega]$	$S - \mathbb{E}[S\|\Omega]$
Dépense moyenne	$\mathbb{E}[S]$	0
Variance	$\text{Var}[\mathbb{E}[S\|\Omega]]$	$\mathbb{E}[Var[S\|\Omega]]$

Contrairement au cas précédent, la prime payée par un assuré pris au hasard dans le portefeuille est à présent une variable aléatoire : $\mathbb{E}[S|\Omega]$ dépend des caractéristiques Ω de cet assuré.

De plus, l'assureur individualise totalement le risque et il n'y a donc aucune solidarité induite entre les assurés du portefeuille : chacun paie en fonction de son propre risque. L'intervention de l'assureur se limite à la part des sinistres due exclusivement au hasard.

2.1.1.3 Segmentation avec information imparfaite

La situation évoquée dans la sous-section précédente est purement théorique puisque parmi les variables explicatives Ω, nombreuses sont celles qui ne peuvent pas être observées par l'assureur. En assurance santé collective par exemple, l'assureur ne peut observer directement les antécédents médicaux des assurés. L'assureur doit obligatoirement prendre tout le groupe assuré ou renoncer à assurer tout le groupe. Dès lors, l'assureur ne peut utiliser qu'un sous-ensemble X des variables explicatives contenues dans Ω, i.e. $X \subset \Omega$. La situation est alors semblable à celle décrite au Tableau suivant.

	Assuré	Assureur
Dépense	$\mathbb{E}[S\|X]$	$S - \mathbb{E}[S\|X]$
Dépense moyenne	$\mathbb{E}[S]$	0
Variance	$\text{Var}[\mathbb{E}[S\|X]]$	$\mathbb{E}[Var[S\|X]]$

Avec :

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[Var[S|X]] &= \mathbb{E}[\mathbb{E}[Var[S|\Omega]|X]] + \mathbb{E}[Var[S|\Omega]|X]] \\ &= \mathbb{E}[Var[S|\Omega]] + \mathbb{E}[Var[S|\Omega]|X]]\end{aligned}$$

La décomposition du risque pris en charge par l'assureur s'interprète comme, lorsque tous les facteurs de risque ne sont pas pris en compte, il intervient pour réparer les conséquences fâcheuses du hasard (premier terme traduisant la mutualisation du risque), mais doit aussi prendre en charge les variations de la prime pure exacte $\mathbb{E}[S|\Omega]$ qui ne sont pas expliquées par les facteurs de risque X intégrés au tarif (second terme traduisant la solidarité induite par une personnalisation imparfaite du montant de la prime). En d'autres mots, en plus de prendre en charge les mauvais coups du sort, l'assureur doit également supporter la variabilité des sinistres due aux caractéristiques des assurés non prises en compte par la prime pure.

Ces différentes illustrations montrent l'importance de la segmentation, et son rôle dans le partage du risque entre l'assureur et l'assuré. Ainsi, dans un monde concurrentiel, en présence d'une masse importante de données, la tentation d'utiliser une segmentation beaucoup plus fine dans le but d'attirer les "bons" risques est très importante. Cependant, cette attitude peut engendrer une

concentration du portefeuille sur des niches assez fines ne permettant pas d'avoir une part de marché importante pour accroître son potentiel et assurer sa solvabilité (c.f [9]).

2.1.2 Modèles de fréquence

En ce qui concerne la modélisation de la fréquence, il existe plusieurs méthodes de modélisation de la fréquence de sinistre dans la littérature économétrique actuelle partant des modèles classiques (Poisson, Quasi-Poisson, Binomiale Négative, Zero-Inflated Poisson,...) jusqu'aux modèles les plus récents (Arbre de Régression recursive, Random Forest avec loi de Poisson, Gradient Boosting avec loi de Poisson,..).

Dans la suite, nous donnons un aperçu rapide de ces modèles, et quelques avantages d'un point de vue théorique qu'opérationnel. Pour plus de détails, vous pouvez consulter ([7] pour les modèles GLM, [3] pour les modèles GLM et ses extensions pour modéliser les données de comptage, [8] pour la comparaison des approches traditionnelles et des méthodes d'apprentissage, [27] pour la comparaison des méthodes d'apprentissage).

2.1.2.1 Modèles linéaires généralisés (GLM)

Les modèles linéaires généralisés sont utilisés par la plupart des acteurs du marché pour leur simplicité, efficacité, et interprétation d'un point de vue théorique et pour leur facilité d'implémentation d'un point de vue opérationnel.

Ils sont issus de la famille exponentielle, dont la densité est couramment spécifiée comme suit : $f_{Y_i}(y_i;\theta,\phi) = exp\{\frac{y_i \times \theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y_i,\phi)\}$ où a(.),b(.),c(.) sont des fonctions spécifiques suivant le modèle considéré, et θ et ϕ sont les paramètres du modèles. Les GLM permettent de modéliser des variables continues, discrètes. Ils sont facilement interprétables. Ils permettent de mesurer facilement l'impact d'une variable.

Pour utiliser ces modèles dits paramétriques, nous devons faire une hypothèse sur la distribution de la variable dépendante, spécifier les variables explicatives, et spécifier une fonction de lien.

En effet, pour une variable aléatoire Y dont la densité est de la forme exponentielle, on a : $\mathbb{E}(Y) = b'(\theta)\, et\, Var(Y) = b''(\theta)a(\phi)$ de telle sorte que la variance de Y apparaît comme le produit de deux fonctions indépendantes dont l'une dépend uniquement du paramètre θ. Nous pouvons ainsi, relier la variance de cette loi et sa moyenne.

Notons également que la variance caractérise complètement la loi d'une famille exponentielle. Chacune de ces lois de la famille exponentielle possède une fonction spécifique, dite fonction de lien canonique, permettant de relier son espérance (μ) à son paramètre naturel (θ). Ce lien canonique est tel que $b'^{-1}(\mu) = \theta$.

Exemple de lois et fonctions de lien : Dans le cas de la loi normale, $\theta = \mu$ (lien="identité") ; dans le cas de la loi Poisson, $\theta = log(\mu)$ (lien="log") alors que dans le cas de la loi Gamma, $\theta = \frac{1}{\mu}$ (lien="inverse").

2.1.2.2 Famille (a, b, 1)

Ce sont des lois discrètes vérifiant la même propriété de la fonction de masse de probabilité (f.m.p) :

$$\frac{p_N(k)}{p_N(k-1)} = a + \frac{a}{b} \qquad pour\ k = 2, 3, 4, ...$$

Exemple de lois : loi zéro-modifiée ou hurdle ($p_0 = p_N(0) > 0$ donc $\sum_{k\geq 1} p_N(k) < 1$), et la loi zéro-inflatée ou zero-inflated ($p_N(0) = \pi + (1-\pi)p_{\tilde{N}}(0)$ où $\tilde{N}$ est une variable de comptage).

Ces modèles offrent un moyen de modéliser les données de comptage avec une masse importante de zéro. Ils supposent dans leurs distributions que les "0" observés viennent de loi de comptage et/ou de masse de probabilité en 0 (π) essentiellement pour la loi zero-inflated. Pour plus de détails vous pouvez consulter ([11]).

Ils sont beaucoup plus faciles d'interprétation comme les GLM, faciles à implémenter au niveau opérationnel. Ils restent beaucoup plus efficaces que les GLM en présence d'une masse importante de zéro ou en présence de données tronquées. En ce qui concerne l'estimation des paramètres du modèle, nous avons une seule inconnue $p_N(0)$.

2.1.2.3 Les autres modèles

A côté des modèles GLM et des modèles de la famille (a, b, 1) présentés plus haut, une multitude de méthodes ont été développées dans le but d'améliorer les performances de ces modèles dans le cadre d'une volumétrie importante de données.

1. **Modèle d'arbre de régression récursive**
   Les méthodes dites de segmentation ou de partitionnement récursif datent des années 1960. Elles ont été formalisées dans un cadre générique de sélection de modèle par Breiman et al.(1984) sous l'acronyme de CART : Classification and Regression Tree. Cet acronyme correspond à deux situations distinctes selon la nature de la variable expliquée, modélisée. On parle de classification lorsque la variable à expliquer est qualitative, et de régression quand elle est quantitative. Ces méthodes utilisent des algorithmes de partitionnement. Ils sont efficaces en présence d'une volumétrie importante.
2. **Modèle de forêt aléatoire (random forest)**
   Ces modèles ont été formellement proposés en 2001 par Leo Breiman et Adèle Cutler. Ils ont l'avantage de construire un algorithme d'optimisation qui permet de trouver des prédicteurs beaucoup plus fiables en utilisant la moyenne de plusieurs prédicteurs sur des échantillons aléatoires déterminés par des techniques de ré-echantillonage (bootstrap). Ils sont très utiles en présence d'une taille importante d'observations, et généralement mieux efficaces que les **modèles d'arbre de régression récursive** qui représentent un cas particulier.
3. **Modèle de gradient boosting**
   Ce modèle quant à lui est très utile pour améliorer le score final d'un prédicteur en construisant un prédicteur à partir d'un ensemble de prédicteurs construits préalablement.
4. **Modèle de Lasso Poisson**
   Cette méthode est l'optimisation de la méthode GLM Poisson en présence d'une grande volumétrie de données. Elle a l'avantage de pénaliser les variables explicatives moins pertinentes pour la prédiction d'une variable. Cette approche est très efficace quant il s'agit de déterminer les variables les plus pertinentes en présence d'une volumétrie importante à l'instar des modèles de forêt aléatoire.

Pour cette étude, nous nous sommes restreints aux modèles GLM avec quelques variantes pour estimer la fréquence. Notre objectif étant d'avoir un modèle simple à interpréter, et surtout facile à implémenter d'un point de vue opérationnel pour notre entreprise. De plus, la dimension des données ne nous obligeait pas à estimer les modèles d'optimisation en présence d'une volumétrie importante de données.

2.2 Présentation et Analyse des données

2.2.1 Présentation des données

Les données ayant servi à la modélisation proviennent essentiellement d'une base de données d'assurés repartis sur toute l'étendue du territoire français. On y trouve essentiellement quatre (4) formules complémentaires à adhésion facultative :

- **Formule de base (PROTECTION)** : prise en charge du ticket modérateur pour les soins (consultations, honoraires médicaux et chirurgicaux, actes remboursés par la sécurité sociale, ...) ;
- **Formule complète (PRÉCISION)** : pour un bon remboursement des dépassements d'honoraires de spécialistes et des dépenses coûteuses (dentaire, optique) ;
- **Formule renforcée (PRÉCAUTION)** : pour prendre en charge les dépassements d'honoraires importants et les dépenses coûteuses (dentaire, optique, prothèses auditives) ;
- **Formule optimale (PERFECTION)** : pour couvrir l'ensemble des dépenses de santé (dépassements d'honoraires, prothèses dentaires, orthodontie, optique, prothèses auditives).

A côté de cela, quatre (4) options ont été mises en place afin de prendre en charge la totalité du ticket modérateur pour les actes de pharmacie remboursés à 15% et 30%.

Ces données sont constituées essentiellement d'une base de prestation et d'une base de contrat contenant les informations sur les assurés. Nous avons donc construit une base de fréquence et de coût à partir de ces données initiales afin de faciliter notre modélisation. Par ailleurs, nous avons effectué l'apurement des données pour corriger les données manquantes ainsi que la suppression des variables non pertinentes (ce sont des variables telles que les dates de décompte, les dates de saisie, les dates comptables, les dates d'arrivée, les dates de traitement, la mutuelle de gestion,...). Cet apurement à consister essentiellement à la reconstitution des variables clés permettant de faire la fusion entre les différentes bases de données, à la correction des dates de fin pour les assurés ayant quitté le portefeuille durant l'année ou pour les contrats encours durant l'étude, à la redéfinition du label des actes de consommation. **La période de l'étude couvre les contrats souscrits en 2018 pour cette population avec 24 570 bénéficiaires dont 12 458 adhérents repartis sur toute l'étendue du territoire français**. Au total, nous avons une base de données de 2 034 780 lignes en prenant en compte les bases de données par acte, les changements de garanties des bénéficiaires (33 959 lignes pour chaque acte).

Les variables sur lesquelles porte notre étude sont présentées comme suit :

- **NumeroAdherent** : Identifiant de l'adhérent, unique pour chaque adhérent (famille, isolé, adulte+Enfant). Il permet de connaitre le nombre d'adhérent au sein des entreprises, mais pas le nombre d'assurés. Pour cela, il faut plutôt utiliser **ACT IDBENEFICIAIRE**.
- **ACT IDBENEFICIAIRE** : Identifiant du bénéficiaire, unique pour chaque assuré.
- **CSP** : Catégorie socio-professionnelle des adhérents.
- **S** : Situation matrimoniale des adhérents.
- **EnActivite** : Indique si l'adhérent est en activité ou à la retraite.
- **RegimeAlsaceMoselle** : Indique si le régime est alsace-moselle ou général.
- **SituationHandicap** : Indique si le bénéficiaire a un handicap ou non.
- **Age** : Indique l'âge du bénéficiaire.

- **LienFamilial** : Indique le lien familial entre l'adhérent et le bénéficiaire.
- **Sexe** : Indique le sexe du bénéficiaire.
- **DEP** : Indique le département du lieu d'habitation de l'assuré.
- **REGION** : Indique la région du lieu d'habitation de l'assuré.
- **Exposition** : Indique l'exposition du bénéficiaire.
- **MontantCotisationMois01** : Indique les montants de cotisation pour le 1er mois.
- **MontantCotisationMois02** : Indique les montants de cotisation pour le 2e mois.
- **MontantCotisationMois03** : Indique les montants de cotisation pour le 3e mois.
- **MontantCotisationMois04** : Indique les montants de cotisation pour le 4e mois.
- **MontantCotisationMois05** : Indique les montants de cotisation pour le 5e mois.
- **MontantCotisationMois06** : Indique les montants de cotisation pour le 6e mois.
- **MontantCotisationMois07** : Indique les montants de cotisation pour le 7e mois.
- **MontantCotisationMois08** : Indique les montants de cotisation pour le 8e mois.
- **MontantCotisationMois09** : Indique les montants de cotisation pour le 9e mois.
- **MontantCotisationMois10** : Indique les montants de cotisation pour le 10e mois.
- **MontantCotisationMois11** : Indique les montants de cotisation pour le 11e mois.
- **MontantCotisationMois12** : Indique les montants de cotisation pour le 12e mois.
- **TypeOffre** : Indique le type d'offre du contrat de complémentaire santé.
- **Garantie** : Indique la garantie du contrat.
- **FinEffetGar** : Indique la date de fin du contrat.
- **Postes** : Indique le poste de consommation de l'acte (dentaire, optique, hospi,...).
- **ACTES** : Indique l'acte de consommation simplifié en regroupant certaines modalités selon les classifications les plus répandues pour chaque **Postes**.
- **ClaimNb** : Indique le nombre de sinistre associé pour chaque individu.
- **ClaimAmount** : Indique le montant de la charge de sinistre.

Compte tenu de la non-discrimination lors de la souscription des contrats et des données effectives reçues lors de la modélisation de la prime pure (démarche utilisée par Aprecialis) en assurance santé pour collectif, nous avons fait fi de certaines de ces variables présentées ci-dessus dans la modélisation. Ces variables concernent essentiellement la **S**, la **SituationHandicap**.

2.2.2 Analyses des données

L'analyse des données synthétisée dans le graphique 2.1, nous donne rapidement un aperçu de la distribution d'âge (allant de 0 à 93 ans) des bénéficiaires des différents contrats souscrits. Cette population est constituée en majorité d'enfants dont l'âge moyen est de 11 ans et d'adultes avec un âge moyen de 45 ans. En effet, les offres proposées concernent essentiellement les adultes actifs et quelques retraités. Parmi ces derniers, certains souscrivent à des offres de familles pour couvrir leurs enfants et leurs conjoint(e)s. Les bénéficiaires de ces contrats sont majoritairement du régime général.

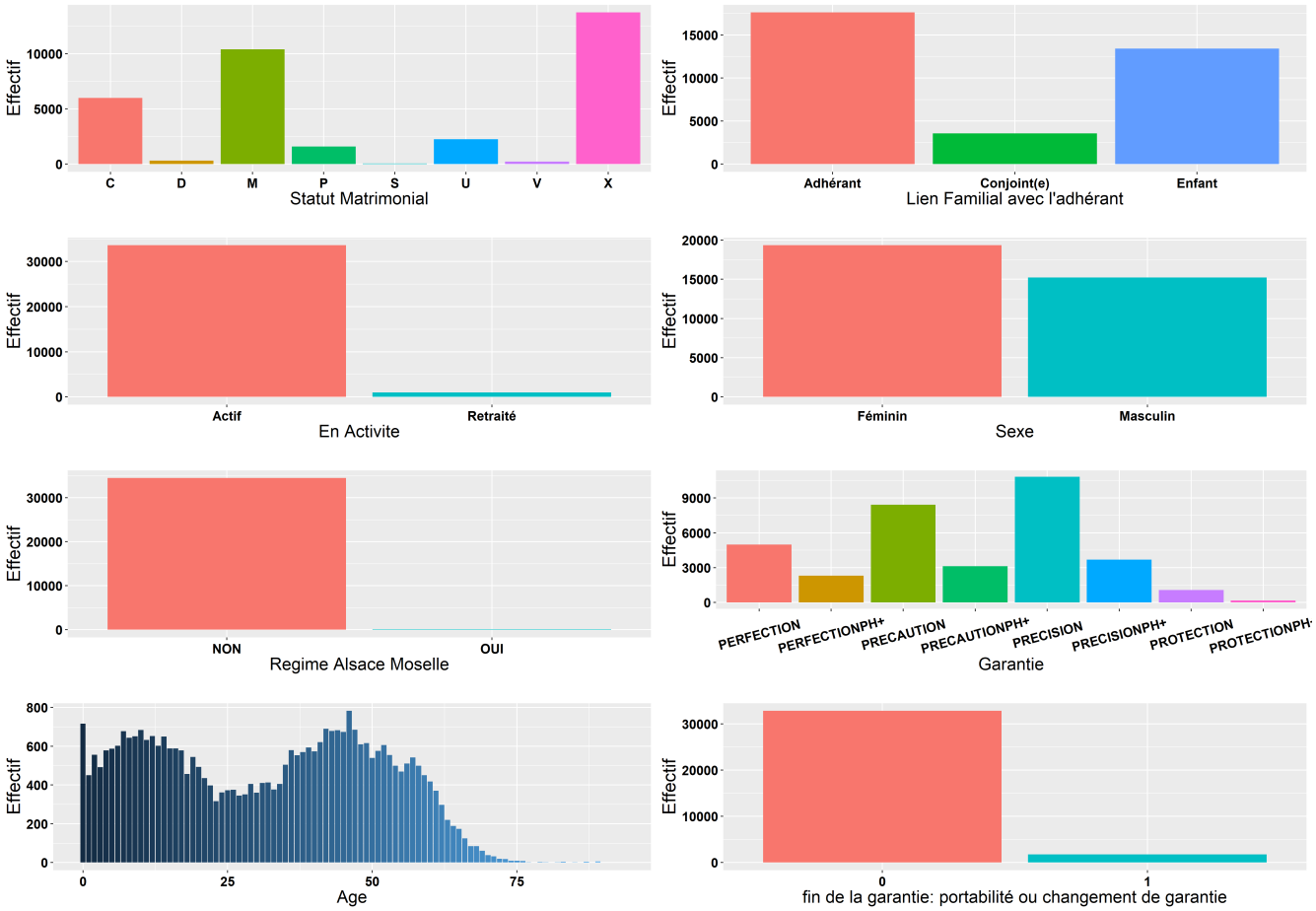


FIGURE 2.1 – La répartition des bénéficiaires par variables d'analyse

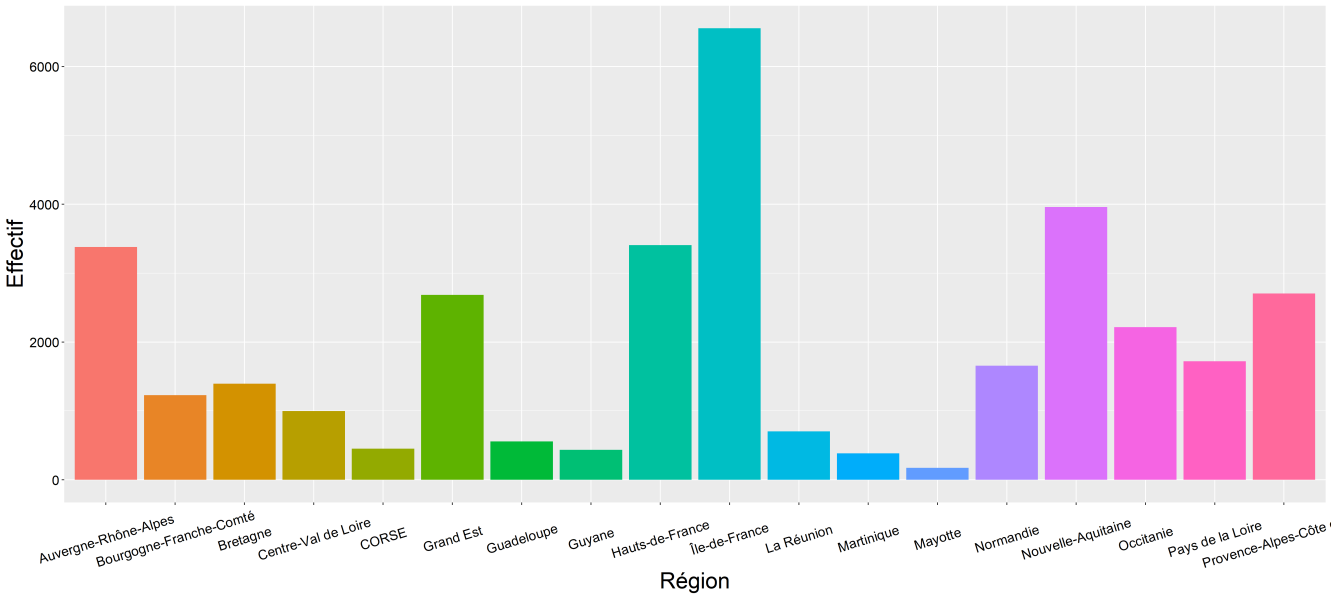


FIGURE 2.2 – La répartition des bénéficiaires par région

De plus, les offres ont été souscrites sur toute l'étendue du territoire français comme le montre le graphique de la répartition des bénéficiaires par région (2.2) et par département (A.1).
Comme, on s'y attendait les garanties les plus souscrites sont dans l'ordre décroissant **Formule complète**, **Formule renforcée**, **Formule optimale**. L'analyse du profil de sinistralité (2.3)

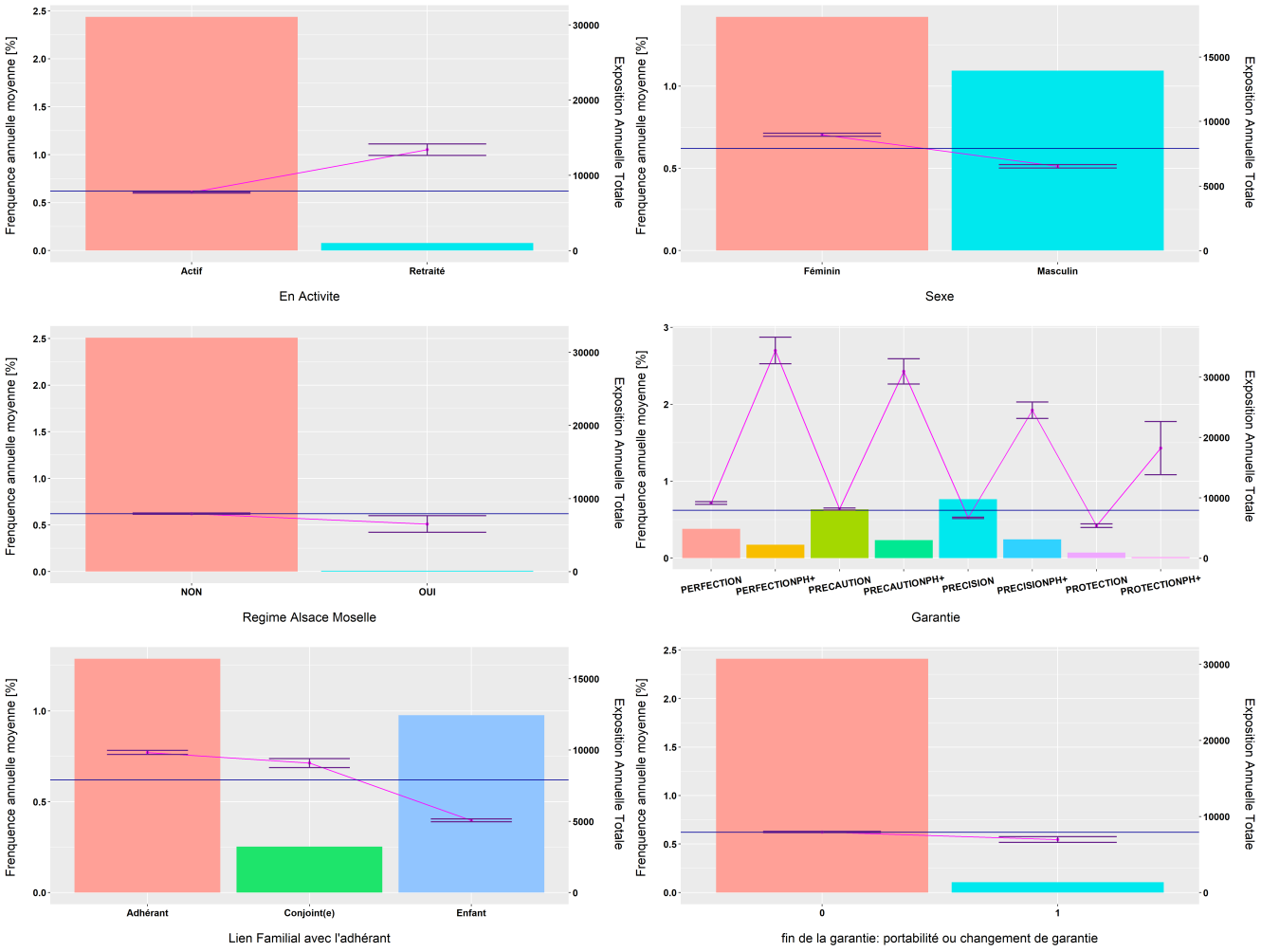


FIGURE 2.3 – L'analyse du profil de sinistralité selon les modalités des variables d'analyse

révèle très vite un profil de consommation en fonction du sexe, du lien familial avec l'assuré (Enfant, conjoint(e), ou l'adhérent), du statut de l'assuré (actif ou retraité), de la garantie souscrite, et de la région d'habitation de l'assuré (2.4). En effet, il peut être noté que les enfants consomment moins comparativement aux adultes (membre adhérent et conjoint ou conjointe) lorsque l'on prend la moyenne de fréquentation annuelle des soins de santé. Parmi les adultes, les retraités consomment beaucoup plus que les adultes actifs ; et les personnes ayant souscrit des contrats avec des garanties élevées consomment en moyenne beaucoup plus que celles ayant souscrit des contrats avec des garanties faibles. Pour les retraités, la forte fréquence de consommation peut s'expliquer par la détérioration de l'état de santé avec l'âge. Concernant les garanties les plus élevées, cette forte fréquence de consommation peut-être due à l'aléa-moral du fait de l'existence d'une prise en charge beaucoup plus importante et de l'auto-sélection faite à la base lors de la souscription.

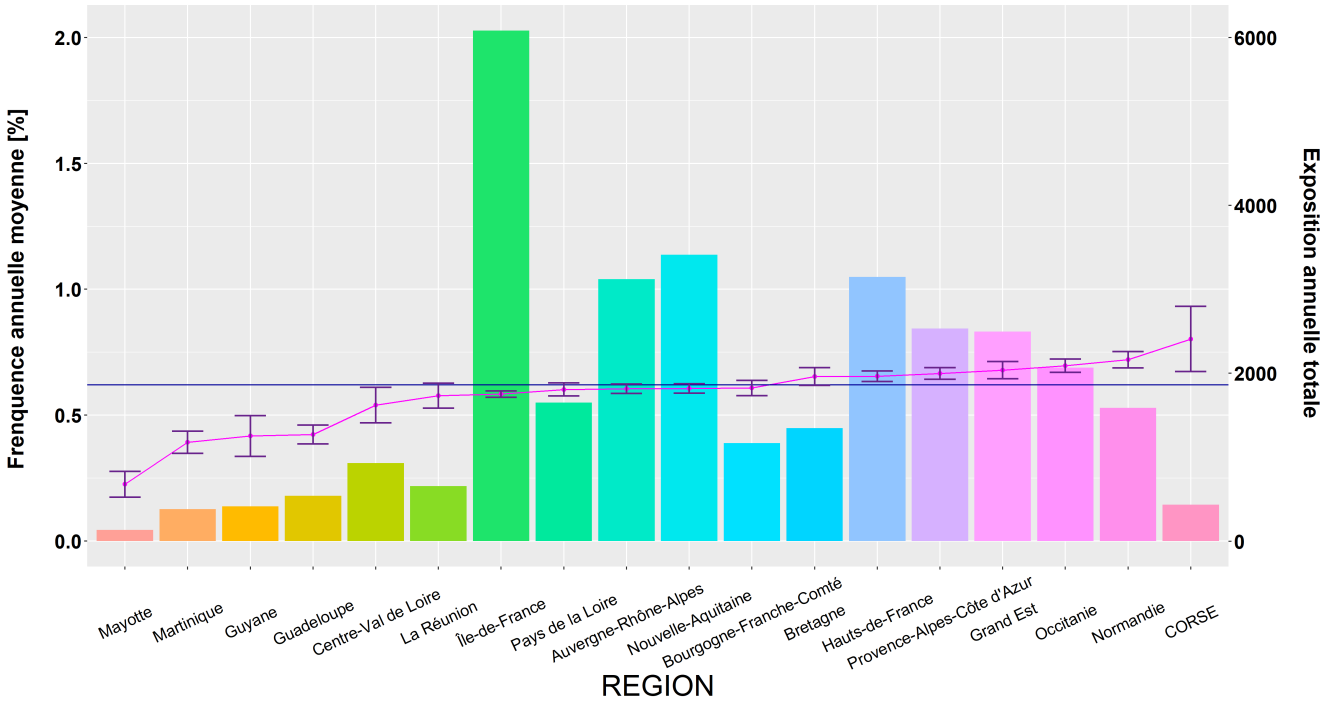
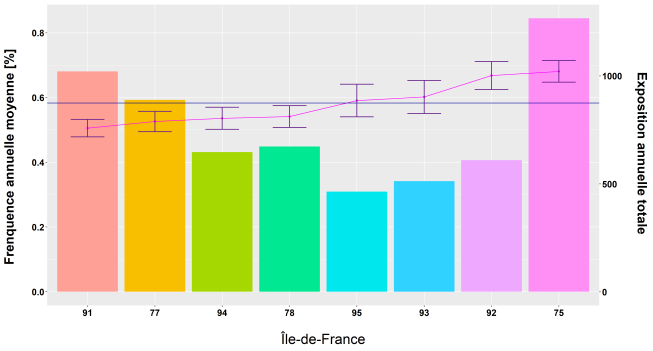
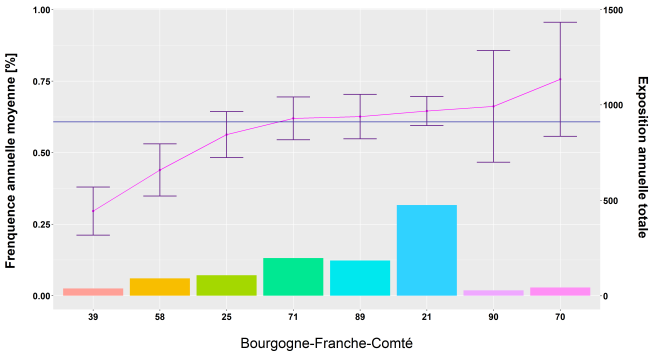


FIGURE 2.4 – L'analyse du profil de sinistralité selon la région

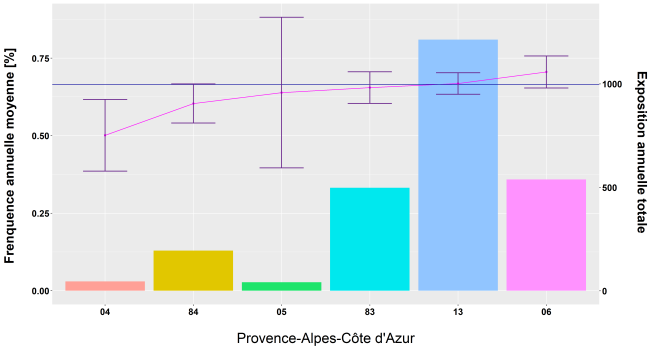
(a) L'analyse du profil de sinistralité de la région d'île de France



(b) L'analyse du profil de sinistralité de la région de Bourgogne-Franche-Comté



(c) L'analyse du profil de sinistralité de la région de Provence-Alpes-Côte d'Azur



(d) L'analyse du profil de sinistralité de la région de Centre-Val de Loire

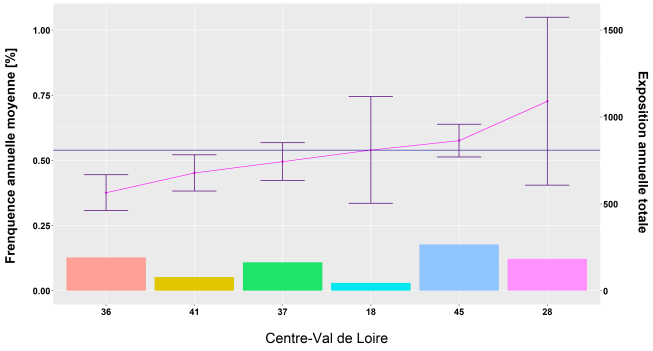


FIGURE 2.5 – L'analyse du profil de sinistralité par Département selon quelques Régions

Une analyse approfondie par grand poste de dépense et par acte a été faite durant l'analyse pour déceler les spécificités en fonction des actes de consommation considérés. Quelques exemples sont présentés dans le corps de ce rapport un peu plus loin.

Comme nous pouvons le voir sur le graphique 2.5, l'analyse du profil de consommation par département selon les grandes régions de consommation **Île de France**, **Bourgogne France Compté**, **Centre-Val de Loire**, **Provence-Alpes-Côte d'Azur** ne diffère pas grandement de la moyenne obtenue dans chacune des régions. De plus, dans un souci de disposer d'une volumétrie importante de données pour la prise en compte de l'impact géographique sur la fréquence de consommation, nous avons privilégié l'utilisation de la région comme variable tarifaire pour discriminer le lieu d'habitation des assurés et donc de l'entreprise souscriptrice.

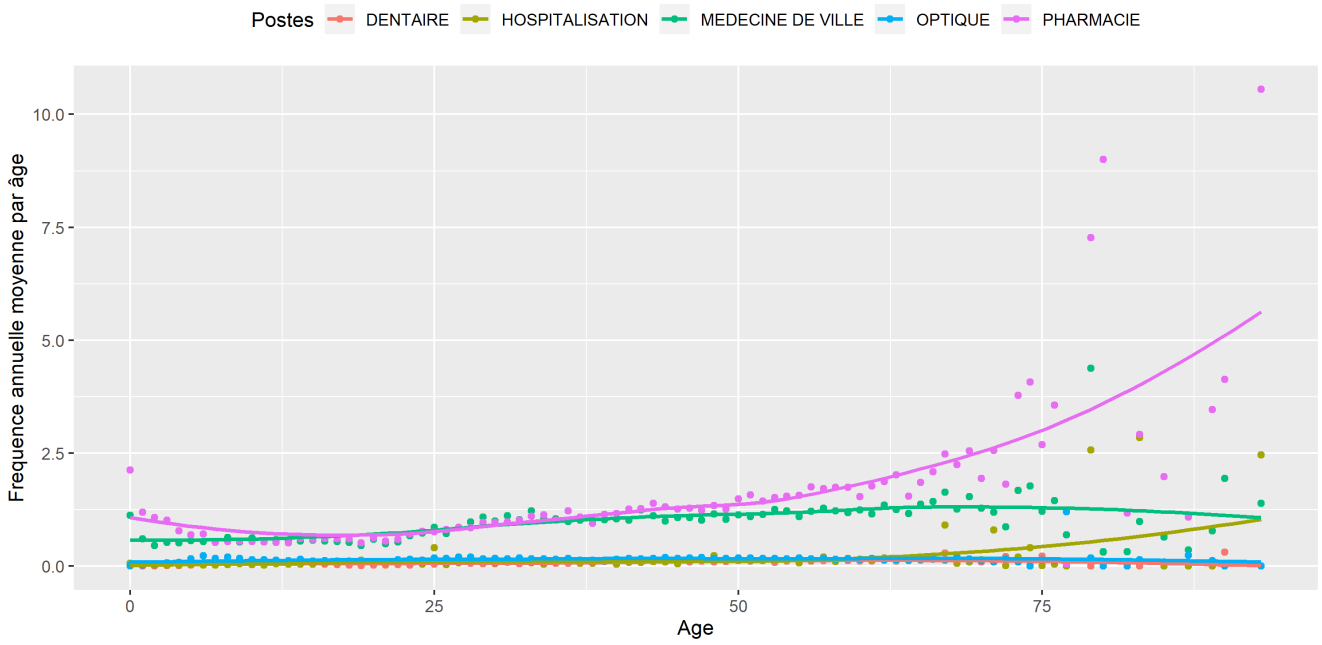


FIGURE 2.6 – L'analyse du profil de sinistralité par âge selon les grands postes de dépenses

A la suite de la présentation de la quasi-totalité des variables tarifaires, nous avons jugé utile de présenter le profil de consommation par âge de chacun des cinq (5) grands postes de dépense en complémentaire santé. Cette analyse 2.6, nous montre trois (3) types d'évolution : une évolution convexe, une évolution concave et une évolution quasi-stable. Les fréquences les plus élevées sont celles des actes courants regroupés dans le poste médecine de ville (évolution concave) et pharmacie (évolution convexe).

En optique et en dentaire, cette faible fréquence peut être expliquée par une limitation du nombre d'actes et une faible prise en charge pour certains actes récurrents.

De plus, une représentation (2.7) fine de la distribution d'âge par acte pour les personnes sinistrées, nous montre une réalité importante selon laquelle, toutes les couches d'âge ne sont pas concernées de la même manière en fonction de l'acte considéré. Les enfants par exemple sont beaucoup plus aptes à consommer les actes d'orthodontie que les adultes, les adultes sont à leur tour beaucoup plus aptes à consommer les actes de chirurgie réfractive que les enfants.

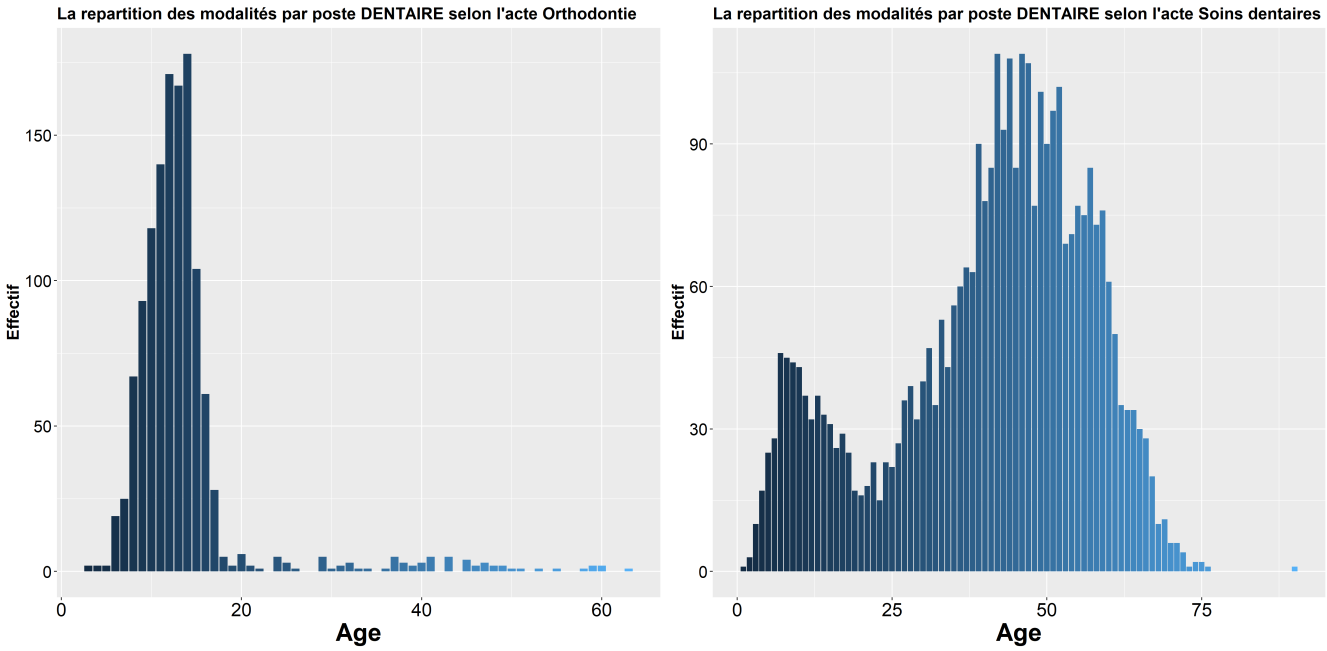
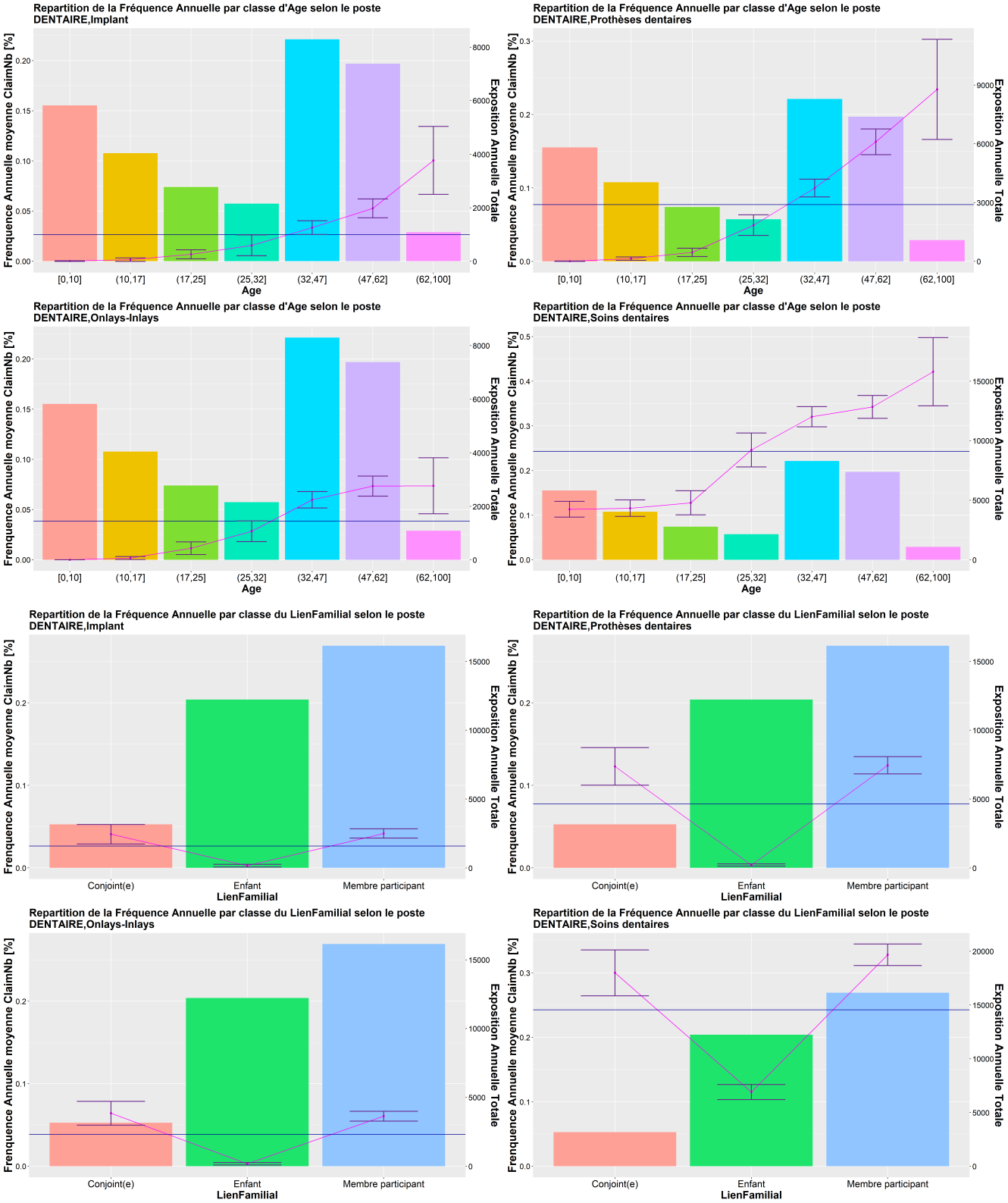


FIGURE 2.7 – L'analyse du profil de sinistralité par âge selon deux actes du poste dentaire

Dans la suite, nous faisons une analyse spécifique pour chaque grand poste de dépense en assurance santé. Ainsi, nous pourrons voir les spécificités du profil de risque, les variables tarifaires les plus discriminantes pour chaque acte. Cette analyse est basée essentiellement sur la représentation de la fréquence moyenne annualisée pour chaque classe de risque ainsi que la représentation de l'exposition pour jauger de l'importante de la volumétrie au sein de ces différentes classes.

2.2.2.1 Dentaire

L'analyse du poste dentaire fait ressortir les spécificités du profil de consommation aussi bien par âge, par garantie, par sexe, par statut de l'adhérent en fonction des actes de consommation considérée.



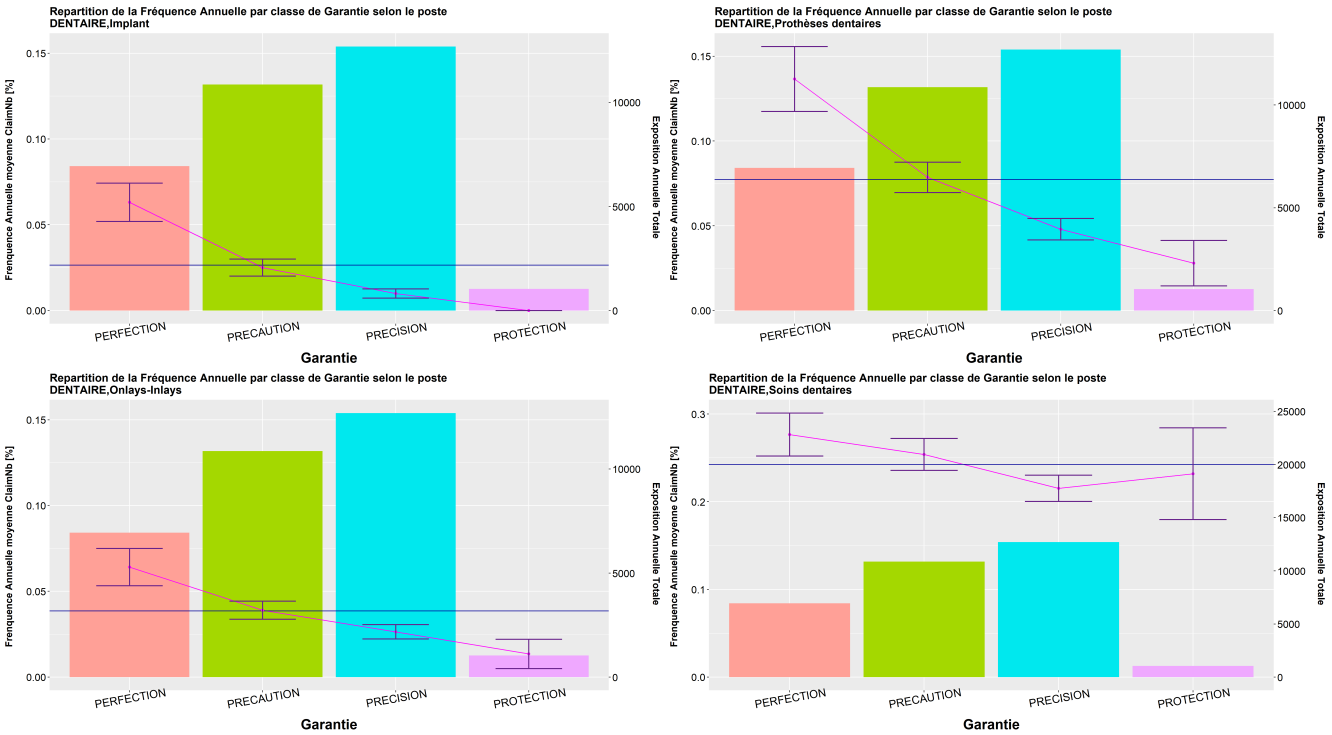
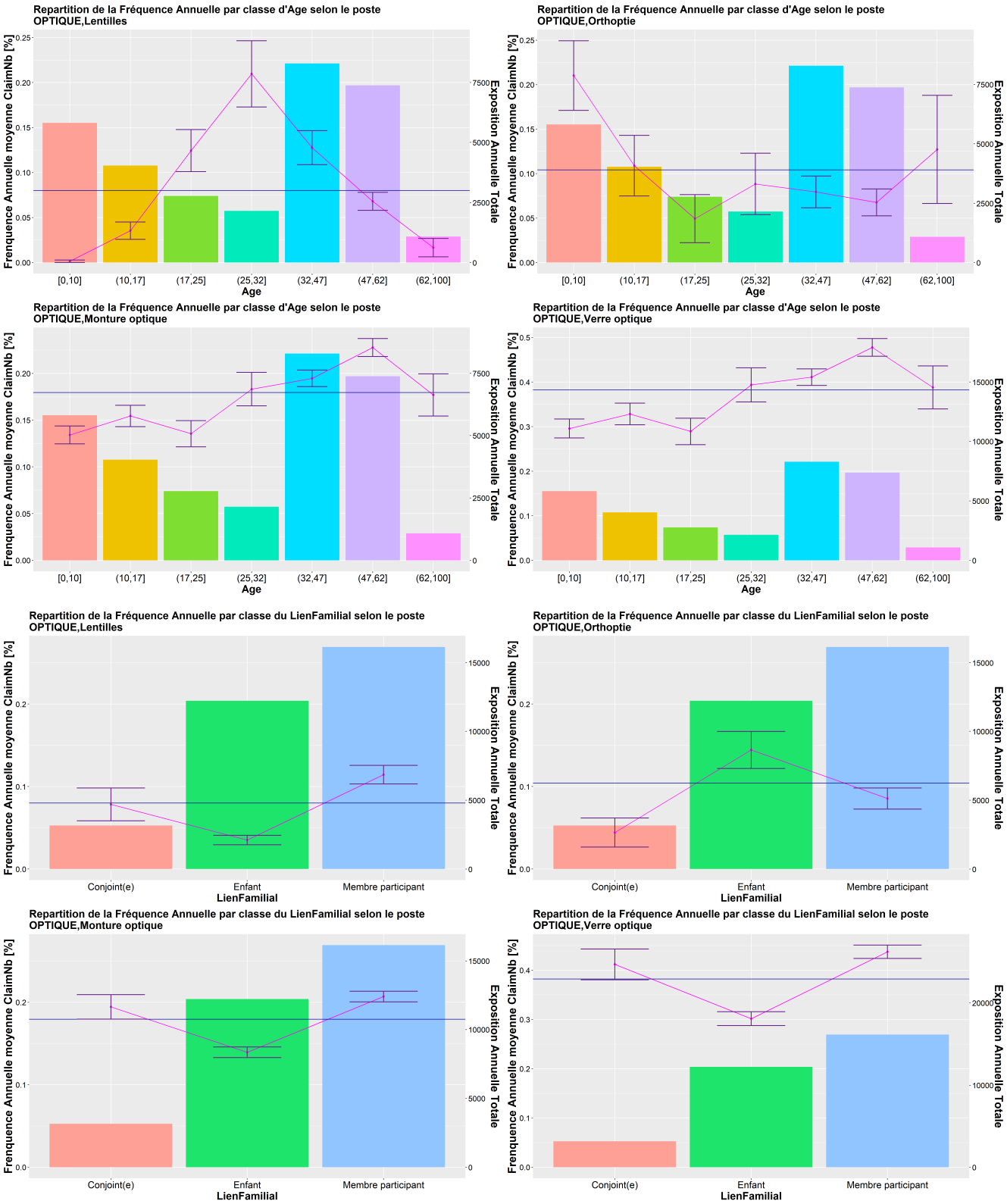


FIGURE 2.8 – L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste dentaire

Dans l'ensemble, il peut être noté une fréquence de consommation augmentant beaucoup plus rapidement avec l'âge excepté l'acte d'orthodontie pour lequel les enfants sont les plus concernés. A cela, il faut noter une absence de spécificité dans le profil de consommation entre les membres adhérents et leurs conjoint(e)s. Par ailleurs, la fréquence de consommation est beaucoup plus importante avec le niveau de garantie. Ainsi, les garanties les plus élevées ont une fréquence de consommation beaucoup plus importante. Cela va de pair avec notre intuition. Il convient d'inclure ces différentes spécificités dans la modélisation de la fréquence.

2.2.2.2 Optique

Quant à l'analyse du poste optique ces spécificités sont moins visibles pour certains actes dues à la faible fréquence de consommation, et à la limitation du nombre d'acte qui cache le réel comportement des assurés.


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe d'Age selon le poste OPTIQUE,Lentilles
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe d'Age selon le poste OPTIQUE,Orthoptie
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe d'Age selon le poste OPTIQUE,Monture optique
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe d'Age selon le poste OPTIQUE,Verre optique
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste OPTIQUE,Lentilles
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste OPTIQUE,Orthoptie
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste OPTIQUE,Monture optique
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste OPTIQUE,Verre optique
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Age
[0,10]
(10,17]
(17,25]
(25,32]
(32,47]
(47,62]
(62,100]
LienFamilial
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant

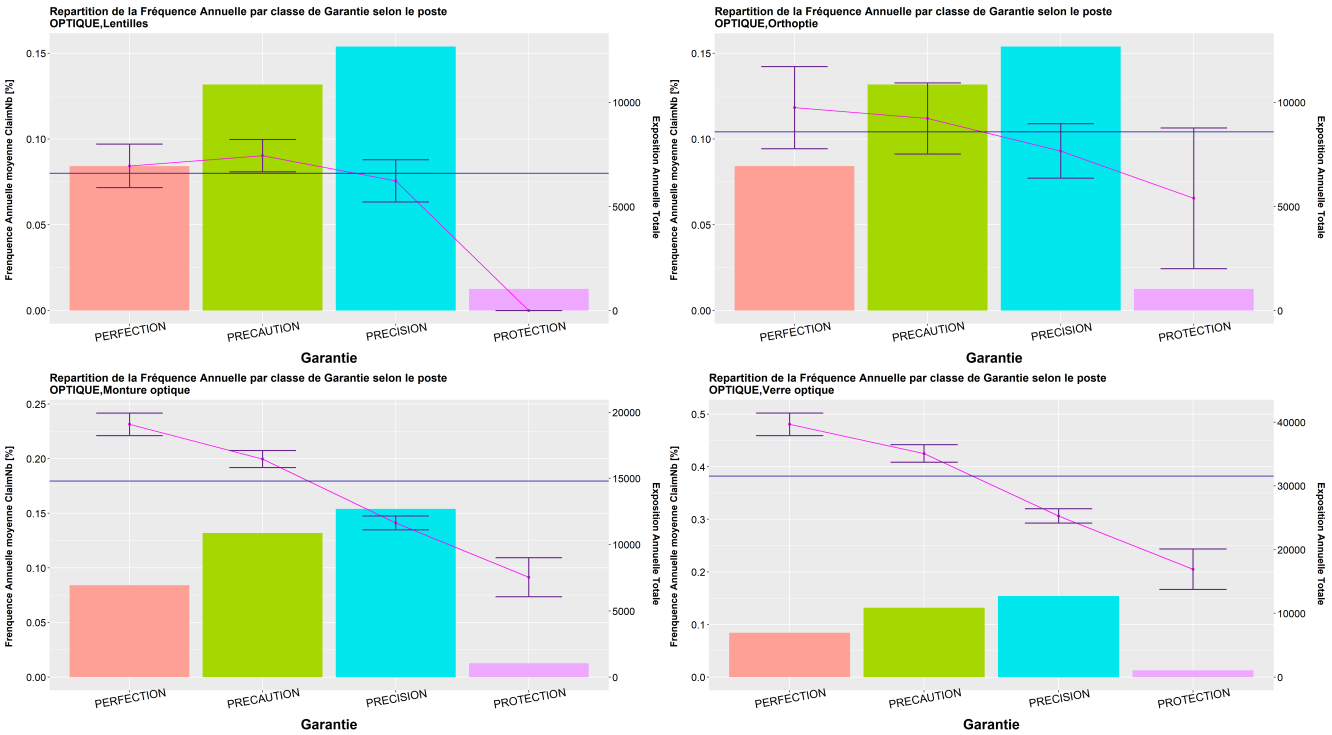
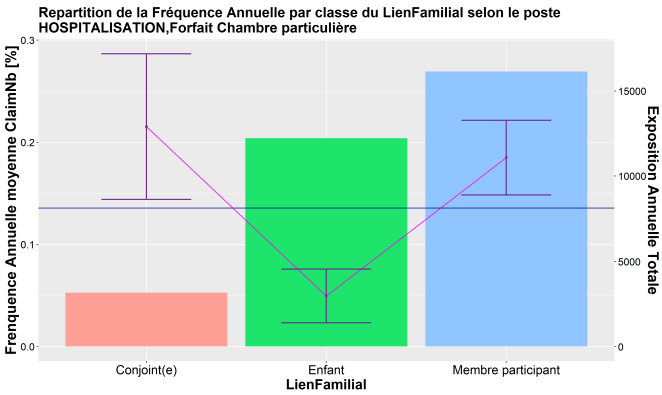


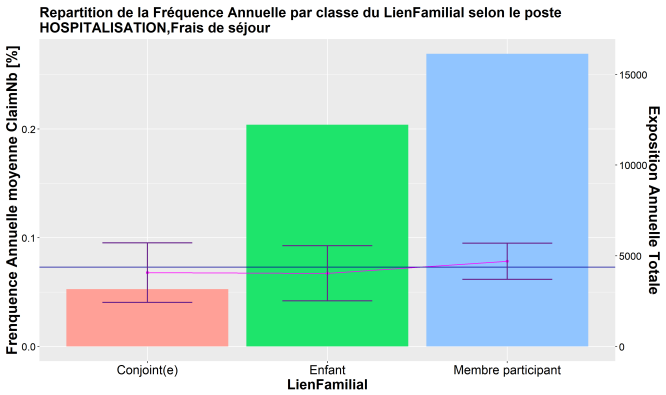
FIGURE 2.9 – L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste optique

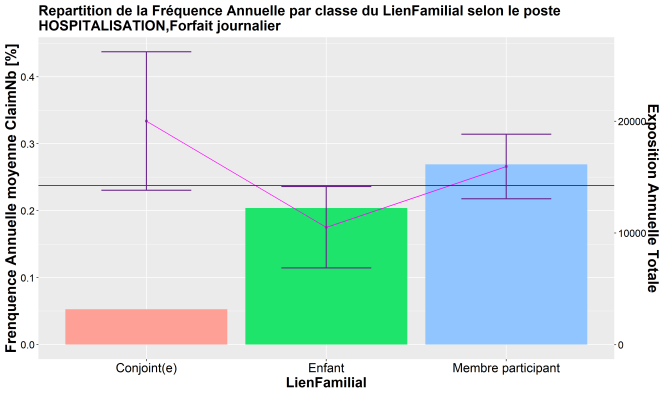
Il peut rapidement être noté une différence dans la fréquence de consommation des actes du poste optique en fonction de l'âge des assurés. Par exemple, les chirurgies optiques sont plus effectuées par les jeunes âgés de 17 à 47 ans alors que les autres actes sont consommés par pratiquement toutes les tranches d'âge même si les fréquences de consommation sont beaucoup plus prononcées chez certaines classes d'âge.
Une analyse par lien familial montre une forte fréquence de consommation des adultes comparativement aux enfants excepté l'orthoptie. Concernant la garantie, le constat est le même que précédemment. Il convient d'inclure ces différentes spécificités dans la modélisation de la fréquence.

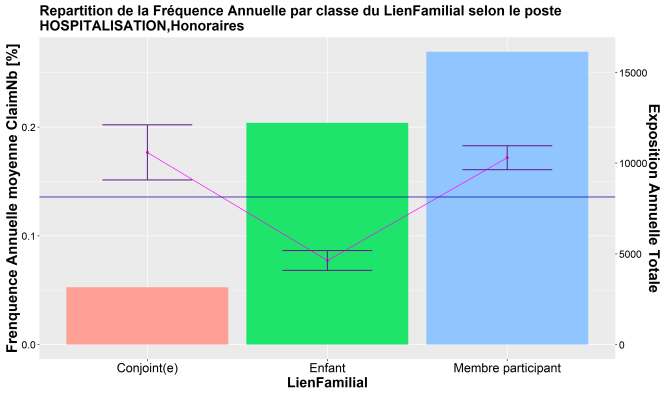
2.2.2.3 Hospitalisation

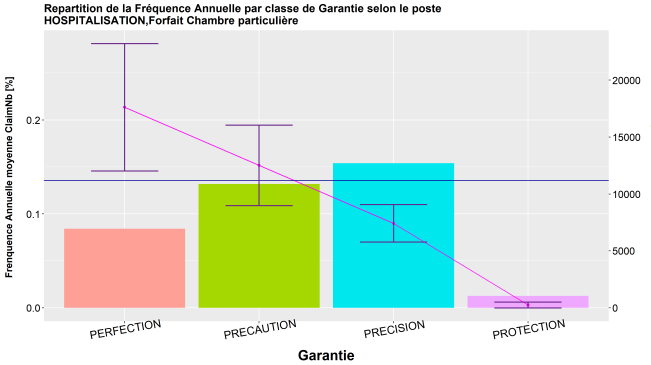
L'analyse du poste hospitalisation nous révèle les habitudes de consommation des différentes classes d'âge en fonction des actes considérés. L'accentuation est beaucoup plus prononcée pour certains actes d'hospitalisation. Dans l'ensemble, la fréquence de consommation augmente avec l'âge. Ce qui reflète l'intuition selon laquelle plus nous sommes jeunes, plus nous avons de l'énergie et moins nous sommes exposés aux maladies graves nécessitant une hospitalisation. Ce même constant est effectué lorsque nous faisons une analyse selon le lien familial qui montre qu'en moyenne les enfants sont moins hospitalisés que les adultes. En ce qui concerne l'impact de la garantie souscrite sur la fréquence de consommation des actes d'hospitalisation, cela peut s'expliquer par la forte fréquence de consommation des actes de santé des personnes ayant de forte garantie qui peut ainsi augmenter leur fréquence de consommation pour les actes d'hospitalisation. Il convient d'inclure toutes ces spécificités dans la modélisation de la fréquence.

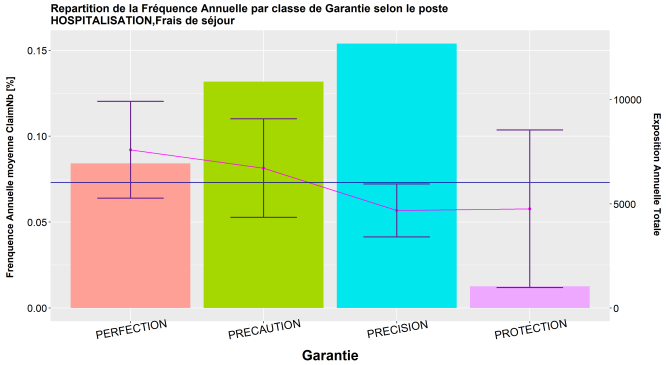

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste HOSPITALISATION,Forfait Chambre particulière
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial

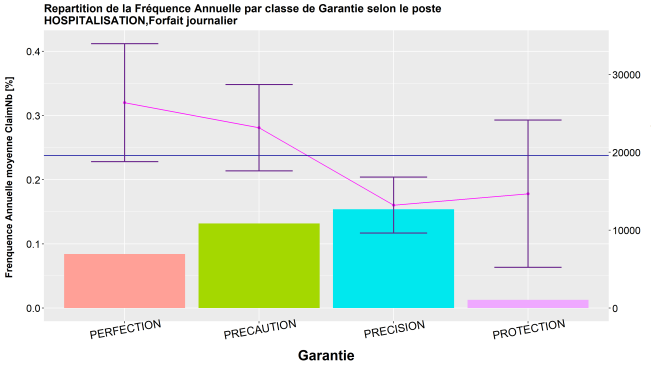

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste HOSPITALISATION,Frais de séjour
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial

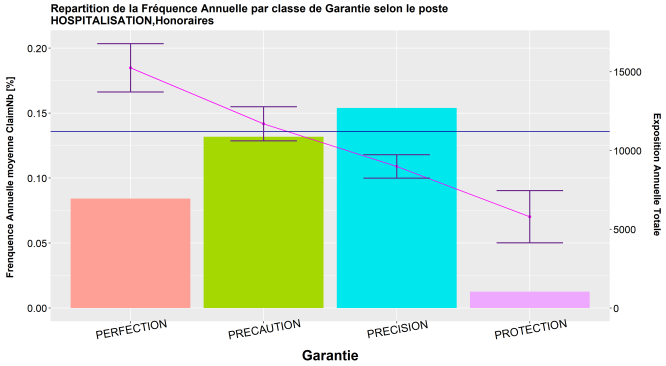

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste HOSPITALISATION,Forfait journalier
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste HOSPITALISATION,Honoraires
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste HOSPITALISATION,Forfait Chambre particulière
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste HOSPITALISATION,Frais de séjour
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste HOSPITALISATION,Forfait journalier
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste HOSPITALISATION,Honoraires
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie

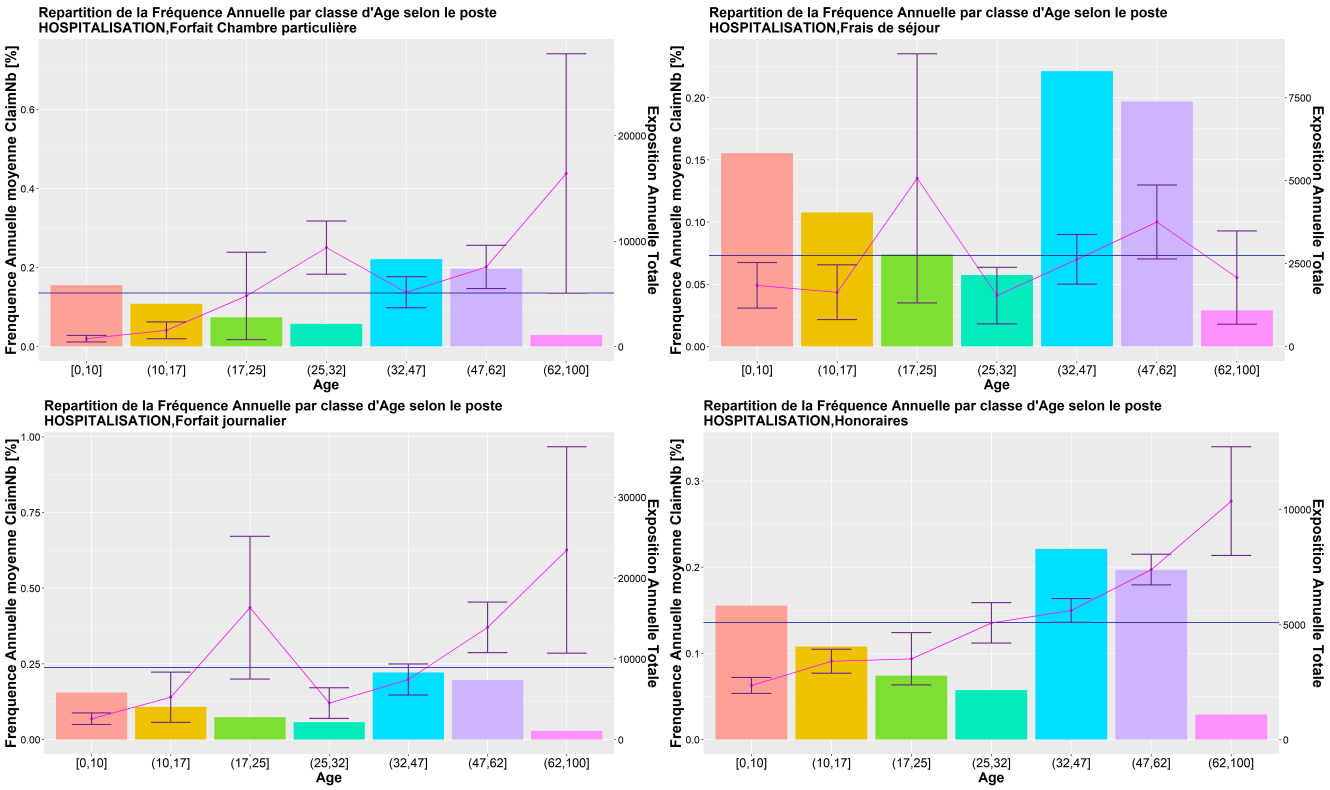


FIGURE 2.10 – L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste hospitalisation

Durant l'analyse des données, nous avons présenté et montré plusieurs spécificités dans la fréquence de consommation des actes considérés, de l'impact de l'âge, de la garantie souscrite, du lien familial, etc. Puis, nous avons jugé utile au regard de tout cela d'adopter une approche de modélisation de la fréquence par acte dans le but de construire des classes spécifiques par acte pour regrouper certaines modalités selon leur profil de consommation. Dans la suite de cette partie, il sera présenté les modèles utilisés et l'approche adoptée pour construire les modèles de fréquence.

2.3 Estimations des modèles de fréquence

Avant toute modélisation, il convient de s'assurer que les variables qui servent d'inputs ou de variables tarifaires pour les différents modèles de fréquence ne sont pas parfaitement colinéaires, et que celles-ci ne sont pas invariables par individu pour éviter les problèmes de multi-colinéarités lors de l'estimation des différents modèles. Ainsi, les coefficients de corrélation basés sur une approche de pearson pour les variables continues et une approche de cramer pour les variables qualitatives ont été calculés (c.f C.6). Une fois cette étape franchie, la modélisation des composantes du modèle de prime pure peut aisément débuter.

Dans cette modélisation, nous utilisons l'approche fréquence-coût. En assurance santé, les indemnisations sont de quatre ordres : d'un montant libellé en pourcentage des frais réels (%Fr), d'un montant forfaitaire libellé en pourcentage du plafond mensuel de la sécurité sociale (%PMSS), d'un montant libellé en pourcentage de la base de remboursement de la sécurité sociale (%BRSS), et d'un montant mixte combinant les deux dernières approches (%BRSS+%PMSS). Ainsi, nous pouvons regrouper ces quatre indemnisations en trois grands sous-groupes. A savoir : une indemnisation en %Fr, en %PMSS et en %BRSS. Dans les deux derniers cas, les montants des garanties étant connus à l'avance en fonction des actes considérés, la sévérité moyenne par acte peut facilement être déterminée en se basant sur les poids de consommation observés au sein des sous-groupes pour chaque acte considéré. De plus, pour une garantie sélectionnée, les montants de remboursement associés à un acte donné d'une complémentaire santé étant discontinus, il serait difficile de les modéliser avec des lois continues du type lognormal ou gamma. En ce qui concerne les indemnisations en %Fr, la pratique commerciale tend à limiter ces garanties aux forfaits actes lourds et forfait journalier dont les frais réels sont connus et fixes. Ainsi, la construction d'un modèle fréquence-coût revient à modéliser surtout la fréquence par un modèle aléatoire de fréquence pour déterminer les facteurs les plus importants dans la limite des variables autorisées par la loi pour expliquer la fréquence de consommation par acte, et à récupérer les montants d'indemnisation en se référant aux taux de garantie, au plafond mensuel de la sécurité sociale (PMSS), à la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), et aux poids de répartition au sein des sous-actes pour chaque acte considéré.

Pour la détermination du coût moyen pris en charge pour chaque acte par une complémentaire santé, un fichier excel a été construit à partir des taux de garanties, du PMSS, de la BRSS, et des poids de consommation au sein des sous-actes [1]. Ce fichier détermine le coût moyen associé à chaque acte pour une garantie donnée.

2.3.1 Spécification des lois de fréquence

Pour cette étude, nous utilisons principalement deux modèles. Comme nous l'avons présenté plus haut, les modèles les plus utilisés pour la modélisation de la fréquence reste le modèle de Poisson et Binomiale Négatif. Ces modèles sont faciles à interpréter et à implémenter. Pour toutes ces raisons évoquées, nous estimons ces deux modèles.

Les graphes 2.11 montrent une distribution de fréquence s'ajustant mieux à ces lois, et impactée par une forte présence de zéro (0). N'ayant pas une grande dimension de variables, nous nous sommes abstenus d'utiliser les programmes d'optimisation du type Lasso appliqués au modèle GLM. Par contre, nous avons utilisé une approche de sélection des variables pertinentes en nous basant sur les

1. Dans cette modélisation, il y a 37 actes de consommation. Certains actes de consommation regroupent des actes beaucoup plus fins.

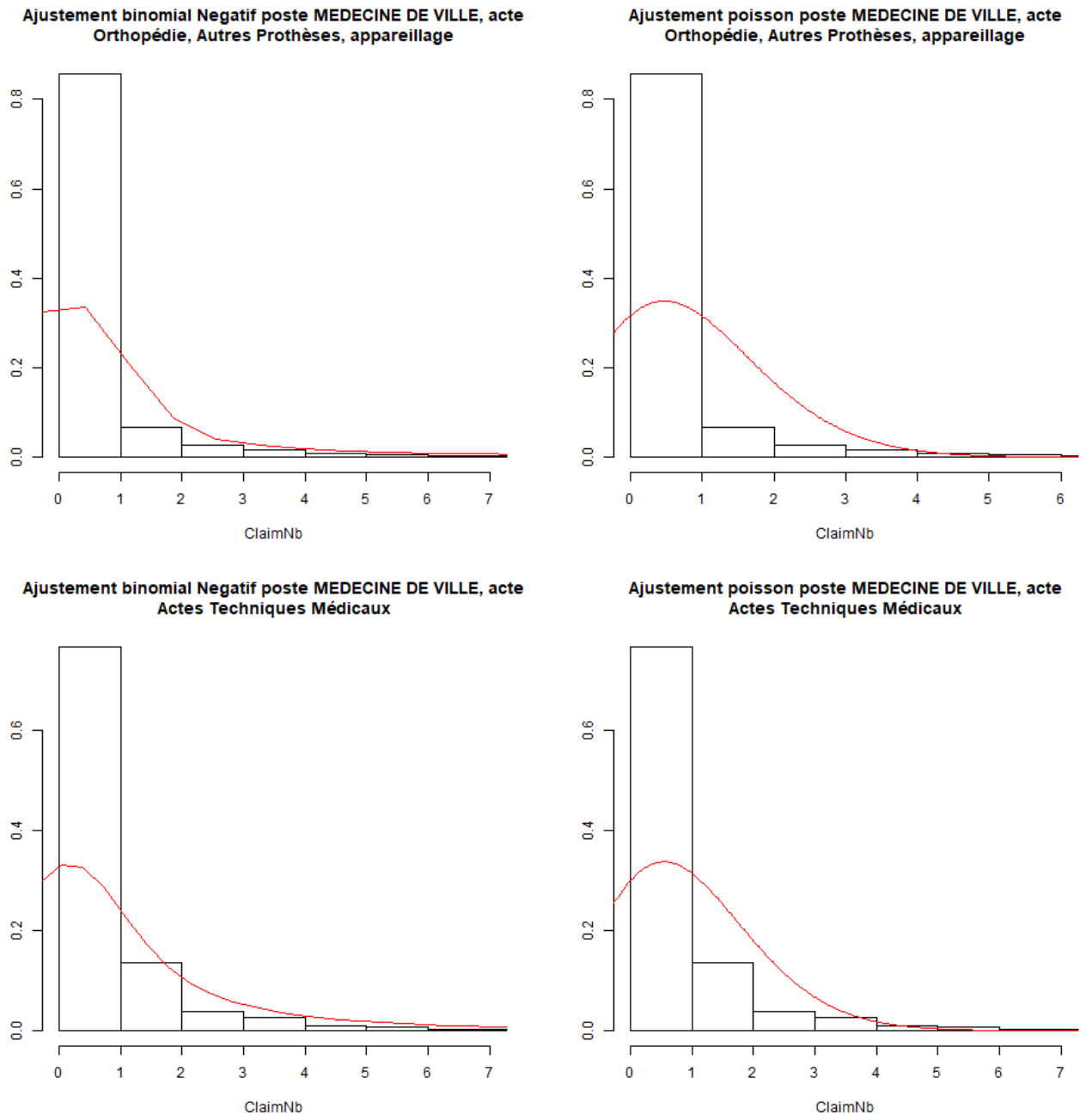


FIGURE 2.11 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes : cas d'une binomiale négative et d'une loi de Poisson

variables tarifaires utilisées en assurance collective telles que l'âge, la région d'habitation, le type d'assurés (enfant, adhérent(e), conjoint(e)), etc. Et durant la modélisation, nous avons suivi ces différentes étapes pour trouver les coefficients optimaux ainsi que les variables les plus pertinentes pour prédire la fréquence de consommation des frais de santé.

Avant de présenter ces étapes, présentons un temps soit peu l'approche théorique de l'estimation des paramètres des différents modèles.

2.3.2 Modèle GLM avec loi de Poisson

Pour un échantillon $\{x_i; y_i\}_1^N$ suivant une loi de Poisson de paramètre $\mu(x) = \exp(\log(t) + \beta_0 + \beta' x)$, la log vraisemblance est définie par :

$$l(\beta_0, \beta|X, Y) = \sum_{i=1}^{N} \{y_i(\log(t_i) + \beta_0 + \beta' x_i) - \exp(\log(t_i) + \beta_0 + \beta' x_i) - \log(y_i!)\}.$$

En faisant fi des fonctions indépendantes de β_0 et β' [2], cette log vraisemblance est maximisée en minimisant cette fonction :

$$\min_{\beta_0,\beta}\{-\frac{1}{N}(l(\beta_0, \beta|X, Y) + \sum_{i=1}^{N} \log(y_i!))\}$$

La résolution de ce système permet de déterminer les paramètres optimaux.

2.3.3 Modèle Zéro-Inflated Poisson (pscl)

La régression de Poisson à Inflation de zéro (ZIP) est utilisée pour les données de comptage présentant une sur-dispersion et des excès de zéro (0). Pour un échantillon $\{z_i, x_i; y_i\}_1^N$ généré suivant une loi de mélange de Poisson et une masse de probabilité en zéro, nous avons la distribution du modèle ZIP définie comme suit :

$$P(N_i = j) = \begin{cases} \pi_i + (1 - \pi_i)\exp(-\mu_i) & si\ y_i = 0 \\ (1 - \pi_i)\frac{\mu_i{}^{y_i}\exp(-\mu_i)}{y_i!} & si\ y_i > 0 \end{cases}$$

où π_i est la probabilité d'être issue de la masse de probabilité. Elle se définit à partir d'une fonction logit comme suit :

$$logit(\pi_i) = \log(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}) = \log(t_i) + \sum_{k=0}^{K} \gamma_k Z_k$$

où t_i représente l'exposition, et les Z_k les variables tarifaires permettant de discriminer la distribution de sinistre.

μ_i par contre représente le paramètre de la distribution de Poisson, et se définit comme ci-dessous :

$$\mu_i = \exp(\log(t_i) + \sum_{p=0}^{P} \beta_p X_p)$$

où les X_p représentent les variables tarifaires permettant de discriminer l'ajustement à la loi de Poisson.

La log-vraisemblance de ce modèle se définit comme étant la somme de trois (3) composantes :

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

2. La log vraisemblance se maximise sur les paramètres fonction de β_0 et β'. Il convient de supprimer toutes les fonctions ne dépendant pas de ces paramètres.

Avec :
$L1 = \sum_{i:y=0} \log[\lambda_i + \exp(-\mu_i)]$
$L2 = \sum_{i:y>0} \log[y_i \log(\mu_i) - \mu_i - \log(y_i!)]$
$L3 = -\sum_{i=1}^{N} \log(1 + \lambda_i)$
$\lambda = \frac{\pi_i}{1-\pi_i}$
Par la suite, cette log vraisemblance est maximisée en minimisant l'opposé de la fonction définie plus haut et en faisant fi des fonctions indépendantes de β et γ.

2.3.4 Modèle de Fréquence avec une Binomiale Négative (MASS)

L'hypothèse d'équi-dispersion du modèle de Poisson ($\mathbb{E}(X) = \mathbb{V}(X)$) est très restrictive. Dans la pratique, du fait d'une grande importance de valeurs nulles ou de la présence de quelques valeurs extrêmes, la variance est souvent supérieure à la moyenne. Dans ce cas précis, on parle d'une sur-dispersion de la variable Y. Ce phénomène remet en cause l'utilisation du modèle de Poisson, par une sous-estimation de la variance des paramètres du modèle. Afin de prendre en compte ce problème, un modèle de comptage alternatif basé sur la loi binomiale négative a été développé. Ce modèle tient compte de la sur-dispersion par l'introduction d'un paramètre supplémentaire θ qui permet de capter l'hétérogénéité inobservée de la variable endogène.

Pour une variable aléatoire suivant une loi binomiale négative de paramètre θ et q, on a :
$\mathbb{E}(X) = \frac{\theta(1-q)}{q}$ et $\mathbb{V}(X) = \frac{\theta(1-q)}{q^2}$
Par simple manipulation, on peut re-écrire la variance comme suit :
$\mathbb{V}(X) = \frac{\theta(1-q)}{q}(1 + \frac{1}{q} - 1) = \frac{\theta(1-q)}{q} + \frac{\theta(1-q)}{q}\frac{1-q}{q} = \mathbb{E}(X) + \frac{1}{\theta}\mathbb{E}(X)^2$
Pour un échantillon $\{x_i; y_i\}_1^N$ suivant une loi binomiale négative de paramètre θ et q_i, avec $q_i = \frac{\theta}{\theta+\mu_i(x)}$ et $\mu_i(x) = \exp(\log(t_i) + \beta_0 + \beta' x_i)$.
La fonction de masse de probabilité est définie par :

$$\mathbb{P}(N_i = y_i) = \frac{\Gamma(\theta + y_i)}{\Gamma(\theta) y_i!} \frac{\mu_i(x)^{y_i} \theta^\theta}{(\mu_i(x) + \theta)^{y_i+\theta}}$$

Ainsi, la log vraisemblance est définie par :

$$l(\theta, \beta_0, \beta | X, Y) = \sum_{i, y_i>0} \{\log \Gamma(\theta+y_i) - \log \Gamma(\theta) + y_i(\log(t_i) + \beta_0 + \beta' x_i)\} - \sum_{i=1}^{N} (\theta+y_i) \log\{\theta + \exp(\log(t_i) + \beta_0 + \beta' x_i)\} + N\theta \log(\theta) - \sum_{i=1}^{N} \log(y_i!)$$

En faisant fi des fonctions indépendantes de θ, β_0 et β', cette log vraisemblance est maximisée en minimisant la fonction définie comme suit :

$$\min_{\theta, \beta_0, \beta} \{-\frac{1}{N}(l(\beta_0, \beta | X, Y) + \sum_{i=1}^{N} \log(y_i!))\}$$

La résolution de ce système permet de déterminer les paramètres optimaux.

2.3.5 Modèle Zéro-Inflated Binomiale Negative (pscl)

La régression d'une loi binomiale négative à inflation de zéro (ZINB) est utilisée pour les données de comptage présentant une forte sur-dispersion et des excès de zéro (0). En effet, à l'instar de l'apport de la loi binomiale négative pour corriger la sur-dispersion pouvant être observée dans les données non prise en compte dans le modèle poissonnier ; le modèle ZIBN permet de corriger l'hypothèse d'équi-dispersion lorsque celle-ci n'est pas vérifiée dans le modèle ZIP.

Pour un échantillon $\{z_i, x_i; y_i\}_1^N$ généré suivant une loi de mélange binomiale négative et une masse de probabilité en zéro, nous avons la distribution du modèle ZIBN définie comme suit :

$$P(N_i = y_i|X = x, Z = z) = \begin{cases} \pi_i(z) + (1-\pi_i(z))(\frac{\theta}{\theta+\mu_i(x)})^\theta & si\ y_i = 0 \\ (1-\pi_i(z))\frac{\Gamma(\theta+y_i)}{\Gamma(\theta)y_i!}\frac{\mu_i(x)^{y_i}\theta^\theta}{(\mu_i(x)+\theta)^{y_i+\theta}} & si\ y_i > 0 \end{cases}$$

où π_i est la probabilité d'être issue de la masse de probabilité pour le i-ième individu. Elle se définit à partir d'une fonction logit comme suit :

$$logit(\pi_i(z)) = \log(\frac{\pi_i(z)}{1-\pi_i(z)}) = \log(t_i) + \sum_{k=0}^{K} \gamma_k Z_k$$

où t_i représente l'exposition, et les Z_k les variables tarifaires permettant de discriminer la distribution de sinistre.

μ_i par contre représente la moyenne conditionnelle de la distribution binomiale négative, et se définit comme ci-dessous (avec une fonction de lien log) :

$$\mu_i(x) = \exp(\log(t_i) + \sum_{p=0}^{P} \beta_p X_p)$$

où les X_p représentent les variables tarifaires permettant de discriminer l'ajustement à la loi du modèle.

La log-vraisemblance de ce modèle se définit comme étant la somme de trois (3) composantes :

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

Avec :
$L1 = \sum_{i:y=0} \log[\lambda_i + (\frac{\theta}{\theta+\mu_i(x)})^\theta]$
$L2 = \sum_{i:y>0}\{\log\Gamma(\theta+y_i) - \log\Gamma(\theta) + y_i\log[\mu_i(x)] + \theta\log(\theta) - (y_i+\theta)\log[\mu_i(x)+\theta] - \log(y_i!)\}$
$L3 = -\sum_{i=1}^{N}\log(1+\lambda_i)$
$\lambda = \frac{\pi_i}{1-\pi_i}$
Par la suite, cette log-vraisemblance est maximisée en minimisant l'opposé de la fonction définie plus haut et en faisant fi des fonctions indépendantes de θ, β et γ.

Tous ces modèles existent sous R, et sont implémentés dans différents packages. Nous avons utilisé les packages : **stats** (GLM), **MASS** (Binomiale Negative), et **pscl** (ZIP et ZIBN).

2.3.6 Les différentes étapes de l'estimation des modèles

Dans cette modélisation, nous avons suivi des étapes importantes qu'il convient de spécifier. Ces étapes sont fortement recommandées dans le but d'avoir un modèle bien calibré. Il s'agit principalement de :

- ANOVA
  Dans notre modélisation, après l'estimation du premier modèle, nous avons effectué un test d'ANOVA (pour plus de détails [29] et [30]). Ce test donne une analyse séquentielle de la table de déviance pour cet ajustement. Il nous fournit les réductions de la déviance résiduelle au fur et à mesure que chaque variable explicative est ajoutée. Il permet donc d'apprécier le pouvoir explicatif de chaque variable.

  Ainsi, pour chaque modèle estimé, nous pouvons observer les variables tarifaires significatives avec un pouvoir explicatif significatif. Nous avons ainsi écrit une fonction permettant de récupérer uniquement les variables explicatives ayant un pouvoir prédictif significatif pour ce premier modèle.

  Nous avons par la suite re-estimé le modèle en tenant compte que des variables explicatives significatives sélectionnées après l'ANOVA. Ce nouveau modèle servira à l'étape suivante.

- Regroupement de certaines classes d'âge
  Suite à l'ANOVA, nous avons estimé un deuxième modèle avec les variables explicatives ayant uniquement un pouvoir prédictif significatif. Il s'est trouvé que certaines classes d'âge n'étaient pas significatives. Nous avons regroupé celles-ci avec les classes d'âge les plus proches en se référant également à l'analyse descriptive effectuée plus haut.

  Toutes ces nouvelles classes d'âge ainsi créées ont été sauvegardées dans une liste qui servira pour toutes les étapes suivantes.

  Nous avons de nouveau re-estimé les modèles en considérant les observations des points précédents.

- Regroupements des autres variables du modèle
  Cette étape est similaire à la stratégie de regroupement des classes d'âge. Nous avons regroupé les modalités des variables qualitatives non significatives avec celles présentant des similitudes surtout pour la région, et les garanties qui permettent de tenir compte de l'anti-sélection.

  Suite à ce dernier regroupement, nous avons de nouveau re-estimé les modèles en considérant toutes les observations des points précédents.

- Comparaisons des modèles estimés : test de Vuong
  Le test de proximité Vuong est réputé dans la littérature pour comparer des modèles. Les modèles peuvent être imbriqués, non imbriqués ou se chevaucher. Il oppose les performances prédictives des modèles. C'est un test basé sur le rapport de vraisemblance pour la sélection de modèle utilisant le critère d'information de Kullback–Leibler.

  Il se base sur la propension des modèles à identifier la valeur adéquate de la cible. La statistique teste l'hypothèse nulle selon laquelle les deux modèles sont également proches du processus générateur des données réelles, par rapport à l'alternative selon laquelle un modèle est plus proche.

  Pour plus d'informations sur ce test, vous pouvez consulter la documentation ([31] et [39]).

- Diagnostics des résidus

L'analyse plus systématique de la pertinence d'un modèle passe également par l'analyse des résidus, ici de Pearson. Nous avons donc analysé les résidus des différents modèles estimés.

2.4 Présentation, Interprétation et discussion des résultats

Comme nous l'avons montré en tout début de ce chapitre, les différentes spécificités observées quant à la fréquence de consommation en fonction des actes de santé considérés, nous ont conduit à estimer un modèle de fréquence pour chaque acte de consommation. Nous avons estimé au total plusieurs modèles pour chacun des 37 actes de santé en spécifiant une loi de fréquence suivant le modèle de Poisson ou binomial négatif. Pour chaque acte, nous avons respecté les points présentés dans la section précédente (2.3.6). Dans la suite de cette section, il sera présenté un aperçu de quelques modèles de fréquence ainsi que les résultats du diagnostic des résidus.

2.4.1 Présentation de quelques résultats, interprétation et discussion

La base d'apprentissage ayant servi à l'estimation de chaque modèle représente les 4/5 de la base de données disponible pour chaque acte. En effet, il a été construit des modèles pour chaque acte à partir d'une base de fréquence construite par acte. Ces actes ont été construits à partir de la nomenclature couramment utilisée pour la définition de garantie des contrats. **Par ailleurs, pour des raisons de convergence des modèles à inflation de zéro, les modèles estimés concernent essentiellement les modèles de Poisson et binomial négatif**. Les modèles à inflation de zéro dans leurs procédures d'estimation utilisent des valeurs initiales pour effectuer une descente de gradient. Ces valeurs initiales par défaut n'ont pas pu faire converger normalement le modèle. Ainsi, nous avons privilégié l'estimation des modèles de Poisson et de binomial négatif.

Après l'estimation des deux modèles en respectant toutes les étapes pré-citées (2.3.6), nous avons utilisé le **test de vuong** pour comparer ces modèles pour chaque acte. Il ressort que pour tous les actes, le modèle basé sur la loi binomiale négative permet de mieux modéliser la fréquence de consommation que le modèle de Poisson. De plus, le diagnostic des résidus des modèles estimés vient confirmer ce choix.
Voici un aperçu des modèles estimés pour les actes d'analyses médicales et travaux de laboratoire, et de consultation d'un médecin généraliste.

Toutes choses égales par ailleurs, l'âge, le statut du bénéficiaire, le sexe, la région, l'exposition, et la variable de changement de garantie ou de portabilité (fingarantie), la garantie (variable permettant de tenir compte de l'anti-sélection et l'aléa-moral) permettent d'expliquer la fréquence de consommation de la plupart des actes. Ces effets sont beaucoup plus prononcés en fonction des actes considérés chez la femme, les enfants ou les hommes. L'ensemble des résultats trouvés cadre bien avec les remarques effectuées lors de l'analyse descriptive.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)
(Intercept)	-0.1678	0.0818	-2.05	0.0401
‘Age[0,10]‘	-0.9503	0.0909	-10.46	0.0000
‘Age(10,17]‘	-0.4354	0.0929	-4.68	0.0000
‘Age(17,32]‘	0.0720	0.0556	1.29	0.1960
‘Age(62,100]‘	0.3208	0.0854	3.76	0.0002
LienFamilialEnfant	-0.5922	0.0773	-7.66	0.0000
SexeFéminin	0.5160	0.0324	15.93	0.0000
‘REGIONAuvergne-Rhône-Alpes‘	-0.1282	0.0546	-2.35	0.0188
‘REGIONCentre-Val de Loire‘	-0.3240	0.0974	-3.33	0.0009
‘REGIONGrand Est‘	0.1578	0.0589	2.68	0.0074
‘REGIONLa Réunion‘	-0.5180	0.1197	-4.33	0.0000
REGIONregrRegion1	-0.3887	0.0795	-4.89	0.0000
Exposition	0.4126	0.0759	5.44	0.0000
fingarantie1	0.3744	0.0739	5.07	0.0000

Table 2.1 – Synthèse des paramètres du modèle de fréquence d’acte d’analyses médicales et travaux de laboratoire : loi Binomiale Négative

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)
(Intercept)	0.5252	0.0531	9.89	0.0000
RegimeAlsaceMoselleOUI	-0.3982	0.1734	-2.30	0.0217
‘Age[0,17]‘	0.2616	0.0727	3.60	0.0003
‘Age(17,25]‘	-0.2472	0.0633	-3.90	0.0001
‘Age(25,32]‘	-0.1457	0.0376	-3.87	0.0001
‘LienFamilialConjoint(e)‘	-0.2096	0.0319	-6.57	0.0000
LienFamilialEnfant	-0.4030	0.0693	-5.81	0.0000
SexeFéminin	0.2473	0.0187	13.20	0.0000
‘REGIONAuvergne-Rhône-Alpes‘	0.1225	0.0337	3.64	0.0003
‘REGIONBourgogne-Franche-Comté‘	0.1122	0.0509	2.21	0.0274
REGIONBretagne	0.3097	0.0469	6.60	0.0000
‘REGIONGrand Est‘	0.1766	0.0368	4.80	0.0000
‘REGIONHauts-de-France‘	0.1543	0.0333	4.63	0.0000
‘REGIONLa Réunion‘	0.2121	0.0660	3.21	0.0013
REGIONNormandie	0.2628	0.0442	5.95	0.0000
‘REGIONNouvelle-Aquitaine‘	0.0876	0.0324	2.71	0.0068
REGIONOccitanie	0.1471	0.0396	3.71	0.0002
‘REGIONPays de la Loire‘	0.2289	0.0441	5.19	0.0000
REGIONregrRegion1	-0.7488	0.0517	-14.49	0.0000
Exposition	0.1971	0.0463	4.26	0.0000
GarantiePRECISION	-0.0839	0.0195	-4.31	0.0000
GarantiePROTECTION	-0.1803	0.0528	-3.42	0.0006
fingarantie1	0.0987	0.0443	2.23	0.0258

Table 2.2 – Synthèse des paramètres du modèle de fréquence de consultation d’un médecin généraliste : loi Binomiale Négative

Comme nous pouvons le voir avec le tableau 2.1, la fréquence de consommation des actes d'analyses et de travaux de laboratoire augmente avec l'âge dont la modalité de référence est "Age(32,62]" pour cet acte. Ce même constat est fait avec le lien familial dont une différence de consommation est notée entre les enfants et les adultes. Pour comprendre ce modèle, il suffit d'interpréter le signe des coefficients et l'importance du coefficient associé par rapport à la modalité de référence. Concernant ce modèle et pour tous les autres, il a été regroupé les régions de **Guadeloupe**, de **Guyane**, de **Martinique** et de **Mayotte** dont les fréquences moyennes de consommation étaient similaires et dont les effectifs étaient moins importants pour servir de variables tarifaires. Ce regroupement a donné lieu à la région **REGIONregrRegion1**.

2.4.2 Présentation des résultats du test de Vuong

L'exécution du test de vuong, sur les modèles finaux trouvés après application des différentes étapes décrites pour l'estimation de nos modèles, permet de sélectionner le modèle de fréquence basé sur la loi binomiale négative au seuil de 5%. Ce constat fut uniforme pour l'ensemble de nos modèles. Et ce choix est justifié par l'analyse de l'adéquation de la loi des données, et par l'analyse du graphique des résidus dont quelques graphiques sont présentés ci-dessous.

Table 2.3 – Comparaison de la qualité des modèles de Fréquence des actes d'analyses médicales et travaux de laboratoire : loi Poisson Vs Binomiale Négative

	Vuong z-statistic	H_A	p-value
Brute	-31.41467	model2 > model1	< 2.22e-16
AIC corrigé	-31.42350	model2 > model1	< 2.22e-16
BIC corrigé	-31.45972	model2 > model1	< 2.22e-16

Hypothèse de test d'hypothèse de Vuong non imbriquée : (la statistique de test est asymptotiquement normale N(0,1) sous l'hypothèse nulle que les modèles sont indiscernables)

Table 2.4 – Comparaison de la qualité des modèles de Fréquence des actes de consultation d'un généraliste : loi Poisson Vs Binomiale Négative

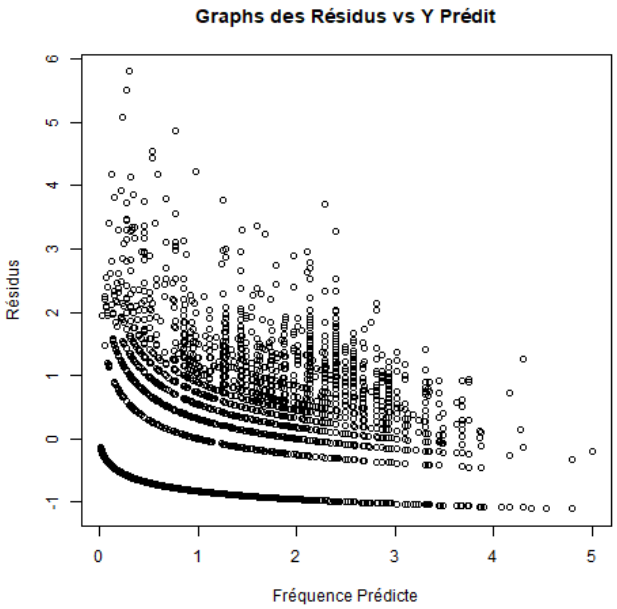
	Vuong z-statistic	H_A	p-value
Brute	-51.82710	model2 > model1	< 2.22e-16
AIC corrigé	-51.83591	model2 > model1	< 2.22e-16
BIC corrigé	-51.87211	model2 > model1	< 2.22e-16

Hypothèse de test d'hypothèse de Vuong non imbriquée : (la statistique de test est asymptotiquement normale N(0,1) sous l'hypothèse nulle que les modèles sont indiscernables)

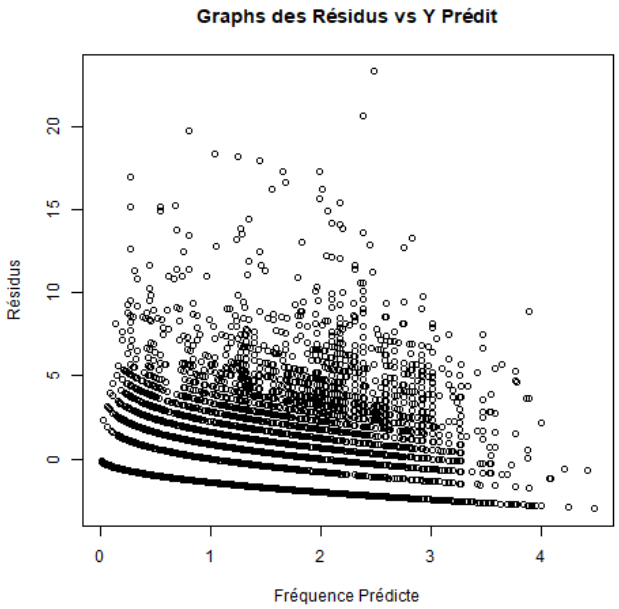
2.4.3 Graphiques des résidus

Le diagnostic du graphique des résidus permet d'apprécier au mieux l'ajustement de notre modèle. Ce dernier justifie une fois de plus les résultats du test de vuong présentés plus tôt. Dans l'ensemble le modèle binomial négatif permet d'avoir des fréquences de consommation beaucoup plus proche des valeurs réelles.

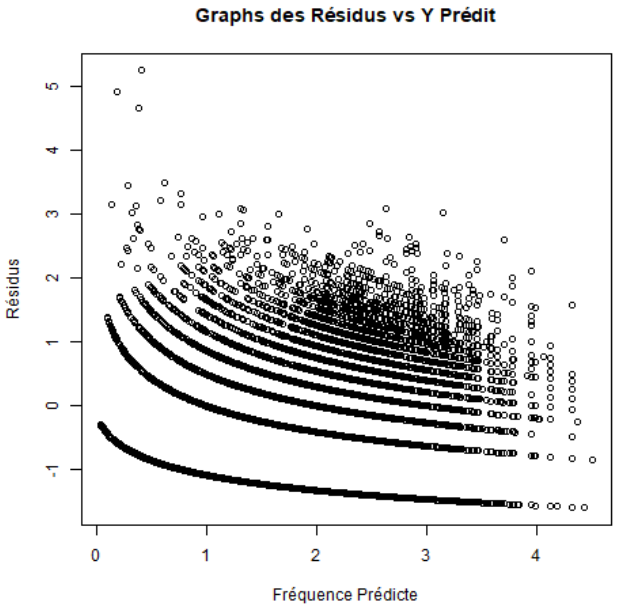
(a) Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, actes d'analyses medicales



(b) Graphique des résidus avec la loi de Poisson, actes d'analyses medicales



(c) Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, actes de consultation généraliste



(d) Graphique des résidus avec la loi de Poisson, actes de consultation généraliste

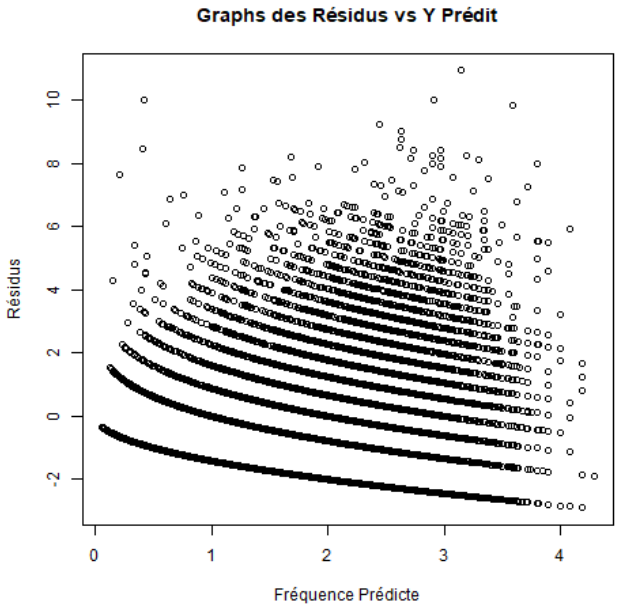


FIGURE 2.12 – Comparaisons du graphique des résidus de la loi de fréquence de certains actes : cas d'une binomiale et d'une loi de Poisson

2.4.4 Exemple de fréquence de consommation pour un adulte actif de sexe masculin, membre adhérant, résidant en Hauts-de-France et âgé de 43 ans

ACTES	Garantie	Exposition	Freq.	Interv. conf.(95%)	
Actes de Prévention	PERFECTION	1	0.40167	0.37726	0.42766
Actes Techniques Médicaux	PERFECTION	1	0.63721	0.59626	0.68097
Analyses médicales, travaux de laboratoire	PERFECTION	1	1.27735	1.20164	1.35782
Auxiliaires médicaux	PERFECTION	1	3.03518	2.50037	3.68438
Consultation généraliste	PERFECTION	1	2.40255	2.24971	2.56577
Consultation spécialiste	PERFECTION	1	0.56400	0.50988	0.62387
Imagerie/Radiologie/Echographie	PERFECTION	1	1.20679	1.08794	1.33862
Implant	PERFECTION	1	0.10561	0.07958	0.14016
Médecines douces	PERFECTION	1	0.22918	0.19900	0.26395
Onlays-Inlays	PERFECTION	1	0.05767	0.03954	0.08413
Orthodontie	PERFECTION	1	0.01313	0.00909	0.01896
Orthopédie, Autres Prothèses, appareillage	PERFECTION	1	0.73026	0.62950	0.84715
Parodontologie	PERFECTION	1	0.01377	0.00769	0.02466
Prothèse auditive	PERFECTION	1	0.00081	0.00047	0.00141
Prothèses dentaires	PERFECTION	1	0.13578	0.10084	0.18282
Soins dentaires	PERFECTION	1	0.40685	0.34308	0.48249

CHAPITRE 3

IMPACT DU RESTE À CHARGE ZÉRO

Comme nous l'avons indiqué dans 1.2.2.3, les impacts du reste à charge zéro sur la prime pure pour les actes concernés (prothèses auditives, prothèses dentaires et optique) sont de deux ordres : **un impact sur la fréquence** et **un impact sur le coût**.

En effet, pour les actes considérés (prothèses auditives, prothèses dentaires et optique), les complémentaires santé devront intégrer dans leurs restes à charge moyen le reste à charge remboursé intégralement à l'assuré pour chaque acte consommé du panier 100% santé. Ceci entraine une modification dans le reste à charge moyen de la complémentaire après la réforme. Il va donc s'en suivre un différentiel qui sera positif, négatif ou nul en fonction des garanties considérées avant la réforme.

Par ailleurs, à ce différentiel, il faut rajouter l'impact de la fréquence de consommation dû à un changement de comportement des assurés et de l'ajout des personnes renonçant auparavant à des soins pour un reste à charge important.

Cette analyse a été effectuée au sein de Aprecialis sur trois formules pour déterminer les coefficients de prudence en fonction des garanties sélectionnées et des différentes classes d'âge. Avant de présenter notre approche pour la modélisation des impacts du RAC 0, présentons les principaux résultats de l'étude effectuée par Aprecialis en tout début ainsi que la procédure de calcul des impacts adoptée lors de cette étude.

3.1 Comparaison de l'impact de la réforme sur trois formules : calculs d'impacts Aprecialis

Ces impacts ci-dessous sont calculés, par Aprecialis, sur trois formules de complémentaire santé. La première avec des garanties aux planchers du contrat responsable, la deuxième avec des garanties intermédiaires et la troisième avec des garanties aux plafonds du contrat responsable.

3.1.1 Impact du coût moyen

Les impacts ci-dessous sont calculés pour les dates d'entrée en vigueur de la réforme soit 2020 pour l'optique et les prothèses dentaires, et 2021 pour l'audioprothèse en se référant aux nouvelles

bases de remboursement (1.2.2.2).

La formule au plancher du contrat responsable est concernée par une augmentation du coût moyen sur les trois postes. La cotisation associée à cette formule passe de 22€ à 29€ soit une augmentation d'environ 32%.

La formule moyenne n'est impactée que sur les postes audioprothèses et prothèses dentaires. La cotisation associée à cette formule passe de 38€ à 42€ soit une augmentation d'environ 10%.

La formule au plafond du contrat responsable n'est impactée que par la baisse du plafond de remboursement des montures. La cotisation associée à cette formule est d'environ 51€ et baisse de moins d'1%.

Les prix limites de ventes vont diminuer progressivement et les bases de remboursement vont augmenter progressivement entre 2019 et 2023. Ainsi, l'impact du coût moyen aura tendance à diminuer.

De plus, la mise en place de la réforme va favoriser l'accès aux soins. Ainsi, il y a un impact fréquence à prendre en compte.

3.1.2 Impact de la fréquence

3.1.2.1 Tendance attendue

Les pourcentages d'augmentation des cotisations ci-dessus considèrent la fréquence de consommation de la population inchangée. Pourtant, la communication autour de la réforme et l'augmentation du reste à charge des complémentaires diminueront surement la renonciation aux soins. Ainsi, il faut tenir compte de l'augmentation de la fréquence de consommation induite par l'augmentation du nombre de personnes consommant les actes.

Pour la formule au plafond du contrat responsable, nous pouvons exclure cet impact car la population concernée a toujours bénéficié de bon remboursement et n'avait donc pas de raisons de renoncer aux soins.

Pour les deux autres formules, il y a des impacts certains pour les actes d'audioprothèses et dans une moindre mesure pour les actes de prothèses dentaires. Le poste optique semble peu concerné car les assurés d'un contrat collectif sont généralement équipés, sauf peut-être les retraités avec des formules au plancher du contrat responsable. L'impact sur ce poste se sentira plus dans le coût moyen avec un réajustement des fréquences de consommation des verres de qualité simple aux verres de qualité beaucoup plus complexe.

Soulignons que l'entrée en vigueur du 100% santé ne se fera pas en 2019 bien que des PLV et des nouvelles bases de remboursement soient mis en place à cette date. L'entrée en vigueur du 100% santé se fait en 2020 pour l'optique, en 2021 pour l'audioprothèse et en 2020 (14 actes prothétiques) puis en 2021 (47 actes prothétiques supplémentaires) pour les prothèses dentaires.

Ainsi, l'impact fréquence peut coïncider avec ces dates pour chacun des postes. Les assurés seraient prêts à attendre pour être sûr d'être remboursé à 100%.

3.1.2.2 Utilisation de statistiques de renoncement aux soins

1. Statistiques en optique
   Le rapport «Etat de santé de la population française», de la DREES, donne la répartition des personnes déclarant un trouble de la vision selon l'âge et la correction du trouble.

Table 3.1 – Répartition des personnes déclarant un trouble de la vision selon l'âge et la correction du trouble (%)

Tranches d'âges	16-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85+
Trouble de la vision bien corrigé	68%	72%	65%	63%	71%	70%	57%	42%
Trouble de la vision mal corrigé	24%	21%	24%	30%	26%	28%	41%	52%
Trouble de la vision non corrigé	**8%**	**7%**	**11%**	**8%**	3%	2%	2%	6%

Source : EHIS-ESPS 2014 (DREES-IRDES) ; exploitation DREES

Ce tableau montre que les retraités présentant des troubles de la vision sont presque tous équipés tandis que les adultes ont tendance à renoncer à s'équiper. Nous pouvons nous attendre à ce qu'une partie de ces adultes ne s'équipant pas décident de le faire.

L'impact de la fréquence fut estimé en considérant que la moitié de ces personnes n'étant pas équipés le seront.

2. Statistiques en audioprothèse
   Le rapport « Etat de santé de la population française », de la DREES, donne la proportion de la population française présentant des troubles de l'audition, la proportion de difficultés d'audition appareillées et la proportion d'appareillages efficaces.

Table 3.2 – Difficultés d'audition chez les personnes de 18 ans et plus (en%)

Tranches d'âges	Prévalence difficulté audition	% de difficultés d'auditions appareillées	%d'appareillages efficaces
18-44	2%	12%	39%
45-64	7%	23%	65%
65-79	19%	45%	47%
80+	41%	57%	42%
Ensemble	9%	39%	48%

Source : EHIS-ESPS 2014 (DREES-IRDES) ; exploitation DREES

Ce tableau montre que la population française renonce souvent à s'équiper alors qu'il y a des besoins importants dès 65 ans. 39% des personnes nécessitant un appareil sont équipés, l'objectif de la réforme étant d'augmenter ce taux au moins à 50%. L'impact de la fréquence fut estimé en considérant que l'objectif de 50% sera atteint.

3. Statistiques en dentaire

   Le numéro 469 de la revue ÉCONOMIE ET STATISTIQUE présente une étude sur le renoncement aux soins médicaux et dentaires. Le tableau 3.3 indique les taux de renoncement aux soins dentaires par tranches d'âges. Cette même étude indique que le renoncement aux soins dentaires est dans 49,9% des cas dû à des raisons financières. L'impact de la fréquence est estimé en considérant que la moitié des personnes renonçant aux soins pour raisons financières n'y renonceront plus.

Table 3.3 – Taux de renonciation aux soins médicaux et dentaires (en%)

Tranches d'âges	Taux de renoncement
Enfant	3%
20-29	8,00%
30-39	6,50%
40-49	6,50%
50-59	6,00%
60-69	5,50%
70+	7%

Source : N°469 de la revue ÉCONOMIE ET STATISTIQUE

4. Impact du reste à charge zéro (RAC 0)
   Après avoir réuni toutes ces hypothèses, les prix des nouvelles formules ont été recalculés en prenant en compte l'impact fréquence selon les statistiques précédentes.

Table 3.4 – Impact du RAC 0 sur trois formules (Basse, Moyenne, Haute) avec une hypothèse d'augmentation de la Fréquence due à l'intégration de 50% des renonciations aux soins

	Basse			**Moyenne**			**Haute**		
Formules	Enfant	Adulte	Retraité	Enfant	Adulte	Retraité	Enfant	Adulte	Retraité
Anciennes	13,04€	21,73€	32,60€	22,89€	38,15€	57,23€	30,58€	50,96€	76,44€
Nouvelles	17,33€	29,91€	43,45€	25,26€	43,15€	63,40€	30,37€	50,62€	75,93€
Impact total	33%	38%	33%	10%	13%	11%	-1%	-1%	-1%

Source : Calculs d'impacts Aprecialis

L'impact est plus important sur les formules basse et moyenne car les garanties et la fréquence de consommation y évoluent ce qui n'est pas le cas sur la haute où la seule garantie qui évolue est la baisse du plafond de la monture, et où il n'y a pas de renoncement aux soins pour raisons financières.

L'impact est beaucoup plus important chez les adultes car l'augmentation de la fréquence a un impact surtout à l'âge adulte où il y a un renoncement aux soins le plus important.

Nous remarquons aussi que lorsque les prix des formules augmentent, celles-ci voient leurs écarts d'impacts de prix se resserrer.

3.1.2.3 Les formules basses vont consommer comme les formules hautes

Nous présentons ici la deuxième méthode pour estimer l'impact de la fréquence dans cette étude. Dans cette approche, il a été supposé que les assurés des formules basses et moyennes, puisqu'ils n'auront plus de reste à charge, se mettront à consommer comme le faisait avant la réforme les assurés de la formule haute.

Cette étude fut menée sur une base de consommation d'adhérents à un contrat collectif avec une formule de base obligatoire, équivalente à une formule moyenne, et une sur-complémentaire facultative, équivalente à une formule haute.

Les prix des nouvelles formules en prenant en compte l'impact fréquence selon cette méthode sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Table 3.5 – Impact du RAC 0 sur trois formules (Basse, Moyenne, Haute) avec une hypothèse d'augmentation de la fréquence des garanties Basse et Moyenne similaire à celle de la garantie Haute

	Basse			**Moyenne**			**Haute**		
Formules	Enfant	Adulte	Retraité	Enfant	Adulte	Retraité	Enfant	Adulte	Retraité
Anciennes	13,04€	21,73€	32,60€	22,89€	38,15€	57,23€	30,58€	50,96€	76,44€
Nouvelles	19,38€	32,74€	49,12€	27,09€	45,59€	68,38€	30,37€	50,62€	75,93€
Impact total	49%	51%	51%	18%	19%	19%	-1%	-1%	-1%

Source : Calculs d'impacts Aprecialis

3.2 Méthodologie de calculs d'impacts du RAC 0

La section précédente a présenté de façon succincte l'approche adoptée au sein d'Aprecialis pour déterminer l'impact du reste à charge zéro sur le tarif global pour trois formules (une au plancher du contrat responsable, une intermédiaire, et une au plafond du contrat responsable). Nous détaillons dans cette section l'approche que nous avons adoptée, et les différentes hypothèses effectuées pour déterminer les impacts du reste à charge zéro sur les actes du panier 100% santé.

3.2.1 Impact du coût moyen

Comme nous l'avons étayé avec l'étude de la section précédente, la mise en place du reste à charge zéro a un impact pour les complémentaires santé qui voient leurs restes à charge augmenter, diminuer, fortement, moyennement ou faiblement en fonction des garanties considérées. Comment évaluons-nous cet impact pour l'optique, les prothèses dentaires et les prothèses auditives ? La suite de cette partie expliquera la méthodologie que nous avons adoptée au regard de celle utilisée par Aprecialis.

Dans une étude d'impact, pour mesurer l'impact d'un changement, il suffit simplement de comparer la variation des grandeurs après et avant la réforme. Dans notre situation, c'est cette même stratégie qui sera adoptée. Dans un premier temps, nous calculons la variation du coût moyen pour les actes considérés en supposant la fréquence de consommation constante ou inchangée. Et dans un second temps, nous tiendrons compte de l'impact de la fréquence de consommation (c.f 3.2.2).

En ce qui concerne le premier point, la difficulté réside dans la détermination de la fréquence de répartition ou des poids des différents actes possibles pour chaque panier de soins 100% santé.

3.2.1.1 Optique

Dans un souci d'estimer les impacts du RAC 0, il est important de se mettre sur une même base d'analyse que les anciennes catégories des verres des contrats responsables. Ainsi, nous avons utilisé les planchers définis par **Carte Blanche ([4])** qui sont facilement liés aux catégories précédentes avant la réforme. Pour cela, les 30 nouveaux planchers de la classe A sont repartis en leur équivalent, 3 catégories des verres des contrats responsables dans l'ancienne garantie (simple, complexe, très complexe).

1. **Impact des montures et verres de la classe A sur le reste à charge de l'assureur**
   Les montants ci-dessous (3.6) représentent les prix de vente auxquels, s'ils sont respectés, les verres devront être sans reste à charge pour l'assuré, et entièrement financés par la sécurité

*PLV (dont monture à 30€) (en (€))			Niveau 1]0 à ±2D]	Niveau 2]±2 à ±4D]	Niveau 3]±4 à ±8D]	Niveaux 4 et 5]±8 à ±12D] Et >±12D]
Unifocal	Sphérique		95	105	125	225
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	105	115	135	235
		CYL >4	135	145	165	265
Progressif	Sphérique		180	190	210	290
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	210	220	240	320
		CYL >4	260	270	290	370

Source : Etude Carte Blanche ; * Niveaux en fonction de la dioptrie.

	Correspondance	Ancier plancher contrat responsable
	Verres simples	50€ (contrat individuel) et 100€ (contrats collectifs)
	Verres complexes	200€
	Verres très complexes	200€

Table 3.6 – Correspondance entre les prix limites de vente de la classe A (100% santé) et les catégories des verres des contrats responsables

sociale et les complémentaires santé. Ainsi pour connaitre la part qui revient à la complémentaire santé, et mesurer l'impact, il convient de déduire la part prise en charge par la sécurité sociale avec les nouvelles bases de remboursement.

Base de remboursement deux verres de classe A (BRSS en €)			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		19,5	22,5	28,5	58,5
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	22,5	25,5	31,5	58,5
		CYL >4	25,5	34,5	40,5	70,5
Progressif	Sphérique		45	48	54	78
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	54	57	63	87
		CYL >4	69	72	78	102
BRSS Monture A	9€					

Table 3.7 – Base de remboursement pour deux verres, et une monture de classe A du panier 100% santé

Le tableau (3.8) de reste à charge des complémentaires, et le tableau (3.9) de répartition des poids de consommation des verres potentiellement de classe A, nous permettent de déterminer le coût moyen de l'assureur après la réforme sur une population respectant cette même structure de consommation (table 3.10). Nous constatons que le reste à charge pour l'assureur du panier 100% santé de classe A a un faible impact sur son coût moyen excepté les contrats avec des garanties faibles en contrat individuel pour les **verres simples** et les **verres très complexes** pour lesquels nous avons une augmentation de 75% du coût moyen (pour les verres simples) et 32% (pour les verres très complexes). En assurance collective, l'impact du coût moyen du panier optique de classe A est beaucoup plus faible du fait d'une bonne prise en charge des verres très complexes dans les garanties existantes dont la garantie minimale commence à 300€.

Reste à charge de la complémentaire (PLV-60%BRSS)			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		77,9	86,1	102,5	184,5
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	86,1	94,3	110,7	194,5
		CYL >4	114,3	118,9	135,3	217,3
Progressif	Sphérique		147,6	155,8	172,2	237,8
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	172,2	180,4	196,8	262,4
		CYL >4	213,2	221,4	237,8	303,4

TABLE 3.8 – Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres et une monture de classe A du panier 100% santé

Poids de consommation des verres potentiellement de classe A			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		7%	2%	0%	0%
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	64%	21%	5%	1%
		CYL >4	0%	0%	0%	0%
Progressif	Sphérique		3%	1%	0%	5%
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	76%	17%	2%	90%
		CYL >4	0%	0%	0%	5%

Source : Etude Carte Blanche [4]

TABLE 3.9 – Répartition des verres potentiellement de classe A en pourcentage des nouveaux planchers de remboursement

	Panier de classe A (verres+monture A)	
	RAC Après réforme	planchers avant réforme
Simple	87,62	50€ (contrat individuel) et 100€ (contrats collectifs)
Complexe	173,41	200
Très complexe	263,22	200

Source : Nos calculs basés sur les hypothèses de répartition des poids de consommation 3.9.

TABLE 3.10 – Reste à charge moyen pour la complémentaire sur le panier de classe A

En revanche pour une population dont tout le poids de consommation se concentre sur les maxima des offres du panier de classe A (simple : 135,3, complexe : 237,8 et très complexe : 303,4), le reste à charge sera beaucoup plus important pour l'assureur s'il proposait des garanties beaucoup plus faibles avant la réforme.

2. **Impact des montures de classe B et des verres de la classe A ou B sur le reste à charge de l'assureur**

   ❖ **Impact des montures de classe B et des verres de la classe A**
   Comme précédemment avant de calculer les impacts, nous allons présenter d'abord les bases de remboursement des montures et des verres de la classes B. Il faut noter que le panier de classe B est à tarif libre avec une limite de remboursement de la monture B fixée à 100€.
   De ce fait, nous pouvons déduire un prix limite de vente pour deux (2) verres de classe A et une monture de classe B.

PLV (dont monture à 100€) (en €)			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		165	175	195	295
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	175	185	205	305
		CYL >4	205	215	235	335
Progressif	Sphérique		250	260	280	360
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	280	290	310	390
		CYL >4	330	340	360	440

Source : Nos calculs

Table 3.11 – Prix limites de vente deux (2) verres de la classe A et une (1) monture de classe B

La base de remboursement pour deux verres de classe A demeure inchangée. Par contre la base de remboursement d'une monture de classe B est de 0,05€ soit moins de 8,95€ que celle de la classe A, et une diminution de 2,79€ par rapport à celle existant avant la réforme pour les adultes (2,84€), et une diminution 30,44€ pour les enfants (30,49€ avant la réforme).

Reste à charge de la complémentaire (RAC)			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		53,32	61,52	77,92	159,92
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	61,52	69,72	86,12	169,92
		CYL >4	89,72	94,32	110,72	192,72
Progressif	Sphérique		123,02	131,22	147,62	213,22
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	147,62	155,82	172,22	237,82
		CYL >4	188,62	196,82	213,22	278,82

RAC=PLV*-60%BRSS*+40%x0,05 ; PLV* : PLV sans le coût de la monture A de 30€

Table 3.12 – Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres de classe (A) avec une prise en charge du ticket modérateur monture de classe B

Le reste à charge pour la complémentaire santé est inférieur au reste à charge d'un panier 100% santé contenant uniquement deux verres A et une monture A du fait de la non obligation pour la complémentaire santé de prendre tout le reste à charge sur la monture B. Cette dernière a obligation de prendre en charge uniquement le ticket modérateur (le reste de la base de remboursement après l'intervention de la sécurité sociale). Cette situation induit un impact beaucoup moins important pour la complémentaire santé, mais augmente le reste à charge des assurés qui devront débourser un supplément du fait de la diminution de la base de remboursement pour s'équiper en monture de classe B.

Pour une prise en charge intégrale de la monture B de 100€, nous avons les restes à charge ci-dessous (table 3.13). Le tableau 3.13 de reste à charge des complémentaires , et le tableau 3.9 de répartition des poids de consommation des verres potentiellement de classe A, nous permettent de déterminer le reste à charge moyen pour l'assureur après la réforme sur une population respectant cette même structure de consommation. Le reste à charge pour l'assureur de deux verres de classe A avec une prise en charge du forfait de 100€ d'une monture de classe B reste sensiblement inchangé pour les contrats collectifs ayant des garanties supérieures aux planchers des contrats responsables avec un forfait de 100€ pour la monture avant la réforme. Cependant avec une population

Reste à charge de la complémentaire (RAC)			Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Unifocal	Sphérique		153,27	161,47	177,87	259,87
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	161,47	169,67	186,07	269,87
		CYL >4	189,67	194,27	210,67	292,67
Progressif	Sphérique		222,97	231,17	247,57	313,17
	Sphérocylindrique	CYL 0-4	247,57	255,77	272,17	337,77
		CYL >4	288,57	296,77	313,17	378,77

RAC=PLV-60%x(BRSS*+0,05) ; PLV : PLV* avec le coût de la monture B de 100€

TABLE 3.13 – Reste à charge pour les complémentaires santé pour deux verres de classe (A) avec une prise en charge totale de la monture de classe B

	verres A + monture B à 100€	
	RAC Après réforme	planchers verres + monture à 98,3€ (100€ moins 60%xBRSS sécurité sociale) avant réforme
Simple	164,16	148,3€ (contrat individuel) et 198,3€ (contrats collectifs)
Complexe	251,64	298,3
Très complexe	338,59	298,3

Source : Nos calculs basés sur les hypothèses de répartition des poids de consommation 3.9.

TABLE 3.14 – Reste à charge moyen pour la complémentaire pour deux verres de classe A et une prise en charge totale de la monture de classe B à 100€

consommant les maxima des verres de classes A, le reste à charge devient beaucoup plus important avec un reste à charge augmentant de (42% ou 6% pour les verres simples, 5% pour les verres complexes, 27% pour les verres très complexes).

Toutes choses égales par ailleurs pour mieux déterminer l'impact du reste à charge sur le portefeuille d'une complémentaire santé donnée, il convient de définir sa matrice de poids de la consommation des actes du panier 100% santé.

❖ **Impact des montures de classe B et des verres de la classe B**

Le panier optique de classe B est à tarif libre avec un plafond de 100€ de prise en charge de la monture de classe B. Alors son impact sur le portefeuille d'une complémentaire santé dépendra fortement de la garantie existante pour les verres et montures avant la réforme et de l'ajout de l'impact de la diminution de la base de remboursement des verres et montures pour la sécurité sociale.

La nouvelle base de remboursement d'une monture de classe B est de 0,05€ et d'un verre de classe B est de 0,05€. Cette baisse importante comparée à la base de remboursement existante avant la réforme va se traduire par un impact sur le poids de consommation des assurés, toutes choses égales par ailleurs, et augmenter le reste à charge des assurés ou celui des assureurs en fonction des contrats souscrits avant la réforme.

Pour mieux comprendre l'impact de tous ces changements, considérons cinq formules d'optique avec des garanties consignées dans le tableau 3.16 avant la réforme.

Cette table (3.16) de garantie ne prend en compte que le montant remboursé par la complémentaire dans la limite du montant restant pour deux verres et une monture après la prise en charge de l'assurance maladie. Pour ce qui concerne la monture, nous distinguerons deux cas : une prise en

Base de remboursement un verre (BRSS)				Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Adulte	Unifocal	Sphérique		2,29	2,29	4,12	7,62
		Sphérocylindrique	CYL 0-4	3,66	3,66	3,66	6,86
			CYL >4	6,25	6,25	6,25	9,45
	Progressif	Sphérique		7,32	7,32	10,82	10,82
		Sphérocylindrique	CYL 0-4	10,37	10,37	10,37	24,54
			CYL >4	10,37	10,37	10,37	24,54
	BRSS Monture	2,84€					

Base de remboursement un verre (BRSS)				Niv 1	Niv 2	Niv 3	Niv 4 et 5
Enfant	Unifocal	Sphérique		12,04	26,68	26,68	44,97
		Sphérocylindrique	CYL 0-4	14,94	14,94	14,94	36,28
			CYL >4	27,9	27,9	27,9	46,5
	Progressif	Sphérique		39,18	39,18	39,18	43,3
		Sphérocylindrique	CYL 0-4	43,6	43,6	43,6	66,62
			CYL >4	43,6	43,6	43,6	66,62
	BRSS Monture	30,49€					

Table 3.15 – Ancienne Base de remboursement pour un verre, et monture avant la réforme

Deux (2) verres	garantie 1	garantie 2	garantie 3	garantie 4	garantie 5
Simple	50	100	150	200	250
Complexe	200	200	250	300	350
Très complexe	200	200	300	400	500

Table 3.16 – Table d'une garantie avant la réforme pour le calcul d'impacts y compris la prise en compte de la monture

charge du ticket modérateur et une prise en charge d'un forfait de 100€ de frais de monture y compris le remboursement de la sécurité sociale.

Lorsque nous utilisons les poids de consommation 3.9 des verres potentiellement de classe A, nous avons les synthèses suivantes.

Deux (2) verres+monture	verres A + monture A	verres A + TM monture B	verres A + monture B (100€)	verres A + monture B (50€)
Simple	87,62	64,21	164,16	114,16
Complexe	173,41	150,69	251,64	201,14
Très complexe	263,22	238,64	338,59	288,59

Table 3.17 – Reste à charge de la complémentaire santé pour un panier optique 100% santé

Les impacts sur les différentes garanties sont donnés dans le tableau 3.18.

Globalement, l'impact sur le reste à charge moyen de la complémentaire santé pour les garanties 4 et 5 sont négatifs puisque le montant de garantie permet de couvrir largement les obligations légales de l'assureur. Par contre pour les garanties 1, 2, 3 au plancher ou proche du plancher des contrats responsables avant la réforme, les impacts sont beaucoup plus importants sur le reste à charge moyen de la complémentaire qui voit son coût augmenter de plus de 69%.

	Garantie 1	Garantie 2	Garantie 3	Garantie 4	Garantie 5
deux (2) verres A + monture A					
Simple	75%	-12%	-42%	-56%	-65%
Complexe	-13%	-13%	-31%	-42%	-50%
Très complexe	32%	32%	-12%	-34%	-47%
deux (2) verres A + TM monture B					
Simple	28%	-36%	-57%	-68%	-74%
Complexe	-25%	-25%	-40%	-50%	-57%
Très complexe	19%	19%	-20%	-40%	-52%
deux (2) verres A + un forfait monture B (100€)					
Simple	228%	64%	9%	-18%	-34%
Complexe	26%	26%	1%	-16%	-28%
Très complexe	69%	69%	13%	-15%	-32%
deux (2) verres A + un forfait monture B (50€)					
Simple	128%	14%	-24%	-43%	-54%
Complexe	1%	1%	-20%	-33%	-43%
Très complexe	44%	44%	-4%	-28%	-42%

TABLE 3.18 – Impact sur le reste à charge de la complémentaire deux (2) verres A + monture A ou B

	Avant la réforme		Reforme 100% santé		Impact baisse BR
	Ancienne BR	RSS (60%BR)	Nouvelle BR	RSS (60%BR)	
Simple	9,95	5,97	0,15	0,09	5,88
Complexe	40,23	24,14	0,15	0,09	24,05
Très complexe	50,55	30,33	0,15	0,09	30,24

TABLE 3.19 – Impact sur le reste à charge de la complémentaire deux (2) verres + monture de classe B

Concernant les verres et monture de la classe B, l'impact se situe au niveau de la diminution de la base de remboursement qui vient ainsi augmenter le reste à charge de l'assuré donc potentiellement celui de l'assureur pour une même garantie. Pour mieux le comprendre considérons la garantie 5, et l'achat de deux verres et d'une monture simple hypothétique dont le coût total revient à 150€. Avant la réforme, le reste à charge de l'assureur était de 144,03€ soit 150€ diminué de 60% de la base de remboursement (9,95€). Avec la réforme, le reste à charge devient 149,91€(soit 150 diminué de 60% de 0,15€). Le reste à charge de l'assureur est toujours dans la limite du forfait proposé (250 diminué de 60% de 0,05€), mais il s'ajoute un manque à gagner pour l'assureur qui impacte directement son compte de résultat puisqu'il devra désormais débourser un surplus pour couvrir le supplément de reste à charge.

Cette situation impacte directement le reste à charge moyen de l'assureur avec une augmentation de 5,88€ pour les verres simples, 24,05€ pour les verres complexes et 30,24€ pour les verres très complexes.

En revanche la baisse du plafond des montures de 150€ à 100€ des contrats responsables vient équilibrer la balance pour les contrats ayant de forte garantie avec un forfait monture supérieur à 130€ avant la réforme.

Par contre pour tous les autres, au regard de toute cette analyse, il va s'en suivre un impact qui dépendra fortement de la répartition des poids des actes potentiellement de classe A, et du complément de la base de remboursement que devra débourser la complémentaire.

3.2.1.2 Prothèses auditives

Les prothèses auditives bénéficient d'une prise en charge par la sécurité sociale. Cependant, les modalités de remboursement étant plafonnées, le coût d'un appareil auditif s'avère élevé pour le patient avant la prise en charge éventuelle d'une complémentaire santé. En effet les prix librement fixés par les audioprothésistes dépassent très souvent les seuils de remboursement de la sécurité sociale.

Le cabinet conseil Alcimed a mené une étude pour évaluer le coût moyen d'un appareillage auditif. Selon les résultats remis à la sécurité sociale en 2011, le prix à payer pour s'équiper en prothèses auditives atteindrait 1 600€ en moyenne. Ce prix inclut l'appareil ainsi que les prestations de suivi et d'adaptation de la prothèse assurées par l'audioprothésiste (10 à 12 heures sur une période de 5 ans, durée de vie moyenne d'un appareil auditif).

Gamme	CMU-C	Entrée de gamme	Moyenne gamme	Haut de gamme
Part des ventes	2-3%	env. 15 %	env. 50%	env. 30%
Prix public par oreille	**700€**	600 à 1 100€ Moyenne : **1 000€**	1 100 à 1 700€ Moyenne : **1 500€**	1 600 à 2 200€ Moyenne : **1 950€**

Source : Analyse économique du secteur des appareillages optiques et auditifs, Alcimed pour la sécurité sociale, mars 2011 (données tarifaires actualisées en 2014)

Table 3.20 – Répartition des ventes de prothèses auditives et prix publics par gamme d'appareil

Le 100% santé en audioprothèse prend effet en 2021, mais les bases de remboursement de la sécurité sociale s'ajuste directement à celle en vigueur pour chacune des dates. Ainsi, la revalorisation de la base de remboursement vient augmenter le reste à charge de l'assureur en impactant le ticket modérateur dont l'assureur a obligation de rembourser à minima. Ainsi, le reste à charge obligatoire de la complémentaire augmente de 40,12€ en 2019 (soit 50% de plus), de 60,12€ (soit 75% de plus) en 2020, et de 630,12€ (soit de 789% de plus) en 2021 par rapport à 2018 pour les adultes. Concernant les enfants, les évolutions sont restées les mêmes par rapport à 2018. De ce fait, les contrats ne seront pas impactés de façon uniformes puisque cette même revalorisation diminue le reste à charge de l'assuré donc potentiellement celui de l'assureur sur les contrats avec de très forte garantie dont le plafond est fixé à 1700€ à partir de 2021.

L'impact de cette évolution, augmentera plus le coût moyen de la complémentaire avec de faibles garanties puisqu'elle devra couvrir désormais le complément de reste à charge obligatoire à partir de 2021 en plus de couvrir le ticket modérateur. Ceci poussera les complémentaires à proposer des contrats avec une garantie plancher tabulée sur les prix limites de vente. Ce changement augmentera le coût moyen du modèle de la complémentaire qui impactera directement le prix commercial proposé par la complémentaire surtout pour les garanties dont le montant de garantie avant la réforme était largement inférieur au prix limite de vente des prothèses auditives de classe I.
Pour les autres, l'impact sera beaucoup moins important. Pour mieux illustrer cette analyse, considérons quatre garanties avant la réforme : une proposant une prise en charge de 650€, une deuxième proposant 1 000€, une troisième proposant 1 500€ et une dernière proposant 2 000€, tous y comprennent le remboursement du ticket modérateur.

		2018	2019	2020	2021
Adulte	BRSS	199,71	300	350	400
	Part obligatoire RC (TM)	79,88	120	140	160
	PLV classe I		1300	1100	950
	Reste à charge Classe I		1000	750	550
	Part obligatoire RC	79,88	120,00	140,00	710,00
	Augmentation par rapport 2018 (€)		40,12	60,12	630,12
	Augmentation par rapport 2018 (%)		50%	75%	789%
	Plafond garantie				1700

		2018	2019	2020	2021
Enfant	BRSS	1400	1400	1400	1400
	Part obligatoire RC (TM)	560	560	560	560
	PLV classe I		1400	1400	1400
	Reste à charge Classe I		0	0	0
	Part obligatoire RC	560,00	560,00	560,00	560,00
	Augmentation par rapport 2018 (€)		-	-	-
	Augmentation par rapport 2018 (%)		0%	0%	0%
	Plafond garantie				1700

Source : Nos calculs basés sur les prix limites de vente et les bases de remboursement du **Journal officiel du 28 Novembre 2018**.

TABLE 3.21 – Base de remboursement, prix limite de vente (PLV) des prothèses auditives de classe I de 2018 à 2021

		2018	2019	2020	2021	Evolution 2021/2018
	Prix d'achat	1 300	1 300	1 100	950	-27%
	RAC assuré	1 180,174	1 120	890	710	-40%
RAC complémentaire	Garantie 1 : 650	650	650	650	710	9%
	Garantie 2 : 1 000	1 000	1 000	890	710	-29%
	Garantie 3 : 1 500	1 180,174	1 120	890	710	-40%
	Garantie 4 : 2 000	1 180,174	1 120	890	710	-40%

Source : Nos calculs.

TABLE 3.22 – Calculs d'impacts des prothèses auditives de classe I sur le reste à charge moyen de la complémentaire santé de en 2021

L'impact du panier de 100% santé de classe I des audioprothèses sur le reste à charge moyen pour la complémentaire sur les garanties 2, 3 et 4 est négatif du fait de la baisse du prix limite de vente et de la valorisation de la base de remboursement des prothèses appartenant à la classe I. En revanche l'impact est non négligeable sur les garanties inférieures au prix limite de vente des prothèses de classe I en 2021 vendues à 950€. Malgré la revalorisation des bases de remboursement, les complémentaires doivent augmenter leurs coûts moyens pour faire face à leurs obligations de fournir ces prothèses sans reste à charge aux assurés. Ainsi, pour la garantie 1 dont le montant de remboursement était de 650€, la complémentaire devra débourser un surplus de 60€ pour faire

face à ses engagements. Dans ce cas d'espèce le coût moyen augmente de 9% par rapport au tarif de 2018 pour le poste audioprothèse.

L'analyse précédente s'est portée sur l'étude d'impact des prothèses de classe I sur le reste à charge moyen de la complémentaire santé sans toutefois faire mention de l'impact de la consommation des prothèses auditives de classe II sur l'évolution du coût moyen de la complémentaire. Les lignes qui suivent analysent un temps soit peu l'impact de la consommation des prothèses auditives de classe II.
Les prothèses auditives de classe II sont à tarifs libres. De plus, la base de remboursement est la même que celle des prothèses de classe I, avec un plafond de remboursement limité à 1 700€ par oreille tous les quatre (4) ans pour les contrats responsables. L'impact sera négatif pour le reste à charge de l'assuré avec une diminution de **120,17€** de son reste à charge moyen en 2021 par rapport à 2018 due à la revalorisation de la base de remboursement des prothèses auditives. Ceci peut potentiellement réduire le reste à charge de l'assureur, mais l'impact ne peut se déduire immédiatement sauf pour les contrats au plafond du contrat responsable avant la réforme dont la prise en charge de l'assureur diminue de 120,17€.

Au regard de toute cette analyse sur les cas spécifiques des prothèses auditives de classe I et de classe II, nous pouvons tirer des conclusions sur les évolutions du coût moyen de la complémentaire. En 2021, le prix limite de vente des prothèses auditives de classe I sera de 950€ alors tous les contrats proposeront des garanties supérieures ou égales au moins à cette somme pour respecter leurs exigences de reste à charge zéro pour l'assuré consommant les prothèses de classe I. Si les assurés décident de s'équiper en prothèse de classe I alors l'assureur fera un gain sur son coût moyen dans la limite de la différence entre la garantie proposée et de 950€ correspondant au prix limite de vente des prothèses de classe I. Par contre, si ces derniers décident de s'équiper en prothèse auditive de classe II, l'assureur pourra potentiellement faire un gain entre le reste à charge des assurés et la garantie de l'assureur due à la revalorisation de la base de remboursement qui diminue le reste à charge de l'assuré de 120,17€.
Dans cette analyse, l'étude d'impact a utilisé des garanties libellées en euro (€), cependant du fait de la revalorisation de la base de remboursement, le reste à charge moyen de la complémentaire augmentera de façon systématique dès que les garanties sont libellées en pourcentage de la base de remboursement de la sécurité sociale (%BRSS).

3.2.1.3 Prothèses dentaires

Le texte prévoyant la mise en œuvre d'un panier 100% santé en dentaire a été signé depuis le Jeudi 21 Juin 2018 par la quasi-totalité des parties prenantes. Il vise en priorité à réorienter l'activité des chirurgiens-dentistes vers davantage de prévention et de soins courants dits conservateurs. Il prévoit notamment la revalorisation de la base de remboursement des soins conservateurs (soins dentaires, acte de chirurgie, prothèse fixe metallique, prophylaxie bucco-dentaire, endodotie) et la mise en place de trois paniers de soins :

- Un panier 100% santé (sans reste à charge pour l'assuré), intégralement pris en charge par le régime obligatoire et la complémentaire santé, concernant à la fois les prothèses fixes et les prothèses mobiles avec des matériaux dont la qualité esthétique est adaptée à la position de la dent (distinction **dents visibles** et **dents non visibles**), avec des plafonds tarifaires (dégressifs jusqu'en 2023) ;
- Un panier aux honoraires maîtrisés avec des honoraires limites de facturation plafonnés (dégressifs jusqu'en 2023) ;

❖ Un panier à honoraires libres concernant les techniques et les matériaux les plus sophistiqués.

Cette distinction faite sur la qualité du matériau des couronnes et de la position de la dent servira à distinguer les actes qui bénéficieront soit du panier 100% santé, soit du panier à honoraires maîtrisés, soit du panier à honoraires libres. Ainsi, certains actes ont été supprimés pour faire place à une nouvelle nomenclature répondant mieux aux nouvelles spécificités.

Le panier 100% santé pour les prothèses dentaires rentrera en vigueur en Janvier 2020 pour certains soins prothétiques dentaires (couronnes et bridges) même si la révalorisation de la base de remboursement des soins conservateurs et le plafonnement des paniers 100% santé et à honoraires maitrisés sont connus, et évoluent de manière progressive jusqu'en 2023.
Avant de mesurer l'impact du panier 100% santé sans reste à charge pour l'assuré, présentons les actes pour lesquels il y a eu soit une évolution de la base de remboursement, soit une diminution de la base de remboursement. En premier lieu, nous présentons l'évolution des bases de remboursement des prothèses dentaires fixes. La pose d'une infrastructure coronoradiculaire avec ou sans clavette sur une dent (Inlay core) dont la base de remboursement avant la réforme était de 122,55€ sans clavette et de 144,05€ avec clavette voit sa base de remboursement diminuée à 90€. La pose d'une couronne dentaire transitoire est désormais prise en charge avec une base de remboursement de 10€. Quant à la pose d'une couronne dentaire dentoportée métallique, céramométallique, en équivalents minéraux ou céramocéramique la base de remboursement passe de 107,5€ à 120€. Concernant la pose d'une prothèse plurale (bridge) comportant 2 piliers d'ancrage la base de remboursement reste inchangée soit 279,5€. En second lieu, nous avons remarqué une base de remboursement inchangée pour les prothèses amovibles, mais une nouvelle nomenclature fut adoptée.
En ce qui concerne les soins dentaires, trois nouveaux actes sont pris en charge. A savoir le bilan parodontal, le parage de plaie de la pulpe d'une dent avec coiffage et l'assainissement parodontal par lambeau sur un sextant. Leurs bases de remboursement sont respectivements de 50€, 60€ et de 80€. A cela, il faut rajouter la revalorisation de la base de remboursement de certains actes tels que les actes de prévention, la restauration des dents, l'exerese et l'avulsion.

Tous ces changements impactent le ticket modérateur de la complémentaire santé donc influent sur le reste à charge moyen de la complémentaire en fonction des garanties souscrites par les assurés.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, une distinction est faite entre les **dents visibles** (incives, canines et la première prémolaire) et les **dents invisibles** (la deuxième prémolaire et les molaires)[c.f. C.8].

En 2020, le panier 100% santé concerne principalement les prothèses dentaires fixes. Elles sont prises en charge suivant le matériau et la position de la dent (https ://www.rac0dentaire.com/). Ainsi, la pose de couronnes dentaires est sans reste à charge pour l'assuré lorsqu'il s'agit de la pose de couronnes céramo-métalliques sur les dents visibles, la pose de couronnes en zircone sur les deuxièmes prémolaires (dents 15, 25, 35 et 45), et la pose de couronnes métalliques sur les molaires (dents 16-18, 26-28, 36-38, 46-48). Concernant la pose de couronnes céramo-céramique, le tarif est libre peu importe la localisation de la dent. Par contre, la pose de certaines couronnes céramo-métalliques sur les deuxièmes prémolaires, et les molaires peuvent être à tarifs modérés.
Du côté des bridges dentaires pour le remplacement de dents absentes, la pose de bridge céramo-métallique sur les incives, les canines et les premières prémolaires ; la pose de bridges métalliques sur les deuxièmes prémolaires et sur les molaires sont sans reste à charge pour l'assuré. Ces actes seront entièrement financés par le régime obligatoire et la complémentaire santé. Contrairement à la pose de bridges céramo-céramique sur les incives, les canines et les premières prémolaires ; et la

pose de bridges céramo-métallique sur les deuxièmes prémolaires, et les molaires qui sont à tarifs libres ou modérés. Ces actes sont remboursés partiellement ou en totalité par l'assurance maladie et la complémentaire santé en fonction des garanties souscrites.
L'impact sur le coût moyen aura le même effet que sur le coût moyen pour les prothèses auditives. En effet, la revalorisation de la base de remboursement des couronnes, passée de 107,5€ à 120€ va augmenter le reste à charge pour la complémentaire santé qui a obligation de respecter le plancher de 125% pour les contrats responsables. Cette augmentation impactera le choix de tout type de couronnes. De plus à partir du 01 Janvier 2020, elle devra rembourser le reste à charge des couronnes respectant les spécificités du panier 100% santé. Ainsi, toutes les complémentaires santé devront proposer des contrats permettant de prendre en charge à minima les restes à charge du panier 100% santé dont les restes à charge varient de 416€ à 1439,35€. Ceci impactera de façon non uniforme les complémentaires santé en fonction de la population assurée, et des garanties existantes avant la réforme.

3.2.2 Impact de la fréquence de consommation

Après avoir présenté l'évolution du coût moyen dans la section précédente, il importe de faire une analyse sur l'évolution de la fréquence de consommation des actes par les assurés. En effet, la réforme 100% santé fut mise en place dans le but d'encourager les Français à se soigner correctement, et surtout à réduire le renoncement aux soins pour des raisons financières. Au regard du système d'assurance santé mis en place, l'assurance santé pour collectifs sera moins impactée du fait de l'existence de complémentaire proposant initialement des offres équivalentes ou supérieures au panier 100% santé. L'impact sur la fréquence de consommation est due en partie par le reste à charge nul sur les actes du panier 100% santé qui ne représenteront plus une dépense pour l'assuré. Ainsi, l'assuré qui autrefois faisait un arbitrage entre débourser de l'argent pour se soigner maintenant et ne rien faire, fera un autre arbitrage entre consommer le panier 100% santé ou débourser de l'argent pour une offre supérieure.

Pour la prise en compte de l'impact de la fréquence, nous avons utilisé notre modèle de fréquence. En effet, dans le modèle de fréquence que nous avons estimé dans le chapitre 2 (2.3) , il a été inclus la garantie comme variable explicative. Cette variable permet de capter la fréquence de consommation due au choix d'une garantie. Ainsi, nous pouvons identifier quatre profils de consommation en fonction des garanties à modéliser. Une garantie dite **PROTECTION** dont la fréquence de consommation est relativement faible du fait d'une prise en charge partielle des frais de santé des assurés, une garantie **PRECISION** dont la fréquence de consommation est relativement moyenne, une garantie **PRECAUTION** dont la fréquence de consommation est importante et une garantie **PERFECTION** dont la fréquence de consommation est la plus importante du fait de la forte prise en charge des frais de santé.

Ainsi, pour une nouvelle garantie à tarifer, nous déterminons la garantie la plus idoine, parmi les quatre (4) pré-citées, à utiliser comme variable de fréquence ; puis pour la prise en compte de l'effet de la fréquence suite à la réforme du reste à charge zéro, nous faisons l'hypothèse d'une consommation suivant la garantie immédiatement supérieure. Cette approche a l'avantage d'impacter le changement du profil de consommation suivant les caractéristiques propres de la population assurée.

CHAPITRE 4

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DU RÉSULTAT GLOBAL

Dans le chapitre précédent, nous avons détaillé la méthode de calculs des impacts du reste à charge sur un portefeuille donné en fonction des différentes garanties existantes avant la réforme. Dans celui-ci, nous explicitons la méthode de calcul de la prime pure, et la prise en compte du 100% santé dans la détermination du nouveau coût moyen de la complémentaire santé. Nous explicitons également les hypothèses sous-jacentes. Tout ceci sera bien-sûr commenté, et analysé dans le but de jauger de la pertinence des hypothèses basées sur notre expérience en complémentaire santé pour collectif.

4.1 Calcul de la prime pure

En ce qui concerne la prime pure, nous la déterminons à partir d'une approche fréquence-coût par acte en déterminant pour une formule (ou garantie) et les caractéristiques des assurés données, les fréquences de consommation associées et les coûts équivalents. Pour le modèle de fréquence, nous dénombrons 37 actes (Table A.1) repartis selon les grands postes de dépenses en santé (optique, dentaire, médecine de ville, hospitalisation, pharmacie). Pour chacun de ces actes, il a été construit un modèle de fréquence qui tient compte de l'âge des assurés, de la région d'habitation, des garanties souscrites par les assurés dont les démarches furent exposées dans le chapitre 2. A ce modèle de fréquence, il est ajouté le coût équivalent en tenant compte des garanties souscrites, des exigences du contrat responsable et des obligations minimales des assureurs vis-à-vis du reste à charge zéro.

La formule de calcul de la prime pure pour un assuré donné peut être résumée comme suit :

$$P = \sum_{i=1}^{37} Freq_{ACTES_i} \times Cout_{ACTES_i}$$

Avec $Freq_{ACTES_i}$ dépendant des caractéristiques propres de l'assuré et du choix de son profil de consommation parmi ceux-ci (PROTECTION, PRECISION, PRECAUTION ou PERFECTION), et $Cout_{ACTES_i}$ dépendant fortement du niveau de garantie choisi par l'assuré et des obligations de couverture du reste à charge zéro. Pour la prise en compte des obligations réglementaires dues au 100% santé, nous avons conçu un fichier excel prenant en compte ces obligations en fonction des garanties saisies, et déterminant les coûts moyens associés pour chaque acte.

Ces approches présentées, permettent de déterminer un tarif personnalisé ou individualisé. Ces tarifs peuvent être utilisés pour déterminer un tarif collectif en prenant soit la moyenne par catégorie d'âge, soit la moyenne de l'ensemble, soit un transfert d'une partie des charges d'une classe vers une autre en fonction de l'offre de la complémentaire santé et des exigences de l'entreprise souscriptrice.

Formules	Plancher	Moyenne	Intermediaire	Plafond
Profil de Consommation	PRECISION	PRECISION	PRECAUTION	PERFECTION
Effectif	332	332	332	332
Age Moyen	73	73	73	73
Tarif Min (Enf. 17 ans)	150,8	226,4	373,6	641,1
1er Quartile	364,6	508,80	875,4	1468
Tarif Median	364,7	540,20	949,10	1 596,00
Tarif Moyen	384,1	555,20	963,7	1 603,5
3er Quartile	412,7	602	1039,4	1 720,7
Tarif Max	490,5	701,6	1 219,8	1 949,1
Tarif Global*	127 519,7	184 325,1	319 946,7	532 367,9

* : le cumul des tarifs individuels modélisés

TABLE 4.1 – Exemple de prime pure annuelle modélisée pour 2020 avec la prise en charge du reste à charge zéro pour quatre garanties à **fréquence inchangée** sur une population d'actifs et de retraités dont l'âge varie de 53 à 94 ans, avec trois enfants

4.2 Comparaison du modèle avec les modèles existants

Après avoir créé notre modèle de prime pure, il importe de le confronter avec le modèle de prime pure existant au sein de l'entreprise pour jauger de sa qualité. Pour cela, les deux modèles ont été comparés sur un portefeuille avant et après la réforme pour apprécier notre modèle dans les deux cas spécifiques. En effet, avec notre modèle, la prise en compte du reste à charge zéro revient à actualiser la base de coût prise en compte dans la formule de tarification pour un impact coût à fréquence de consommation inchangée. Pour la prise en compte de l'impact de la fréquence, cela revient à changer le profil de consommation (PROTECTION, PRECISION, PRECAUTION ou PERFECTION) dans le modèle de fréquence pour les actes impactés. Par exemple, considérons une population avec une garantie au plancher du contrat responsable qui consommait moyennement avant la réforme. Pour cette population la formule est le plancher avec un profil de consommation **PRECISION**. Suite à la mise en place du panier 100% santé, nous pouvons supposer que cette population va changer son profil de consommation pour les actes concernés du panier 100% santé tels que les verres, la monture, les prothèses dentaires, l'audio-prothèse, l'onlays-inlays ; et va consommer comme une population de type **PRECAUTION**. Ce changement permet d'impacter la fréquence de consommation due à la mise en place du reste à charge zéro.

Formules	Plancher	Moyenne	Intermediaire	Plafond
Profil de Consommation	PRECISION	PRECISION	PRECAUTION	PERFECTION
Hypo. Freq.	PRECAUTION	PRECAUTION	PERFECTION	PERFECTION
Effectif	332	332	332	332
Age Moyen	73	73	73	73
Tarif Min (Enf. 17 ans)	166,8	248,6	385,7	641,1
1er Quartile	420,90	575,60	996	1 468
Tarif Median	421,7	607,90	1 073,90	1 596,00
Tarif Moyen	442,1	624,50	1 085,6	1 603,5
3er Quartile	474,2	675,8	1 163,9	1 720,7
Tarif Max	548,7	774,6	1 340,7	1 949,1
Tarif Global	146 777	207 341,4	360 415	532 367,9

TABLE 4.2 – Exemple de prise en compte de l'impact fréquence sur la prime pure 4.1

Pour la comparaison de nos modèles avec ceux de l'entreprise référons-nous aux tableaux ci-dessous.

4.2.0.1 Comparaison de la prime pure Aprecialis & notre modèle sur un portefeuille donné avant la réforme

Les caractéristiques de ce portefeuille en 2018 sont les suivantes :

- une population constituée de 332 personnes dont 3 enfants, 52 adultes actifs et 277 retraités ;
- un âge moyen de 72 ans dont l'âge varie de 16 à 93 ans ;
- une prestation totale de **358 471€** et une cotisation nette de chargement et de taxes de **325 255€**.
- une population repartie en France Métropolitaine, mais principalement en Auvergne-Rhône-Alpes, en Bourgogne-Franche-Comté et en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Formules	Garantie	Garantie
Profil de Consommation	PRECAUTION	PERFECTION
Effectif	332	332
Age Moyen	72	72
Tarif Min (Enf. 16 ans)	350,10	429,20
1er Quartile	752,50	958,70
Tarif Median	777,00	982,60
Tarif Moyen	810,60	1 011,6
3er Quartile	876,20	1 094,4
Tarif Max	1 129,60	1 294,7
Tarif Global	269 111,50	335 855,9

TABLE 4.3 – Synthèse de la prime pure modélisée par notre modèle sur ce portefeuille en 2018

Une analyse des primes pures modélisées et des comptes de résultat de ce portefeuille, nous permet principalement de jauger la qualité de notre modèle et celui d'Aprecialis sur une population âgée à forte fréquence de consommation. En effet bien que notre modèle permet de couvrir les cotisations nettes de ce portefeuille, il ne permet pas de couvrir directement les prestations. Pour tenir compte

	Garantie	Effectif
Adulte	906,74	52
Enfant	306,36	3
Retraités Adulte	1 360,11	277
Tarif Global	424 821,52	

Table 4.4 – Synthèse de la prime pure modélisée par le modèle de Aprecialis en 2018

de cet aspect, nous devons définir un coefficient de calage qui n'est rien d'autre qu'une fonction multiple du loss ratio modélisé (prestation totale connue la plus récente divisée par les cotisations nettes modélisées pour la même année). Cette fonction dont l'objectif principal est d'aboutir à un équilibre actuariel est laissée à l'appréciation de l'actuaire. Dans le cadre général, il est identique au loss ratio.

Concernant, les deux modèles, la différence réelle est observée pour les âges les plus élevés et les enfants. En effet, notre modèle se base sur les caractéristiques individuelles pour déterminer un tarif global alors que le modèle d'Aprecialis se base sur un individu moyen pour déterminer les tarifs globaux. Ainsi, sur les adultes actifs nos tarifs modélisés ne diffèrent pas grandement du fait que le modèle de prime pure Aprecialis s'est construit sur les caractéristiques des adultes actifs avec un chargement beaucoup plus prononcé pour les retraités.

4.2.0.2 Comparaison de la prime pure Aprecialis & notre modèle sur un portefeuille donné avec la réforme

Avec la réforme, lorsque nous considérons cette même population dont l'âge augmente de 02 ans en 2020, les tarifs obtenus sont les suivants.

Formules	Garantie	Garantie
Profil de Consommation	PERFECTION	PERFECTION
Effectif	332	332
Prise en compte de l'augmentation de l'âge	Non	Oui
Age Moyen	72	74
Tarif Min (Enf.)	417,9	374,2
1er Quartile	984	984
Tarif Median	1018,6	1018,6
Tarif Moyen	1037,8	1046,5
3er Quartile	1114,8	1116,7
Tarif Max	1304,2	1304,2
Tarif Global	344 564,10	347443,6
Tarif Global avec calage (107%)	367 765,57	370 838,97
Évolution des coûts (3%)	380 316,92	383 495,20

Table 4.5 – Synthèse de la prime pure modélisée par notre modèle sur ce portefeuille en 2020

La prise en compte du reste à charge zéro augmente le tarif moyen d'environ 2,59% sans la prise en compte de l'augmentation de l'âge et de 3,45% avec la prise en compte de l'augmentation de l'âge comparativement au tarif de 2018. Néanmoins la prise en compte de l'âge permet de baisser le tarif individuel des enfants ou des adultes âgés de 18 à 25 ans dont la fréquence de consommation

des certains actes baissent comparativement aux autres classes d'âge au cours de leur durée de vie. Ceci explique la baisse du tarif en 2020 de l'enfant âgé initialement de 16 ans en 2018.
Pour les personnes beaucoup plus âgées les différences observées sont dues essentiellement à la prise en compte de l'augmentation de l'âge qui impacte ou non dans le modèle de fréquence leur classe d'appartenance. Une alternative pour corriger tout ceci est de définir des coefficients de lissage à partir des tarifs obtenus par âge en fonction du portefeuille considéré.

	Garantie	Effectif
Adulte	968,24	52
Enfant	314,43	3
Retraités Adulte	1 452,36	277
Tarif Global	453 596,51	
Impact RAC 0	7,04%	
Rajout de l'Impact RAC 0	485 526,91	
Application coefficient calage (84%)	409 695,15	

Table 4.6 – Synthèse de la prime pure modélisée par le modèle de Aprecialis en 2020

La comparaison de notre approche avec celle de aprecialis nous permet de noter un écart de 26 343,86€ sur le montant global de prime pure pour ce portefeuille. Cet écart s'explique par l'augmentation de l'âge qui est beaucoup plus impactant dans le modèle de Aprecialis et de la prise en compte de l'évolution des frais de santé selon l'évolution du PMSS (3% d'augmentation par rapport 2018) et d'un coefficient de sécurité de 2%. Tous ces facteurs ainsi combinés impactent fortement le coût final. Quant à notre approche les coûts utilisés sont beaucoup plus récents, et les prix limites de vente, les nouvelles bases de remboursement par année servent aux calculs des coûts moyens pour une garantie donnée.

Comme nous avons pu le constater, la comparaison de notre modèle avec celui de Aprecialis est satisfaisante dans l'ensemble. Il est beaucoup plus performant sur la modélisation de prime pure des adultes actifs et des enfants. Son avantage principal réside dans la possibilité d'obtenir un tarif individuel ou spécifique à une catégorie quelque soit l'âge, et les caractéristiques des assurés.

4.3 Synthèses de quelques impacts du RAC 0

Suite à la confrontation de notre modèle avec celui de notre entreprise, il nous a semblé important de mesurer et présenter l'impact du reste à charge sur quatre garanties allant du plancher au plafond du contrat responsable avant la mise en œuvre du reste à charge zéro. Pour cet exemple, nous faisons évoluer le pourcentage d'assurés changeant de profil de consommation (Hyp. Freq.*). En d'autres mots, nous supposons qu'une partie de la population d'assurés ayant souscrit une garantie donnée avant la réforme augmentera sa fréquence de consommation pour certains actes du panier 100% santé. Ceci impacte directement la fréquence de consommation qui sera prise en compte dans le modèle de prime pure. Ces hypothèses, nous permettent d'appréhender l'impact du reste à charge zéro sur un portefeuille d'assuré, et permettent également de comprendre les inquiétudes des acteurs de la complémentaire santé. Comme nous pouvons le voir dans le tableau 4.7, les impacts ne sont pas du tout uniformes, et dépendent fortement des caractéristiques de la population assurée et des garanties souscrites avant la réforme. Ainsi, pour les garanties au plancher du contrat responsable, l'impact varie entre 9,88% et 26,48% en 2020. En effet, comme

nous l'avons détaillé dans le chapitre précédent, les garanties existantes pour ces offres avant la réforme ne permettent pas de supporter le reste à charge moyen que devra couvrir désormais la complémentaire. Pour les garanties moyennes, les impacts sont importants du fait de l'accroissement de la base de remboursement qui vient augmenter le ticket modérateur ou augmenter les remboursements libellés en pourcentage de la base de remboursement (%BR), pris en charge par la complémentaire en plus de l'obligation de couvrir le reste à charge pour le panier 100% santé. Ces garanties quant à elles augmenteront de 4,84% à 17,94% voire plus en fonction de la population assurée. Concernant les garanties intermédiaires ayant une bonne couverture, beaucoup plus proche des plafonds du contrat responsable, les impacts sont moindres, et sont dus essentiellement à l'augmentation de la base de remboursement des prothèses auditives et des prothèses dentaires. Quant aux garanties au plafond, la baisse est due essentiellement à la baisse du plafond de la monture qui vient diminuer le reste à charge moyen de la complémentaire santé pour les verres et montures, et des prix limites de vente imposés.

Formules	Plancher	Moyenne	Intermediaire	Plafond
Profil de Consommation	PRECISION	PRECISION	PRECAUTION	PERFECTION
Hypo. Freq.*	PRECAUTION	PRECAUTION	PERFECTION	PERFECTION
0%	9,88%	4,84%	1,26%	-0,07%
1%	10,05%	4,97%	1,39%	-0,07%
2%	10,21%	5,11%	1,52%	-0,07%
5%	10,71%	5,50%	1,90%	-0,07%
10%	11,54%	6,15%	2,54%	-0,07%
20%	13,20%	7,46%	3,83%	-0,07%
30%	14,86%	8,77%	5,11%	-0,07%
40%	16,52%	10,08%	6,39%	-0,07%
50%	18,18%	11,39%	7,67%	-0,07%
60%	19,84%	12,70%	8,95%	-0,07%
100%	26,48%	17,94%	14,07%	-0,07%

* :% de la population changeant de profil de consommation

Table 4.7 – Synthèse des impacts du reste à charge zéro en 2020 sur quatre garanties à partir de notre modèle

4.3.1 Limites de notre modélisation

Dans cette modélisation qui se voulait simpliste, il a été adopté une approche fréquence-coût dans laquelle le modèle de fréquence fut modélisé par une approche par acte. Cette modélisation s'est faite, en formant des bases distinctes pour chaque acte au regard du profil de consommation qui montrait une disparité importante du niveau de fréquence de consommation. Une autre approche, plus intéressante et beaucoup plus complexe, serait de modéliser la fréquence de consommation en tenant compte des dépendances (c.f la théorie sur les copules) pouvant exister entre certains actes tels que : la prescription d'ordonnance (acte de pharmacie) suite à une visite chez un médecin généraliste ou même les frais de séjour suite à une hospitalisation, etc.

Par ailleurs, dans cette modélisation, l'approche adoptée pour la prise en compte de l'impact de la fréquence a été expliquée. Cependant, compte tenu des spécificités d'un portefeuille donné et de l'utilisation du modèle de prime pure pour la détermination de nouveaux tarifs sur des portefeuilles

pouvant avoir des caractéristiques propres, il n'a pas été indiqué explicitement le poids à prendre en compte dans l'hypothèse de changement de profil de consommation. En effet, ce poids est impacté par plusieurs facteurs (âge, sexe, état de santé, la situation matrimoniale, le nombre d'enfants à charge,... c.f [10]) dépendant fortement des caractéristiques du portefeuille considéré. L'idéal serait de calculer ou de déterminer ce poids en fonction des données disponibles sur le renoncement aux soins pour des raisons financières. Ne disposant pas de ces données brutes non agrégées, il nous fut difficile de proposer les poids adéquats en fonction de la population assurée. Néanmoins une alternative existe. Pour cela, il faudrait prendre les statistiques de renoncements aux soins établies par ESPS ([5]). Ces statistiques donnent les proportions de renoncements aux soins en fonction des tranches d'âges, de la catégorie socio-professionnelle, du sexe, de la composition du ménage, etc. L'inconvénient avec cette approche, c'est que les poids calculés sont un reflet de la population totale et non de la population assurée. Cela peut entraîner une sous-estimation voire une sur-estimation du poids de renoncements aux soins pour raisons financières à prendre en compte pour l'impact de la fréquence de consommation sur un portefeuille spécifique.

En outre, le modèle fréquence-coût adopté pour déterminer les primes pures se base sur des données ligne à ligne des assurés à partir de leur âge, leur garantie, leur lieu d'habitation, leur lien familial avec l'adhérent principal, leur statut (retraité ou actif). Il a été construit et calibré sur ces différentes caractéristiques. Dans la pratique, il peut exister des situations dans lesquelles, l'on reçoit des données agrégées pour une catégorie d'assurés (le nombre d'assurés, les répartitions en fonction des caractéristiques, l'âge moyen actuariel,...). Dans une telle situation, le modèle construit n'est pas adapté puisqu'il exige une information ligne à ligne pour déterminer les montants de prime associés à chaque assuré qui seront soit mutualisés ou non, plus tard, pour déterminer la cotisation finale pour ces adhérents. L'on pourrait être tenté d'utiliser un individu moyen pour déterminer le tarif de référence moyennant quelques ajustements, mais cette situation pourrait présenter un biais de sous ou sur estimation des cotisations pouvant entraîner un problème d'équilibre actuariel pour les nouveaux contrats.

CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons retenir de ce rapport, ayant pour objet la refonte de l'outil complémentaire santé d'Aprecialis en intégrant les impacts du reste à charge zéro, trois (3) principaux points.
Premièrement, nous avons modélisé la prime pure suivant une approche fréquence-coût en estimant des modèles de fréquence par acte. Ces modèles ont été construits à partir d'une base de données sur un portefeuille de complémentaire santé à adhésion facultative proposant principalement quatre (4) garanties allant du plancher au plafond du contrat responsable et quatre (4) options couvrant le ticket modérateur pour les actes de pharmacie remboursés à 35% et 15%. Dans ces modèles, nous avons inclus le niveau de garantie comme variable tarifaire pour tenir compte de l'anti-sélection et de l'aléa-moral dans la détermination de la fréquence de consommation. L'idée d'adopter une modélisation par acte nous a semblé plus plausible au regard du profil de consommation, et de la distribution de la fréquence de consommation par acte. Nous avons ainsi estimé les modèles pour chacun des **37** actes de consommation libellés sur les garanties. L'estimation des différents modèles s'est fait après une analyse du profil de risque afin de créer des classes de risques suffisamment homogènes. Ensuite, nous avons procédé à l'estimation des modèles par acte en respectant une procédure permettant d'avoir un modèle final bien calibré. Nous avons estimé chacun des modèles en spécifiant deux lois de fréquence. A savoir la loi de Poisson et binomiale négative.
Le test de vuong et le diagnostic des résidus, nous ont permis de retenir le modèle binomiale négatif qui semble mieux adapter à nos données. Les résultats de la prédiction de la fréquence de quelques actes considérés pour une population sélectionnée permettent de mieux apprécier la qualité de notre modèle.
Deuxièmement, après avoir modélisé la fréquence, et comme nous l'avions mentionné lors de la modélisation ; en assurance santé, les indemnisations sont de quatre ordres : d'un montant libellé en pourcentage des frais réels (%Fr), d'un montant forfaitaire libellé en pourcentage du plafond mensuel de la sécurité sociale (%PMSS), d'un montant libellé en pourcentage de la base de remboursement de la sécurité sociale (%BRSS), et d'un montant mixte combinant les deux dernières approches (%BRSS+%PMSS). Ces quatre indemnisations peuvent être regroupées en trois grands sous-groupes. A savoir : une indemnisation en %Fr, en %PMSS et en %BRSS. Dans les deux derniers cas, les montants des garanties étant connus à l'avance en fonction des actes considérés, la sévérité moyenne par acte peut être déterminée en se basant sur les poids de consommation observés au sein des sous-groupes pour chaque acte considéré. De plus, pour une garantie sélectionnée, les montants de remboursement associés à un acte donné d'une complémentaire santé étant discontinus, il serait difficile de les modéliser avec des lois continues du type lognormal ou

gamma. En ce qui concerne les indemnisations en %Fr, la pratique commerciale tend à limiter ces garanties aux forfaits actes lourds et forfait journalier pour lesquels les frais réels sont connus et fixes. Ainsi, la construction d'un modèle fréquence-coût revient à modéliser surtout la fréquence par un modèle aléatoire de fréquence pour déterminer les facteurs les plus importants dans la limite des variables autorisées par la loi pour expliquer la fréquence de consommation par acte, et à récupérer les montants d'indemnisation en se référant aux taux de garantie, au plafond mensuel de la sécurité sociale (PMSS), à la base de remboursement de la sécurité sociale (BRSS), et aux poids de répartition au sein des sous-actes pour chaque acte considéré.

Pour la détermination du coût moyen pris en charge pour chaque acte par une complémentaire santé, un fichier excel a été construit à partir des taux de garanties, du PMSS, de la BRSS, et des poids de consommation au sein des sous-actes [1]. Ce fichier détermine le coût moyen associé à chaque acte pour une garantie donnée en intégrant les obligations légales de l'assureur vis-à-vis de la réforme dite 100% santé. La méthode adoptée pour la prise en compte de cette réforme fut détaillée dans le chapitre 3. Il ressort de ce travail que la mise en place de la réforme impacte le reste à charge moyen de la complémentaire santé, et que cet impact s'intensifie avec le niveau de garantie existant avant la réforme et les caractéristiques de la population assurée.

En dernier lieu, les résultats de toutes ces approches ont été combinés pour modéliser la prime pure, et calculer les impacts du reste à charge zéro sur des portefeuilles donnés comparativement à 2018. La comparaison de notre modèle avec celui existant au sein de notre entreprise est satisfaisante dans l'ensemble même si des écarts de tarifs ont été notés pour les âges les plus élevés (plus de 70 ans). En effet, les primes modélisées par notre modèle sont basées sur des coûts beaucoup plus récents, et les tarifs sont déterminés à partir d'un ensemble de tarifs individuels servant à la détermination d'un tarif collectif en fonction des spécificités du contrat collectif.

Pour ce qui concerne les impacts du reste à charge zéro en 2020 par rapport à 2018, une analyse sur un portefeuille considéré dont l'âge varie de 16 à 93 ans, constitué d'enfants, d'actifs et de retraités repartie en France Métropolitaine a été menée. Il ressort de cette analyse que l'impact varie entre 9,88% et 26,48% pour les contrats au plancher du contrat responsable avant la réforme ; de 4,84% à 17,94% pour les contrats ayant des garanties moyennes (2/4 entre le plafond et le plancher) ; de 1,26% à 14,07% pour les contrats ayant de garanties intermédiaires (3/4 entre le plafond et le plancher) ; de -0,07% pour les contrats au plafond du contrat responsable. Ces impacts sont dus essentiellement à l'augmentation du reste à charge moyen de la complémentaire suite à l'obligation d'assurer le reste à charge pour le panier 100% santé, à la revalorisation des bases de remboursement, à la diminution du plafond de la monture. Les résultats présentés pour ce portefeuille peuvent être plus importants ou moindres selon qu'il est constitué de personnes retraités, jeunes travailleurs, de personnes actives, etc.

Au regard de tout ce qui a été présenté dans ce rapport, nous pouvons noter que les inquiétudes des acteurs de la complémentaire santé sur le 100% santé sont fondées. Néanmoins cette inquiétude ne doit pas être généralisée sur tous les portefeuilles, car comme nous l'avons montré les portefeuilles les plus impactés sont ceux ayant des garanties faibles avant la réforme, et ayant des populations d'assurés susceptibles de consommer fortement les actes du panier 100% santé.

1. Dans cette modélisation, il y a 37 actes de consommation. Certains actes de consommation regroupent des actes beaucoup plus fins.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Fatemeh ABDOLLAHI (2017), *Tarification d'une complémentaire santé à destination des séniors, modulaire par poste de garanties et l'impact sur la solvabilité*, ISUP, GENERALI, Institut des Actuaires.

[2] Liliane Bel & Jean-Jacques Daudin et al. (2016), *Le Modèle Linéaire et ses Extensions*, pp 1-328, https ://www6.inra.fr/mia-paris/content/download/4281/40718/version/1/file/ ModeleLineaireEt_Extensions.pdf.

[3] Colin Cameron & Pravin Trividi (2013), *Regression Analysis of Count Data Book*, Cambridge University Press.

[4] Carte Blanche Partenaire (2018), *100% santé, la réforme et les impacts*, pp 1-46, https ://www.carteblanchepartenaires.fr/sites/default/files/documents/20181116_cbp-notes_100_sante_generale_notes_techniques.pdf.

[5] Nicolas CELANT & Stéphanie GUILLAUME & Thierry ROCHEREAU (2017), *L'Enquête santé européenne - Enquête santé et protection sociale (EHIS-ESPS)*, Les rapports de l'IRDES, n566.

[6] Arthur Charpentier (2017), *Actuariat de l'Assurance Non-Vie # 1*, cours ENSAE ParisTech 2016/2017, Université de Rennes 1.

[7] Arthur Charpentier & Christophe Dutang (2012), *L'Actuariat avec R*, cran.r-project, pp 1-215.

[8] Arthur Charpentier & Emmanuel Flachaire & Antoine Ly (2018), *Économétrie & Machine Learning*, hal-01568851v3.

[9] Arthur Charpentier & Michel Denuit & Romuald Elie (2015), *Segmentation et Mutualisation les deux faces d'une même pièce ?*, Risques n°103, pp 19-23.

[10] Sabine Chaupain-Guillot & Olivier Guillot & Éliane Jankeliowitch-Laval (2014), *Le renoncement aux soins médicaux et dentaires : une analyse à partir des données de l'enquête SRCV*, Economie et statistique, n°469-470, 2014, pp 169-197.

[11] M. L. Dalrymple & I. L. Hudson & R. P. K. Ford (2003), *Finite Mixture, Zero-inflated Poisson and Hurdle models with application to SIDS*, Computational Statistics & Data Analysis, Elsevier, vol. 41(3-4), pages 491-504, January.

[12] Bruce Desmarais & Jeffrey Harden (2013), *Testing for zero inflation in count models : Bias correction for the Vuong test*, Stata Journal, 4, 810–835.

[13] Alpha Diallo (2017), *Inférence statistique dans des modèles de comptage à inflation de zéro. Applications en économie de la santé*, Applications [stat.AP], INSA de Rennes.

[14] DREES SANTÉ (2019), *La complémentaire santé :Acteurs, bénéficiaires, garanties*, Panoramas de la DREES SANTÉ, https ://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/cs2019.pdf.

[15] DREES SANTÉ (2019), *Les dépenses de santé en 2018, Résultats des comptes de la santé*, Panoramas de la DREES SANTÉ, https ://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/cns2019.pdf.

[16] DREES SANTÉ (2018), *Les dépenses de santé en 2017, Résultats des comptes de la santé*, Panoramas de la DREES SANTÉ, https ://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/cns18.pdf.

[17] DREES SANTÉ (2017), *Les dépenses de santé en 2016, Résultats des comptes de la santé*, Panoramas de la DREES SANTÉ, https ://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/cns_2017.pdf.

[18] Vincent GRARI (2017), *Impact des données exogènes sur la tarification en santé*, ISFA, Optimind Winter, Institut des Actuaires.

[19] Ozlem KARATEKIN (2014), *Tarification et mesure de l'antisélection en assurance santé collective*, UFR de Mathématique et d'Informatique de Strasbourg, Institut des Actuaires. https ://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01073376/document

[20] Walid MATHLOUTHI, *Trees and Random Forests for Nonhomogeneous Count Data Processes*, PhD thèses en administration, HEC MONTREAL, http ://biblos.hec.ca/biblio/theses/2015NO21.PDF.

[21] MUTUALITE FRANÇAISE, *Tarification En Assurance Complémentaire Sante : il était une fois, un statisticien, un actuaire, un économiste de la santé...*, https ://www.ces-asso.org/sites/default/files/Pleynet-Jesus.pdf.

[22] Phuong NGUYEN (2013), *Construction de bases de tarification pour des contrats complémentaires santé collectifs par le Modèle Linéaire Généralisé*, ISFA, Gan Eurocourtage, Institut des Actuaires.

[23] Jennifer PARIENTE (2017), *Modélisation du risque géographique en assurance habitation*, Master Actuariat de Dauphine, AXA France, Institut d'Actuaire.

[24] Frédéric PLANCHET & Guillaume SERDECZNY (2014), *Modèles fréquence – coût : Quelles perspectives d'évolution ?*, ressources-actuarielles.net.

[25] Robin POSTEAU (2014), *Personnalisation du processus de tarification santé*, ISFA, AON, Institut des Actuaires.

[26] Ricco RAKOTOMALALA, *Zero-Inflated Poisson Regression*, Université Lumière Lyon 2, http ://eric.univ-lyon2.fr/ ricco/cours/slides/zip_regression.pdf.

[27] Giorgio SPEDICATO & Christophe DUTANG & Leonardo PETRINI (2018), *Machine Learning Methods to Perform Pricing Optimization : A Comparison with Standard Generalized Linear Models*, variance journal.

[28] NCSS Statistical Software, *Zero-Inflated Negative Binomial Regression, Chapter 328*, https ://ncss-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/themes/ncss/pdf/Procedures/NCSS/Zero-Inflated_Negative_Binomial_Regression.pdf.

[29] Sawyer STEVEN (2009), *Analysis of Variance : The Fundamental Concepts*, Journal of Manual & Manipulative Therapy, http ://jmmtonline.com/documents/v17n2/sawyer.pdf.

[30] W. N. VENABLES & B. D. RIPLEY (2002), *Modern Applied Statistics with S. Fourth edition*, Springer, http ://www.bagualu.net/wordpress/wp-content/uploads/2015/10/Modern_Applied_Statistics_With_S.pdf.

[31] Quang VUONG (1989), *Likelihood Ratio Tests for Model Selection and Non-Nested Hypotheses*, Econometrica, vol 57, n°2, pp 307–333, JSTOR, www.jstor.org/stable/1912557.

[32] https ://www.argusdelassurance.com/assurance-de-personnes/sante/les-questions-posees-par-la-resiliation-infra-annuelle-en-complementaire-sante.149018 (Les questions posées par la résiliation infra-annuelle en complémentaire santé), site consulté le 20 Juin 2019.

[33] https ://www.economie.gouv.fr/entreprises/mutuelle-entreprise-obligatoire-complementaire-sante (Entreprises, vous avez l'obligation de proposer une mutuelle de santé à vos salariés), site consulté le 16 Mai 2019.

[34] https ://www.ffa-assurance.fr/etudes-et-chiffres-cles/le-marche-de-la-sante-et-de-la-prevoyance-progresse-de-3-en-2017 (Le marché de la santé et de la prévoyance progresse de 3% en 2017), site consulté le 28 Mai 2019.

[35] https ://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2019/1/11/SSAS1831369D/jo/texte (Décret n 2019-21 du 11 janvier 2019 visant à garantir un accès sans reste à charge à certains équipements d'optique, aides auditives et soins prothétiques dentaires), site consulté le 13 Mars 2019.

[36] https ://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/11/14/SSAS1830986A/jo/texte (Arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives et prestations associées au chapitre 3 du titre II de la liste des produits et prestations prévue à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale), site consulté le 15 Mars 2019.

[37] https ://www.lequotidiendumedecin.fr/actualites/article/2018/11/07/reforme-du-reste-charge-zero-pour-les-assureurs-il-va-y-avoir-une-augmentation-des-cotisations-_862552 (Réforme du reste à charge zéro : pour les assureurs, « il va y avoir une augmentation des cotisations »), site consulté le 09 Novembre 2018.

[38] https ://www.publicsenat.fr/article/parlementaire/securite-sociale-le-senat-adopte-le-reste-a-charge-zero-135492 (Sécurité sociale : le Sénat adopte le « reste à charge zéro »), consulté le 02 Janvier 2019.

[39] https ://www.rdocumentation.org/packages/pscl/versions/1.5.2/topics/vuong (Vuong's Non-Nested Hypothesis Test).

[40] https ://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F33754 (Mutuelle santé d'entreprise : les obligations de l'employeur).

[41] https ://en.wikipedia.org/wiki/Vuong%27s_closeness_test (Vuong's closeness test).

ANNEXE A

ANNEXES SUR LES ACTES TARIFAIRES ET LES DÉPARTEMENTS

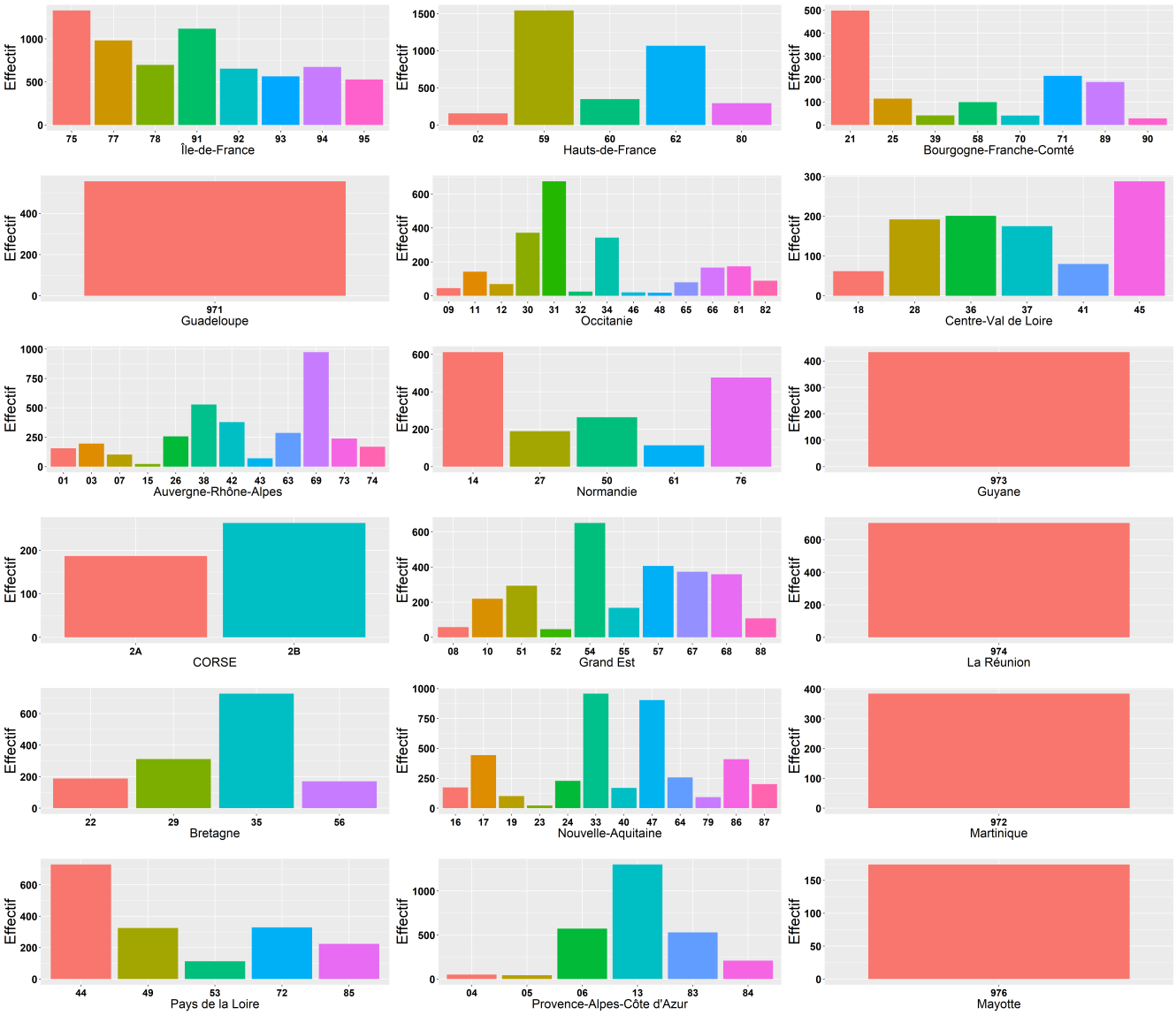


FIGURE A.1 – La répartition des bénéficiaires par département

Postes	ACTES
HOSPITALISATION	Honoraires Frais de séjour Forfait Chambre particulière Forfait journalier Frais et lit accompagnant Transport
MEDECINE DE VILLE	Consultation généraliste Consultation spécialiste Analyses médicales, travaux de laboratoire Auxiliaires médicaux Imagerie/Radiologie/Echographie Orthopédie, Autres Prothèses, appareillage Prothèse auditive Actes Techniques Médicaux Médecines douces Actes de Prévention
PHARMACIE	Pharmacie 65% Hono. Simple conditionnement normal Pharmacie 35% Hono. Simple grand conditionnement Pharmacie 15% Honoraire Dispensation Complexe Prépa pharmaceutique individualisée Préparation magistrale Pharmacie non remboursable Vaccins non remboursés SS
DENTAIRE	Soins dentaires Prothèses dentaires Onlays-Inlays Orthodontie Parodontologie Implant
OPTIQUE	Verre optique Monture optique Lentilles Orthoptie Chirurgie réfractive

Table A.1 – Liste des actes tarifaires par poste de dépense

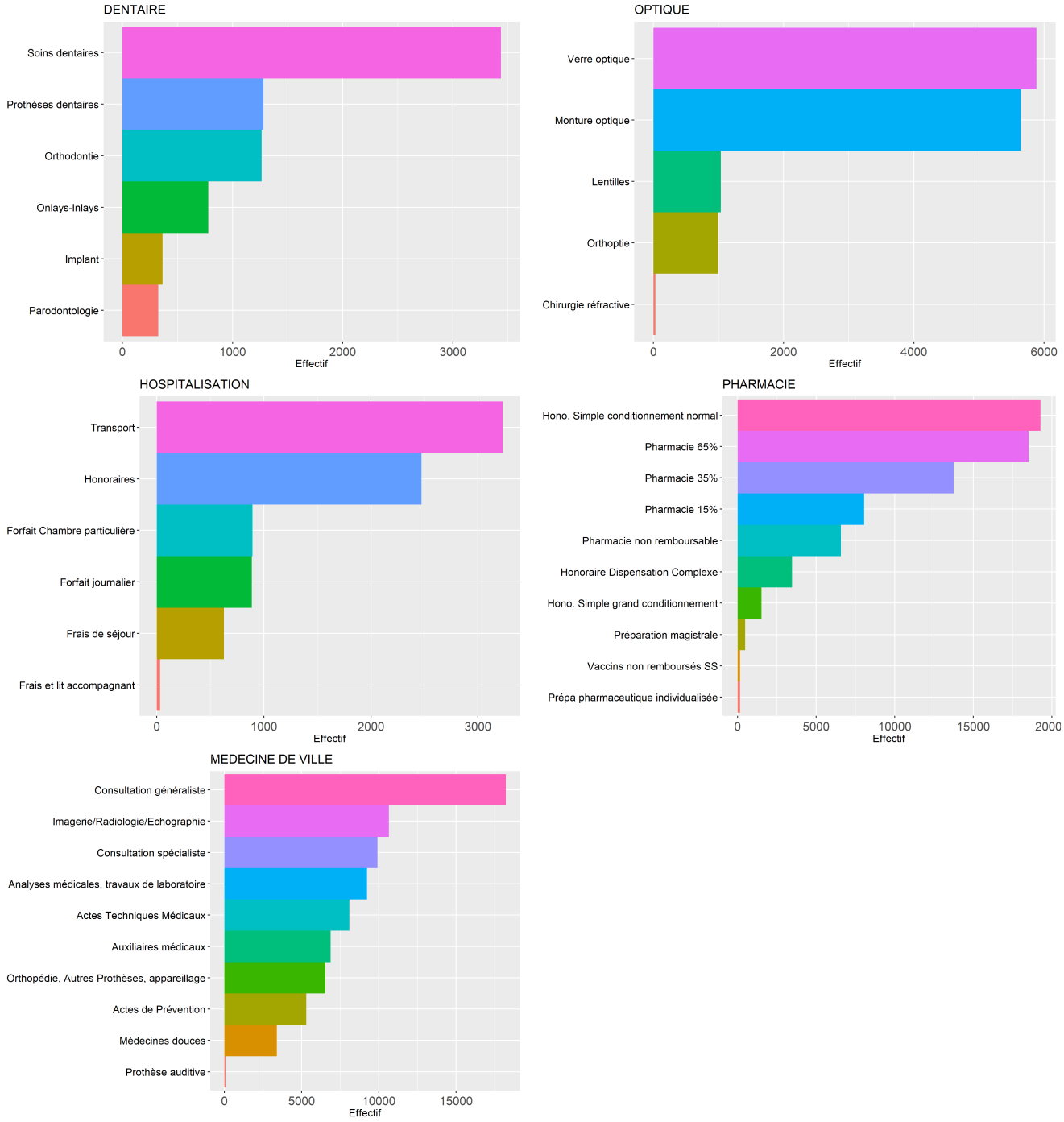
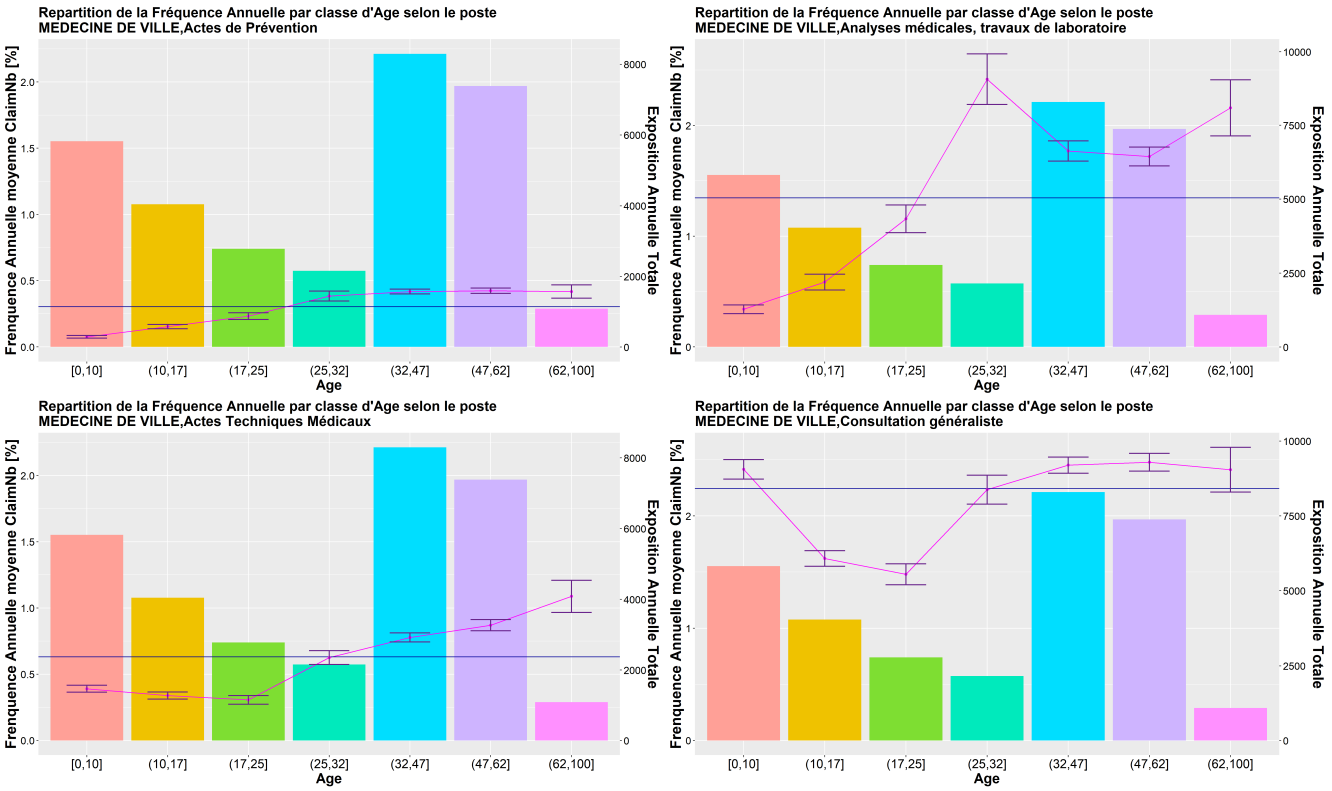


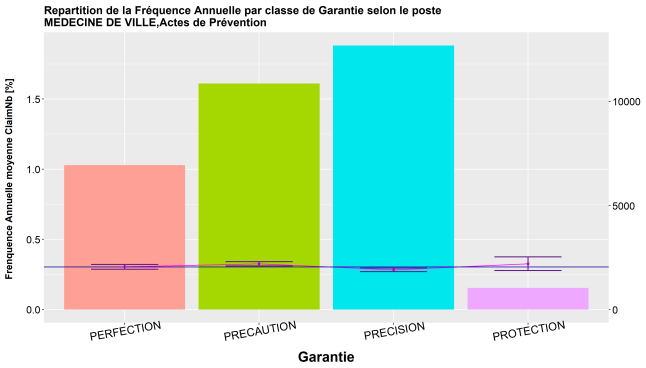
FIGURE A.2 – Les actes les plus récurrents par poste de dépense

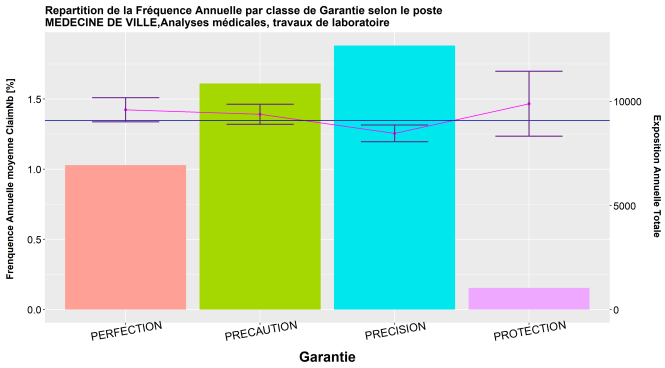
ANNEXE B

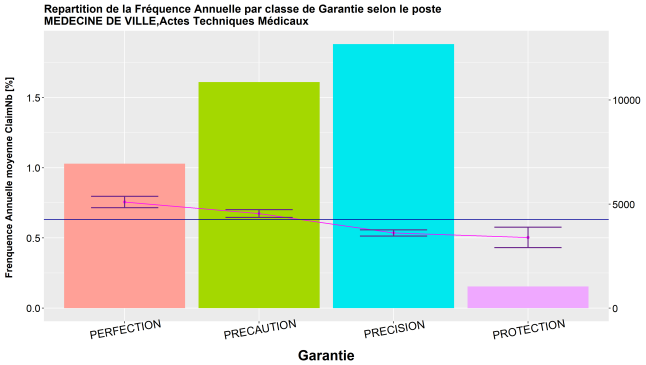
L'ANALYSE DU PROFIL DE SINISTRALITÉ DE QUELQUES VARIABLES DU POSTE PHARMACIE ET MÉDECINE DE VILLE

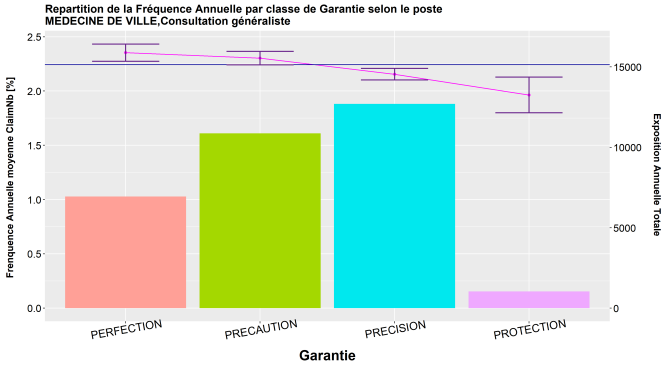
FIGURE B.1 – L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste médecine de ville

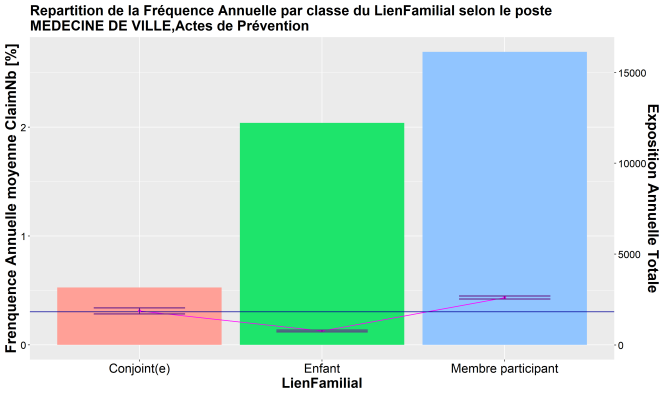


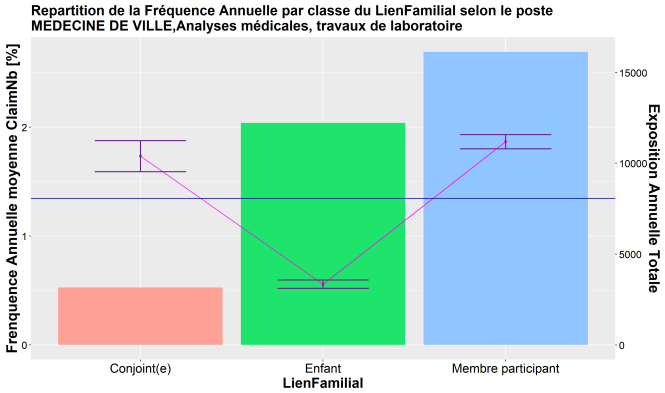

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Actes de Prévention
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie

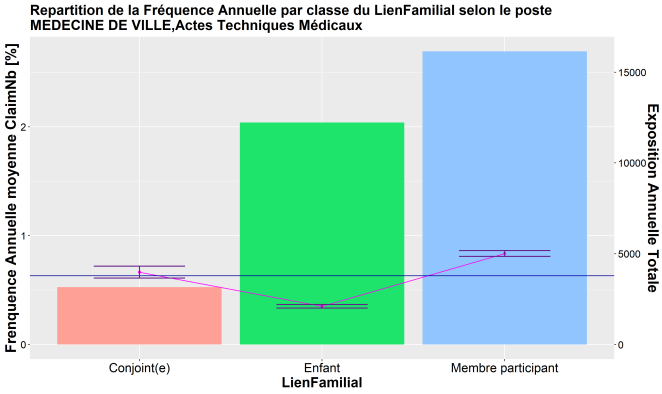

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Analyses médicales, travaux de laboratoire
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Actes Techniques Médicaux
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe de Garantie selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Consultation généraliste
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
PERFECTION
PRECAUTION
PRECISION
PROTECTION
Garantie


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Actes de Prévention
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Analyses médicales, travaux de laboratoire
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial


Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Actes Techniques Médicaux
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial

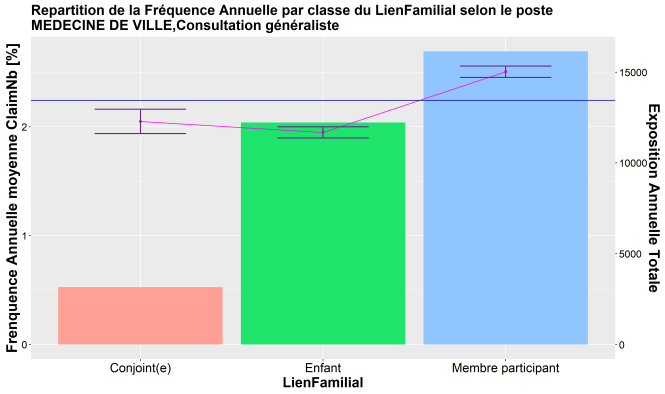
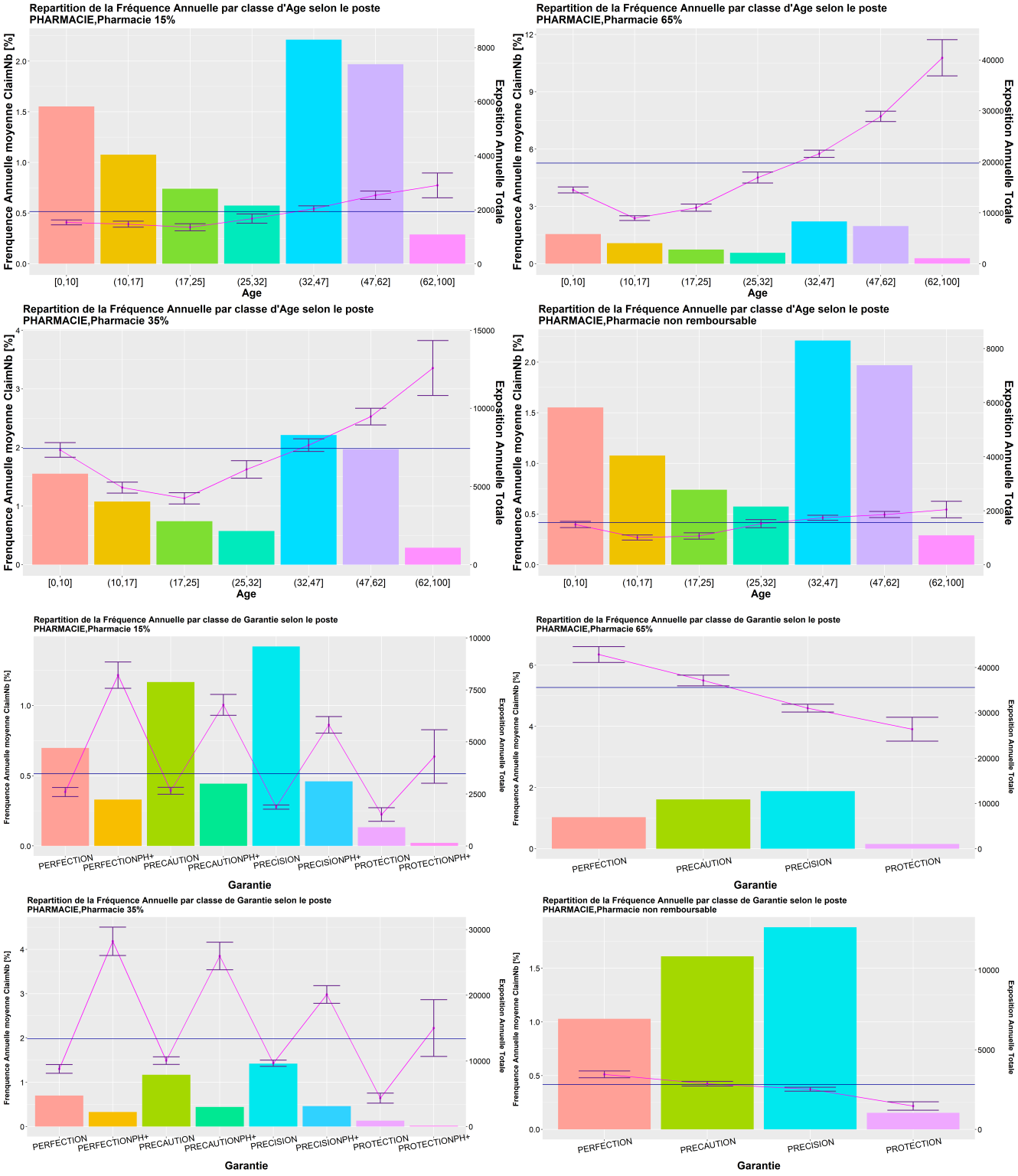
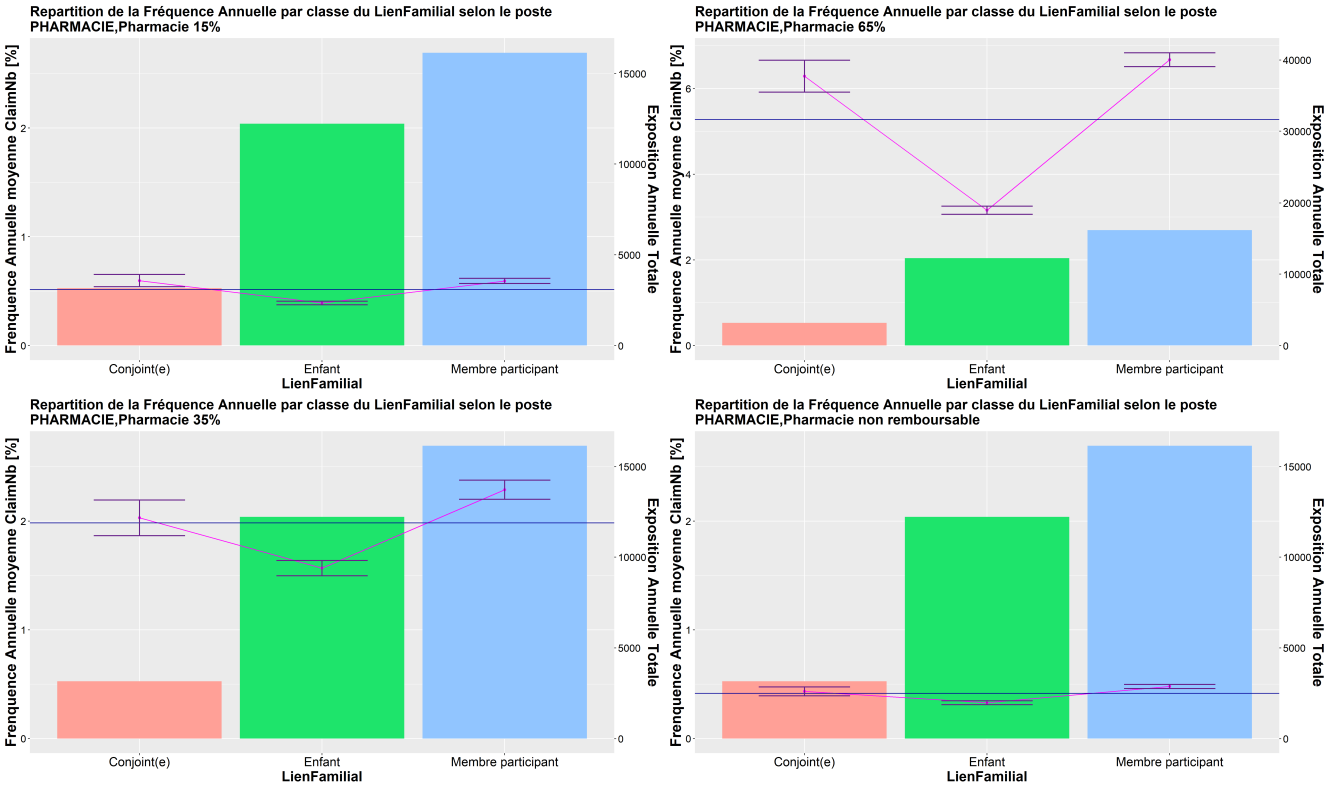

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste
MEDECINE DE VILLE,Consultation généraliste
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial

FIGURE B.2 – L'analyse du profil de sinistralité pour quelques variables d'analyse selon le poste pharmacie

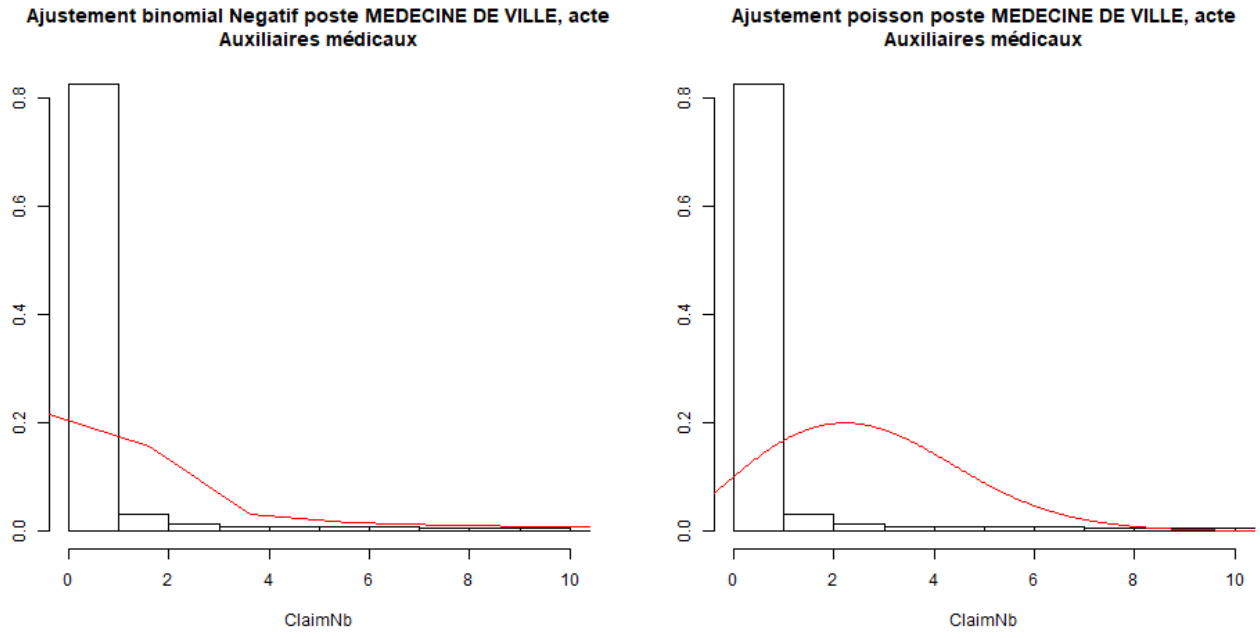


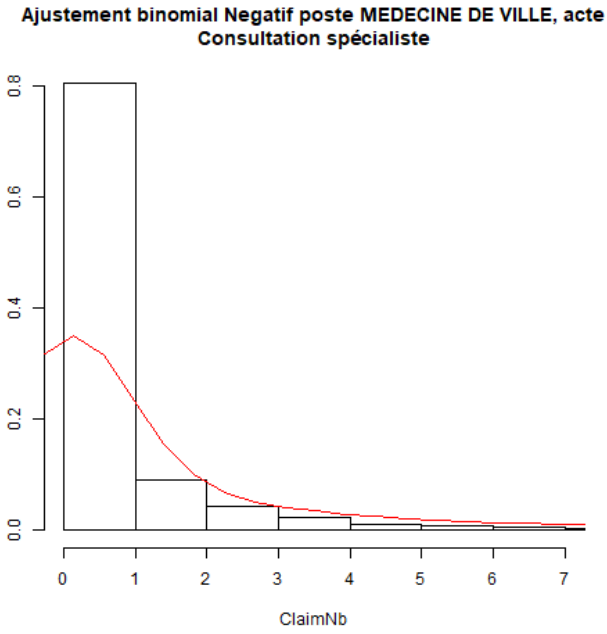

Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste PHARMACIE,Pharmacie 15%
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste PHARMACIE,Pharmacie 65%
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste PHARMACIE,Pharmacie 35%
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial
Repartition de la Fréquence Annuelle par classe du LienFamilial selon le poste PHARMACIE,Pharmacie non remboursable
Frenquence Annuelle moyenne ClaimNb [%]
Exposition Annuelle Totale
Conjoint(e)
Enfant
Membre participant
LienFamilial

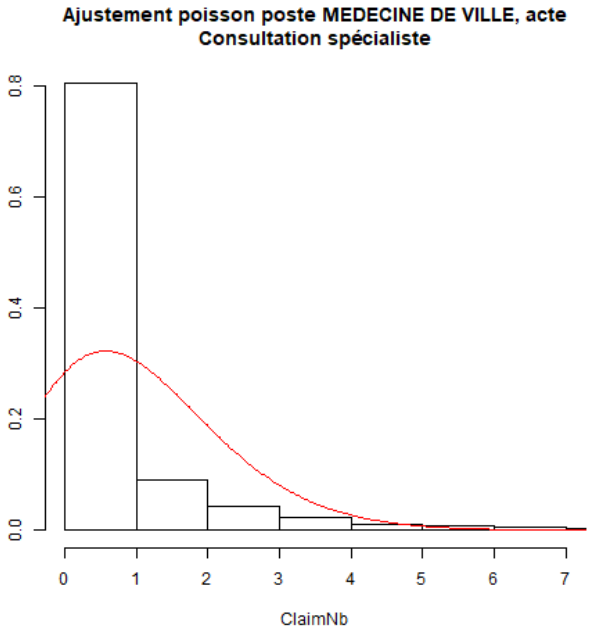
ANNEXE C

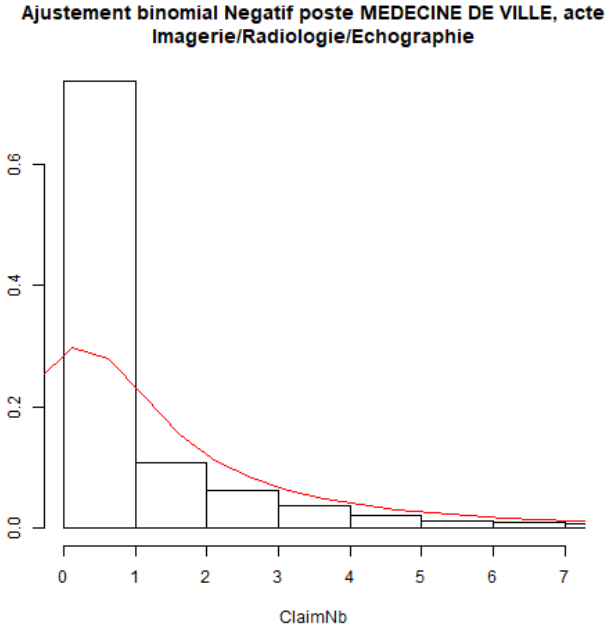
LA DISTRIBUTION DE LA FRÉQUENCE DE SINISTRE ET LES AUTRES ANNEXES

FIGURE C.1 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste médecine de ville : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson




Ajustement binomial Negatif poste MEDECINE DE VILLE, acte
Consultation spécialiste
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
0
1
2
3
4
5
6
7
ClaimNb


Ajustement poisson poste MEDECINE DE VILLE, acte
Consultation spécialiste
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
0
1
2
3
4
5
6
7
ClaimNb


Ajustement binomial Negatif poste MEDECINE DE VILLE, acte
Imagerie/Radiologie/Echographie
0.0
0.2
0.4
0.6
0
1
2
3
4
5
6
7
ClaimNb

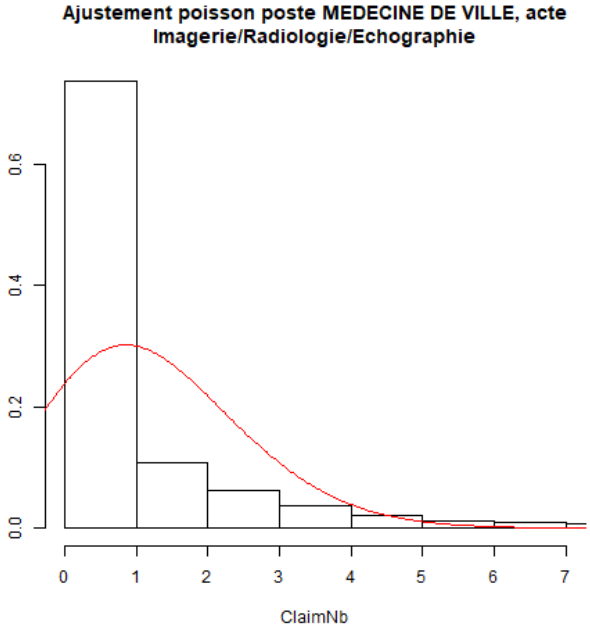
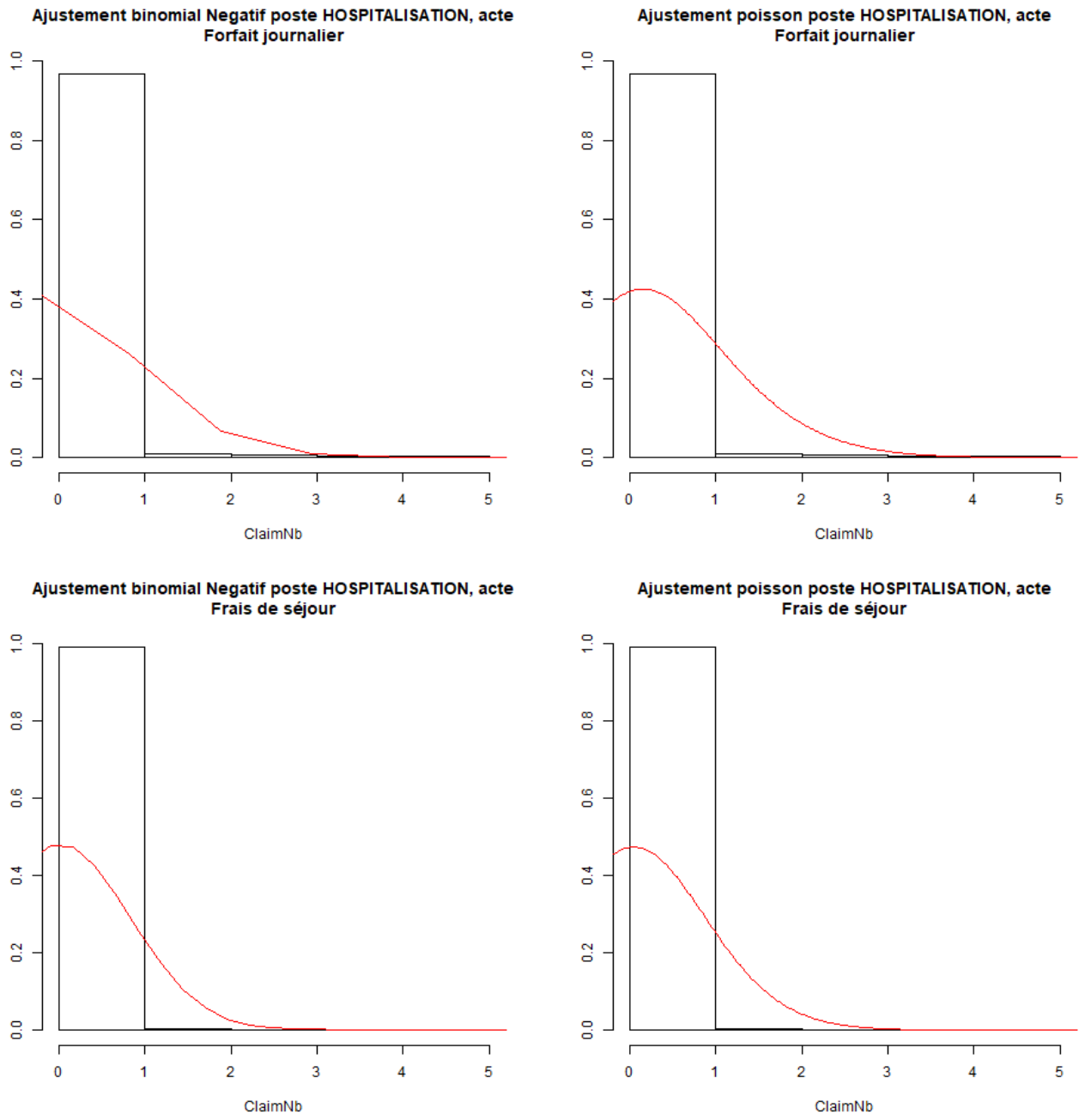

Ajustement poisson poste MEDECINE DE VILLE, acte
Imagerie/Radiologie/Echographie
0.0
0.2
0.4
0.6
0
1
2
3
4
5
6
7
ClaimNb

FIGURE C.2 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste hospitalisation : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson



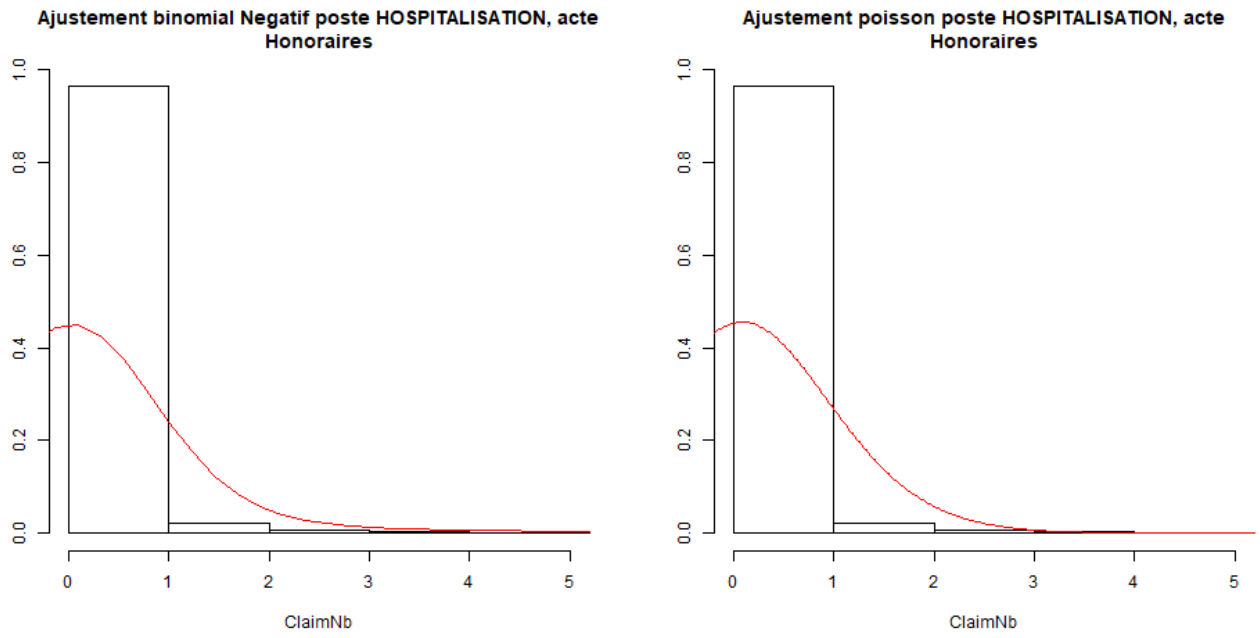
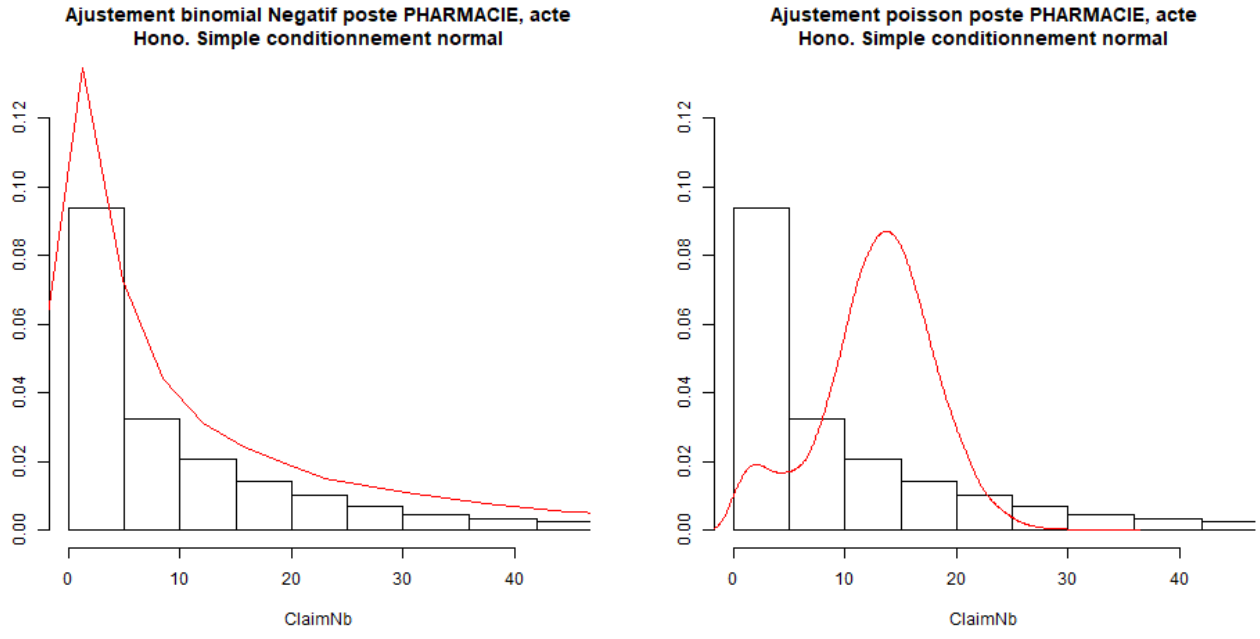


FIGURE C.3 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste pharmacie : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson



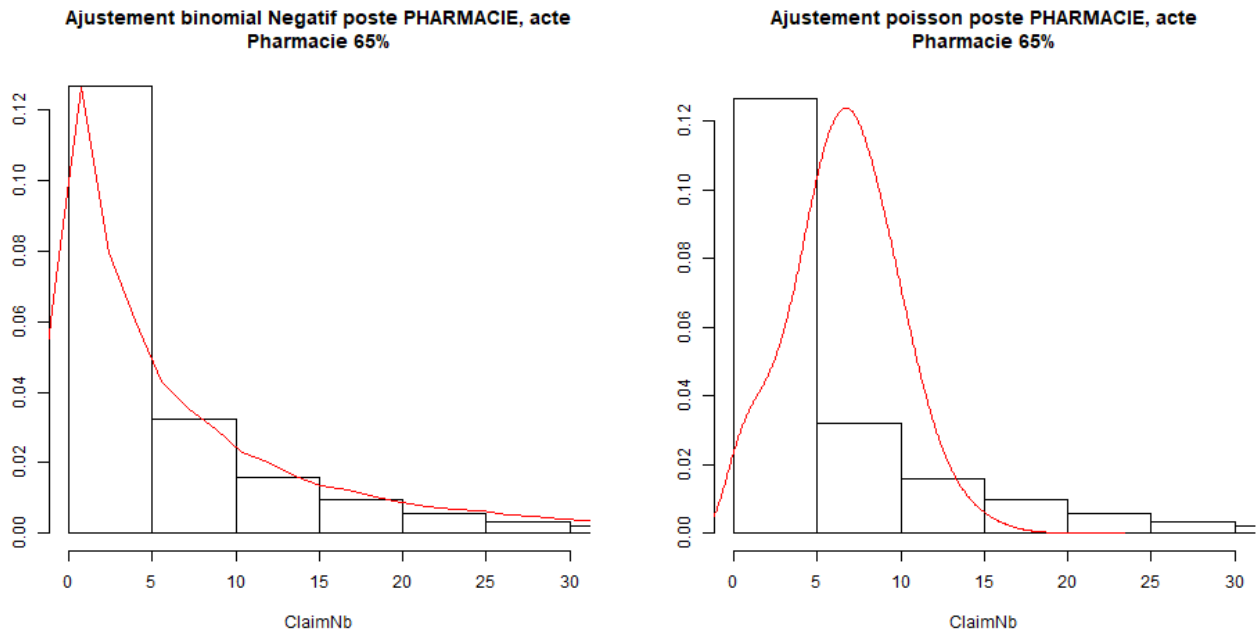
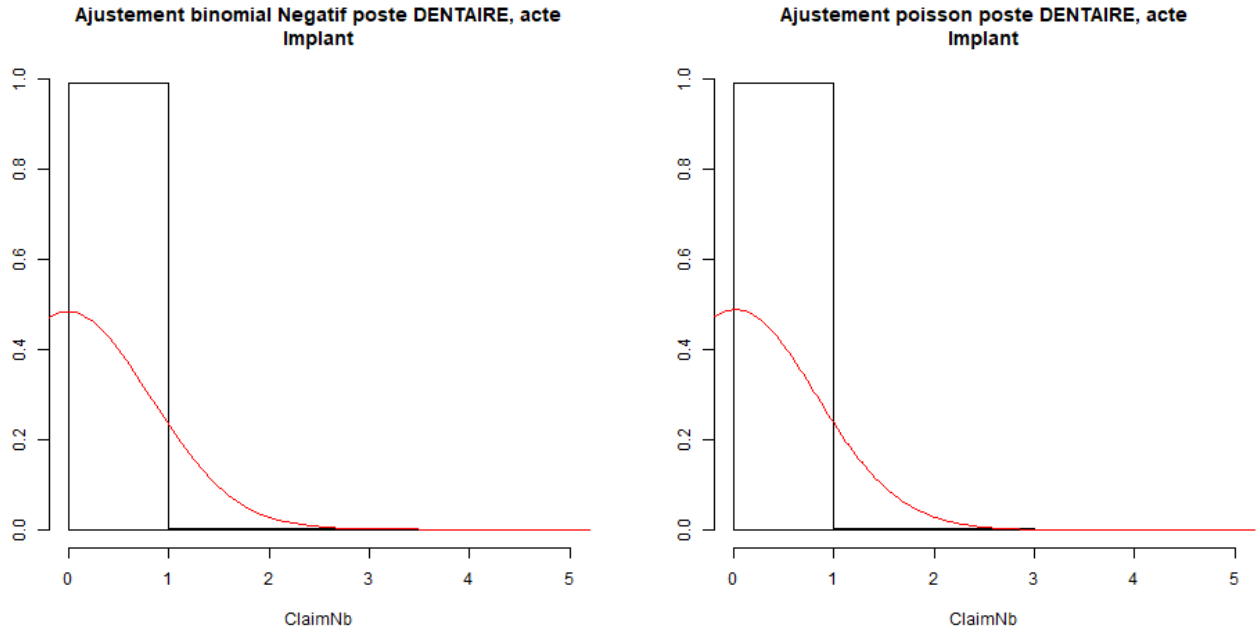
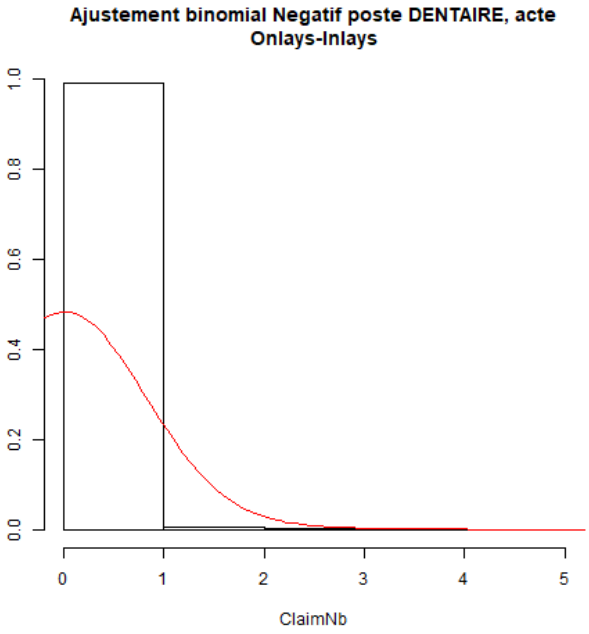
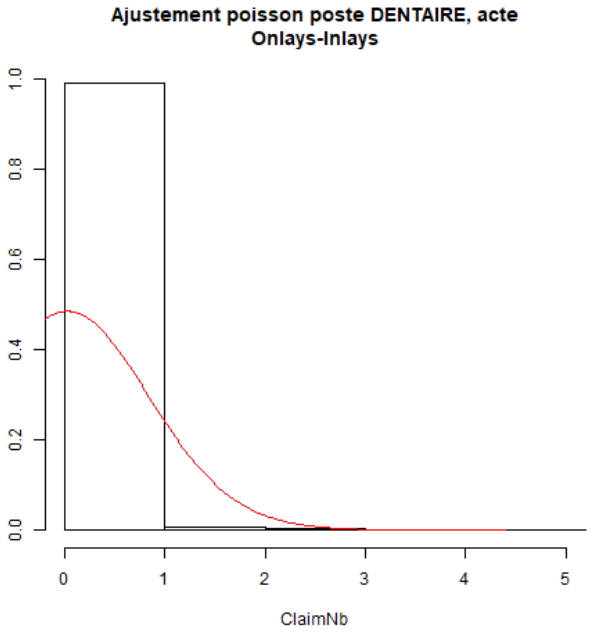
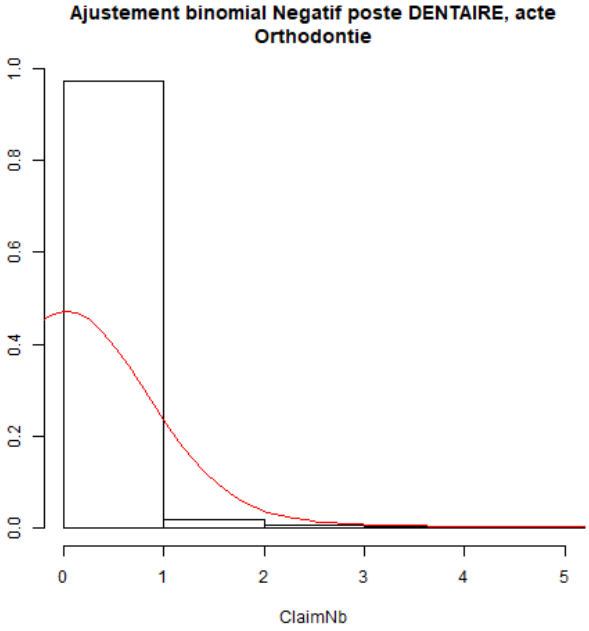


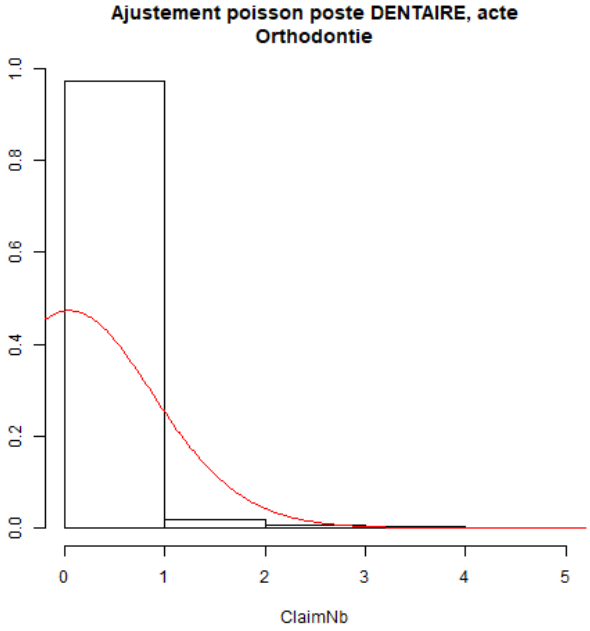
FIGURE C.4 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste dentaire : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson




Ajustement binomial Negatif poste DENTAIRE, acte Onlays-Inlays
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5
ClaimNb


Ajustement poisson poste DENTAIRE, acte Onlays-Inlays
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5
ClaimNb


Ajustement binomial Negatif poste DENTAIRE, acte Orthodontie
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5
ClaimNb


Ajustement poisson poste DENTAIRE, acte Orthodontie
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5
ClaimNb

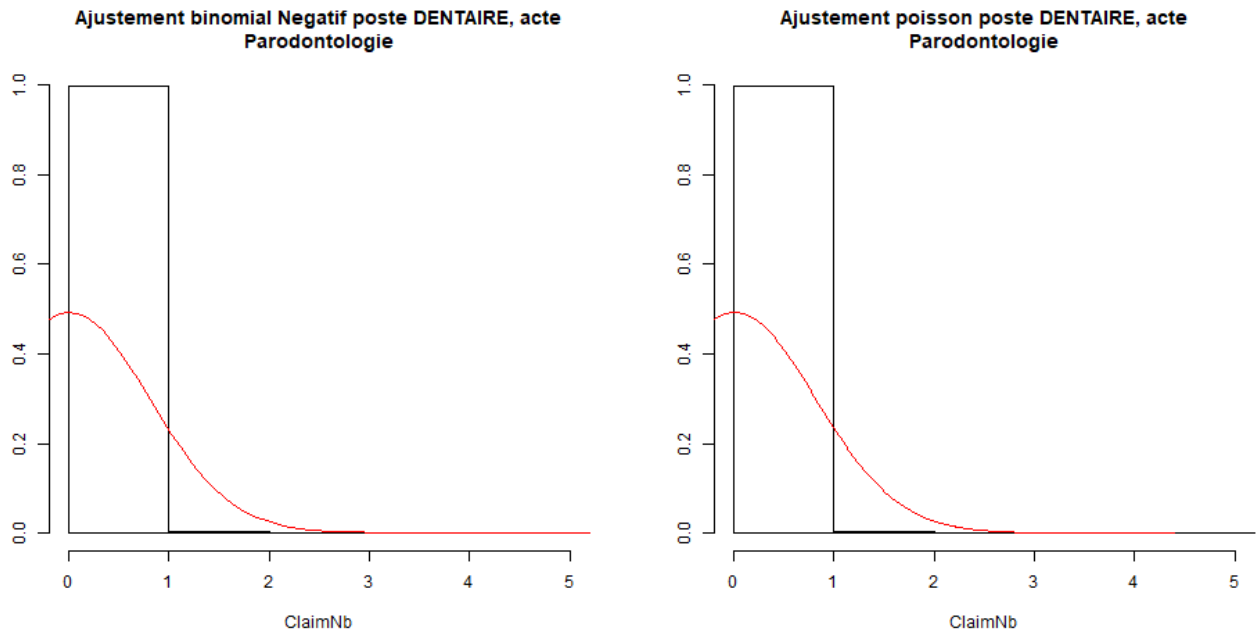
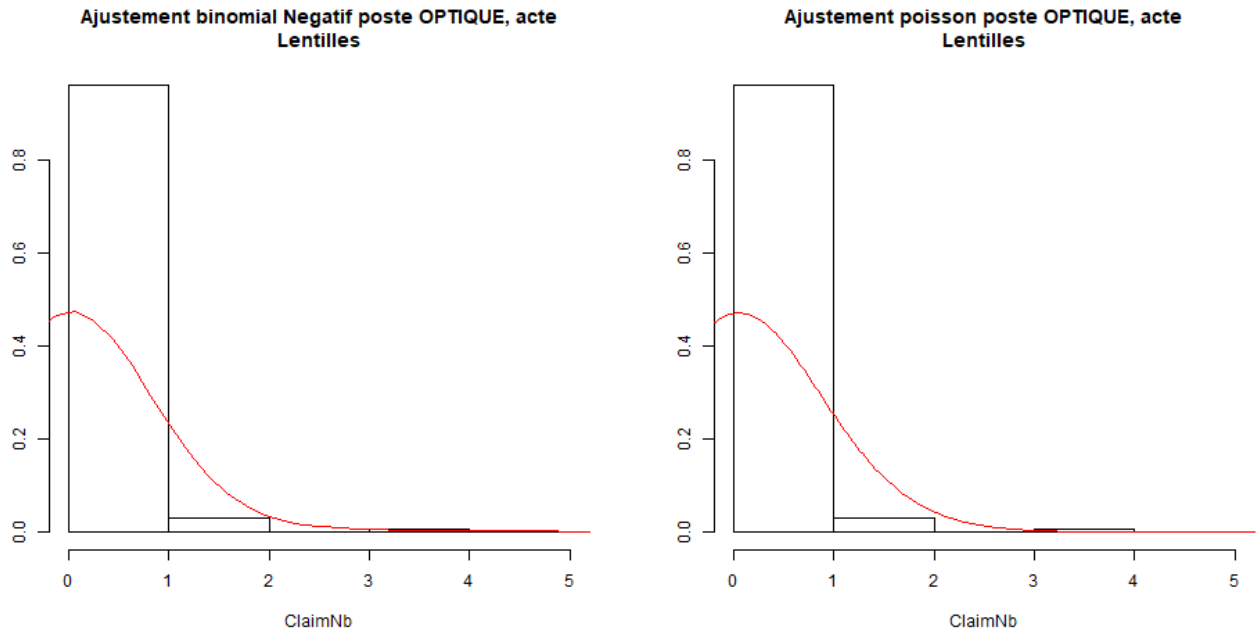
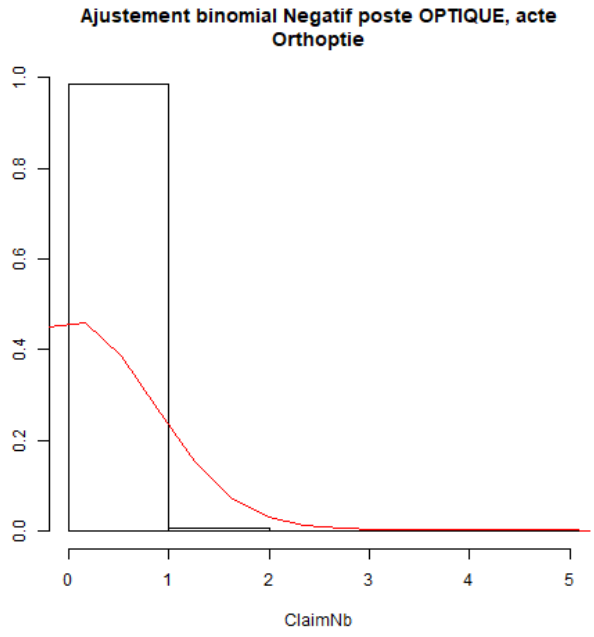


FIGURE C.5 – Comparaisons de l'ajustement de la loi de fréquence de certains actes du poste optique : cas d'une Binomiale Négative et d'une loi de Poisson





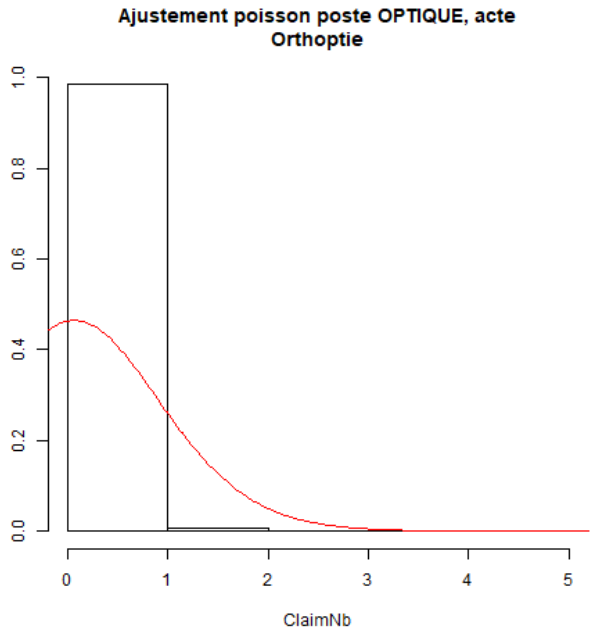
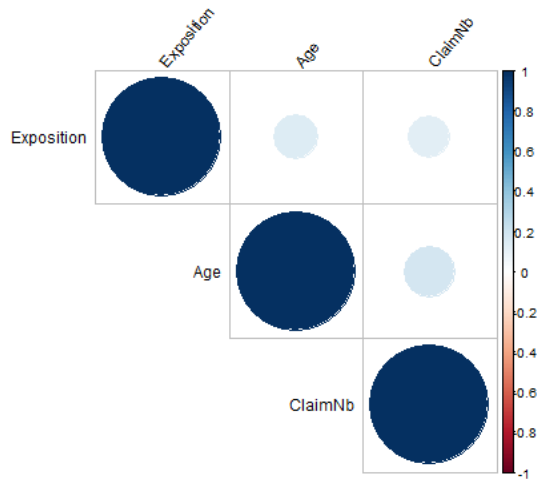
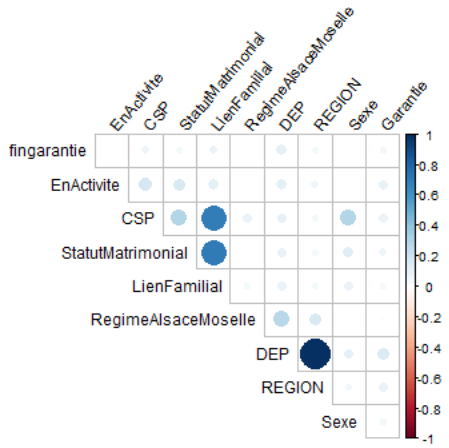


FIGURE C.6 – Corrélation des variables tarifaires

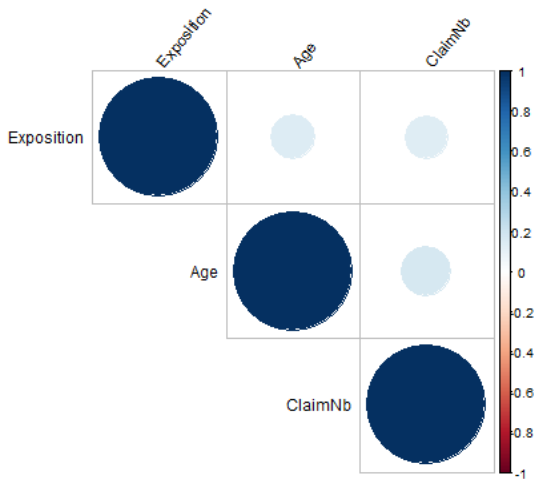
Corrélation des variables tarifaires continues pour l'acte de prévention



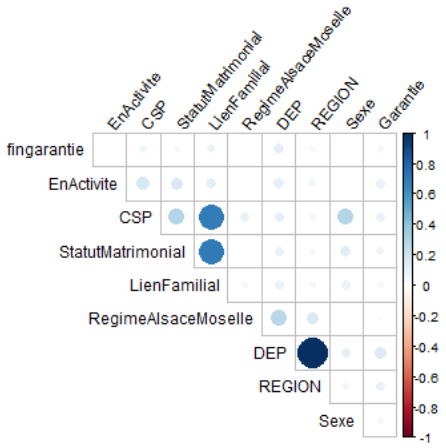
Corrélation des variables tarifaires qualitatives pour l'acte de prévention



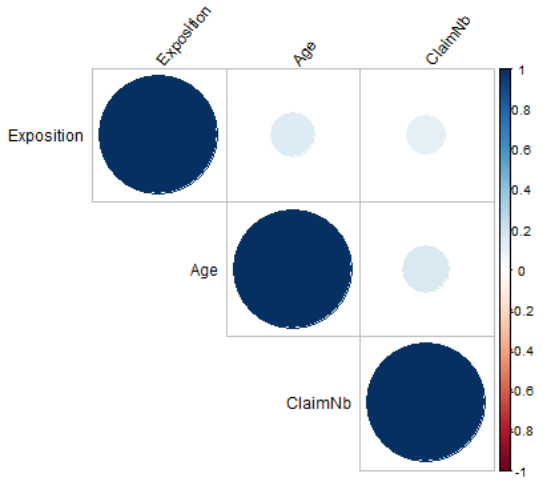
Corrélation des variables tarifaires continues pour les actes techniques medicaux



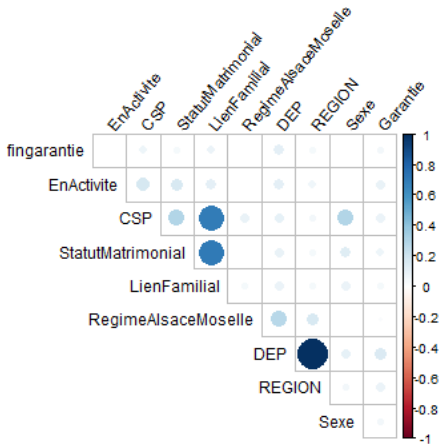
Corrélation des variables tarifaires qualitatives pour les actes techniques medicaux



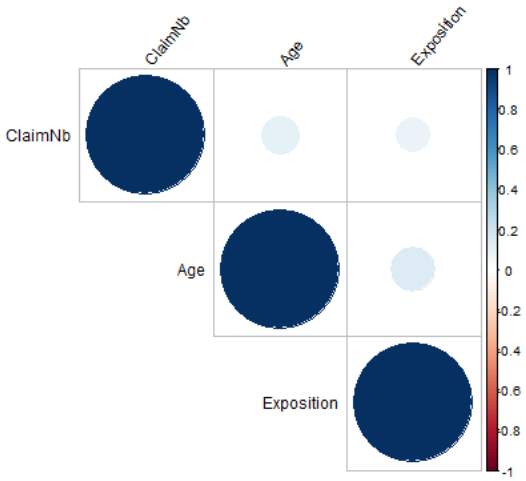
Corrélation des variables tarifaires continues pour les analyses médicales et travaux de laboratoire



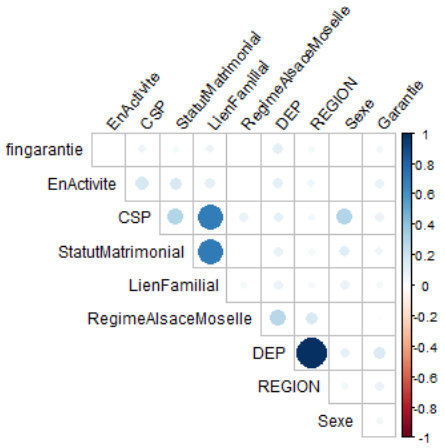
Corrélation des variables tarifaires qualitatives pour les analyses médicales et travaux de laboratoire



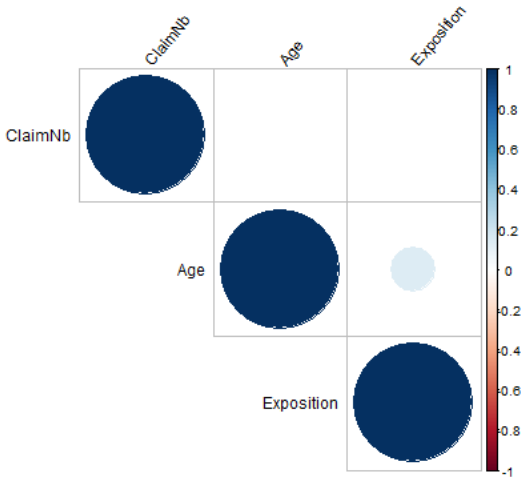
Corrélation des variables tarifaires continues pour les auxiliaires medicaux



Corrélation des variables tarifaires qualitatives pour les auxiliaires medicaux



Corrélation des variables tarifaires continues pour les actes de chirurgie réfractive



Corrélation des variables tarifaires qualitatives pour les actes de chirurgie réfractive

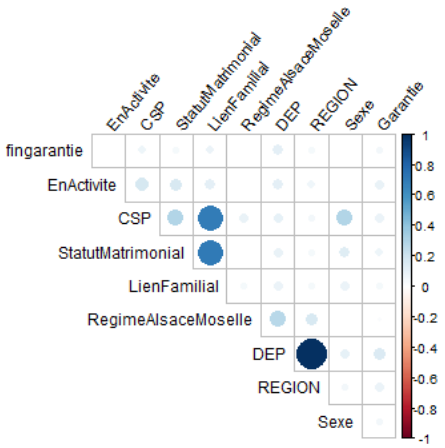
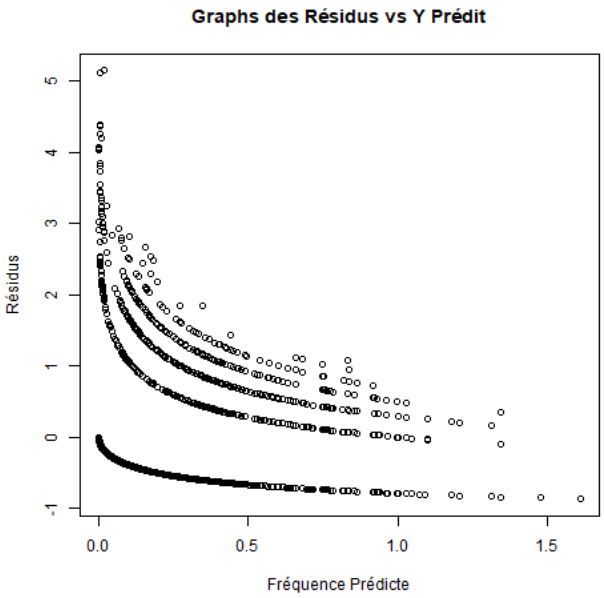
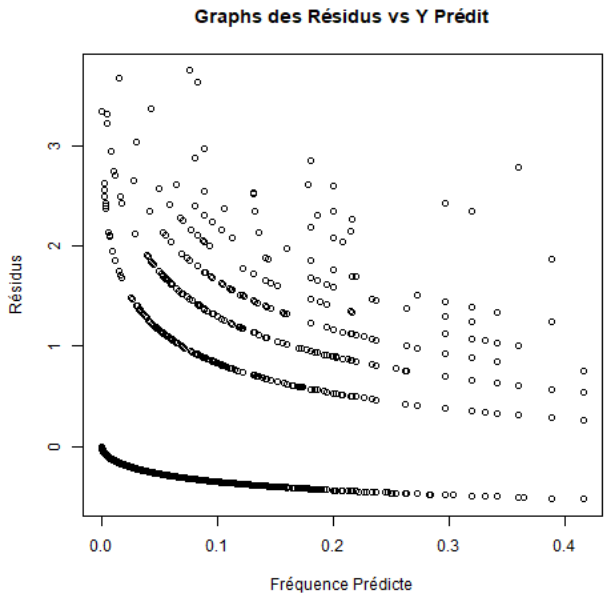


FIGURE C.7 – Présentation des graphiques des résidus de la loi de fréquence du modèle binomial négatif

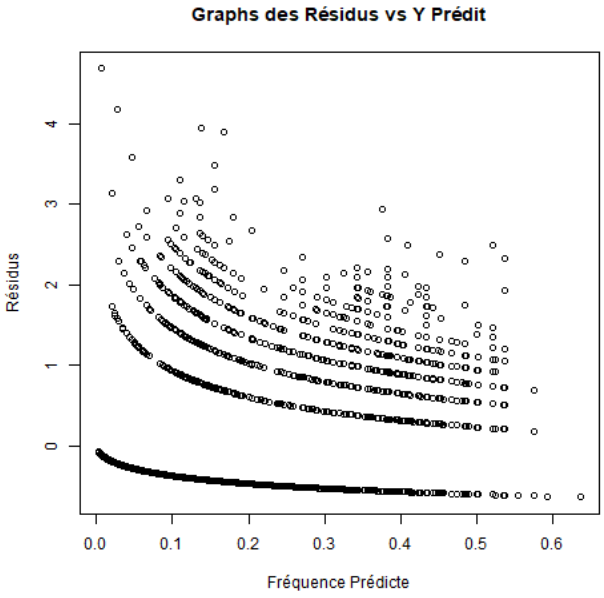
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte d'Orthodontie



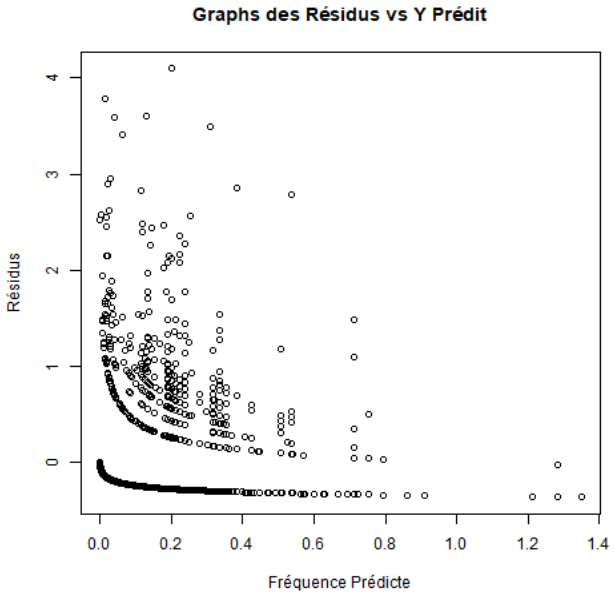
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de Prothèse dentaire



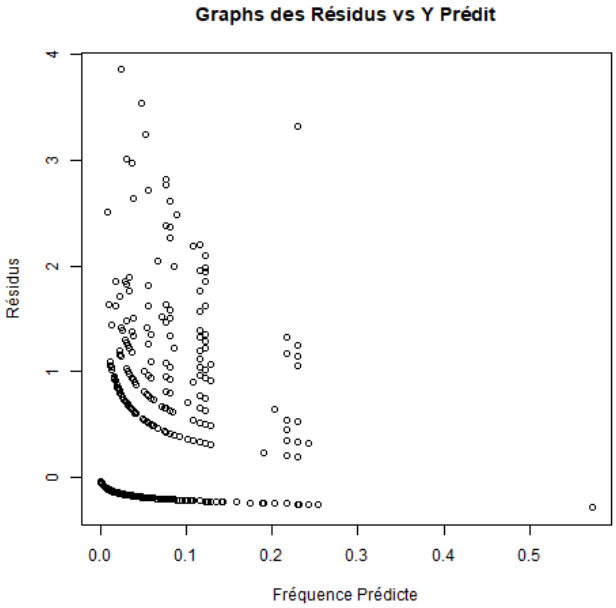
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de Soins dentaires



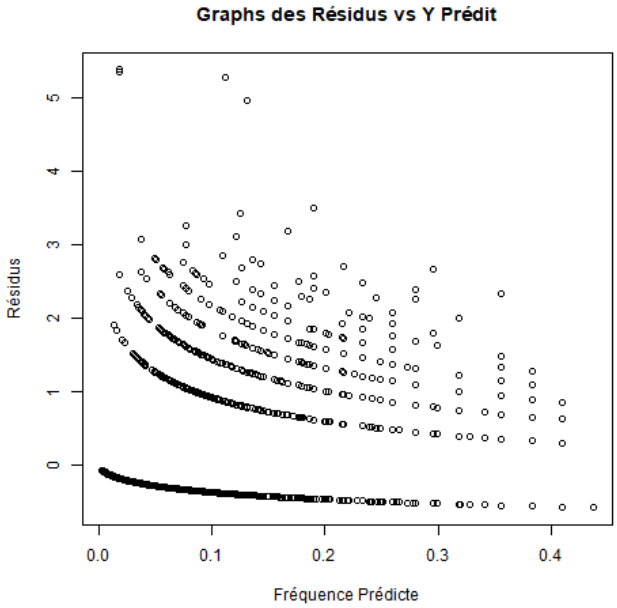
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de forfait chambre particulière



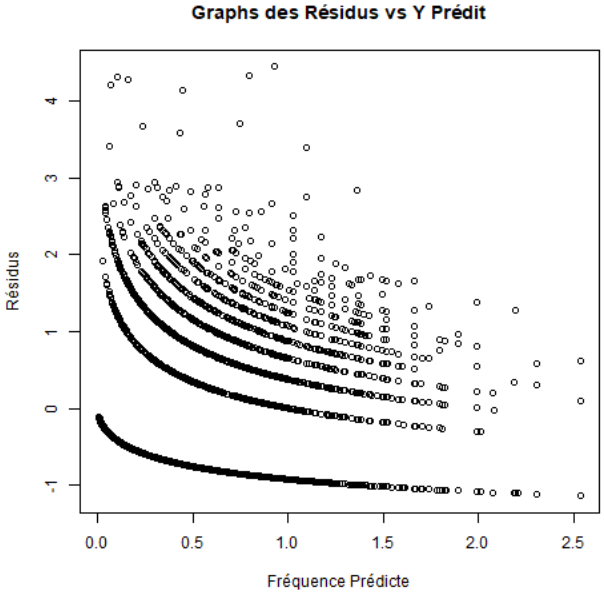
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de frais de séjour



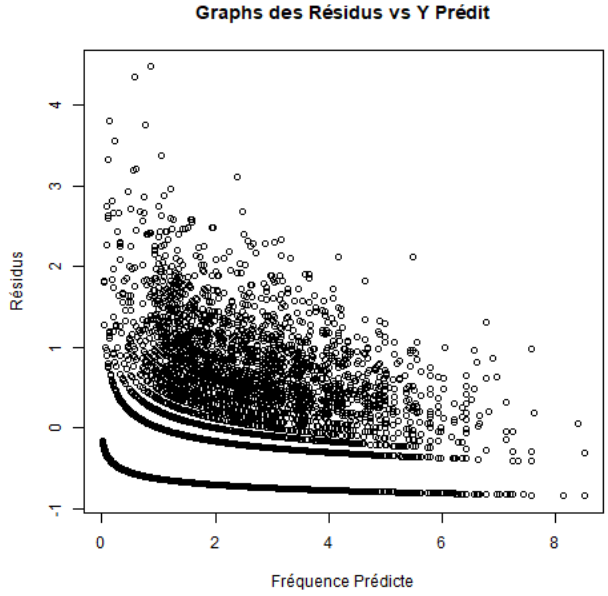
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte d'honoraires



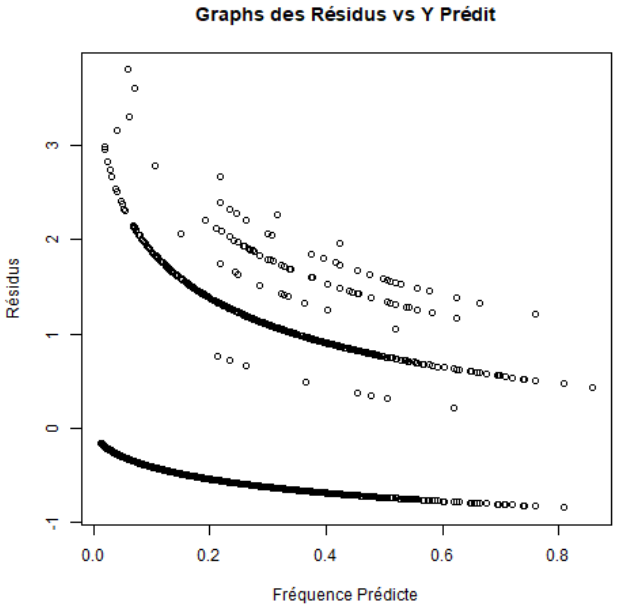
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, actes techniques médicaux



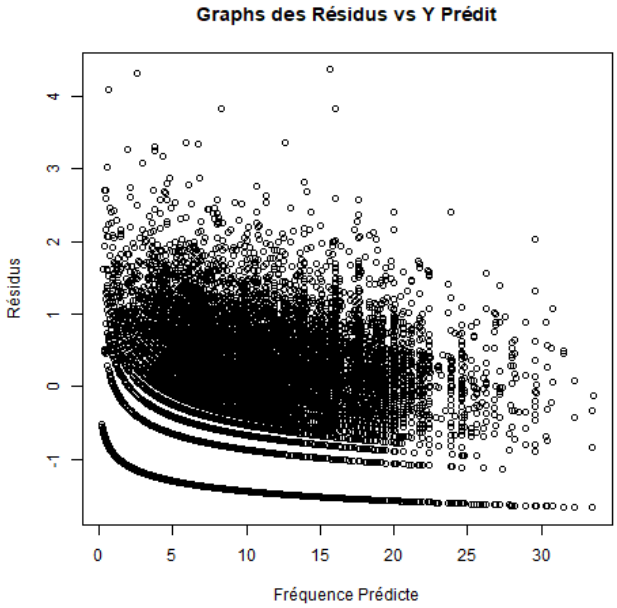
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte d'auxiliaires médicaux



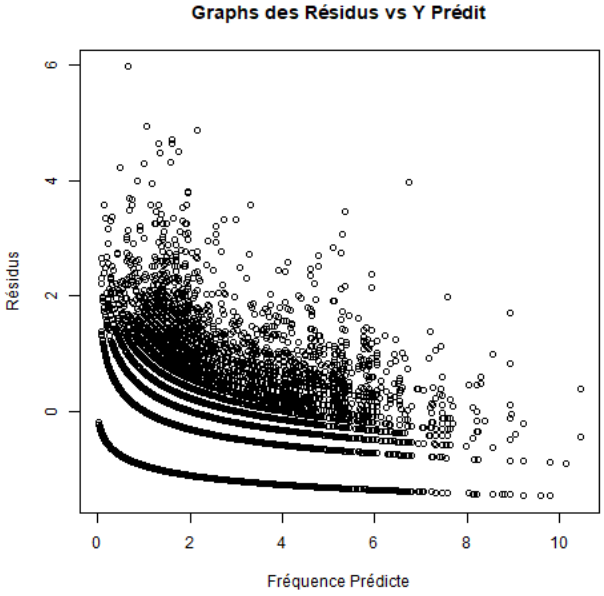
Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de verres



Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de pharmacie hono. simple conditionnement normal



Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de pharmacie 35%



Graphique des résidus avec la loi Binomiale Negative, acte de pharmacie 65%

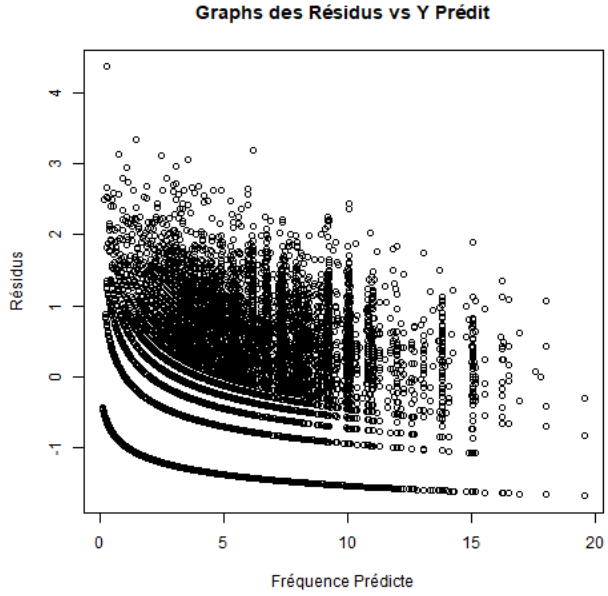
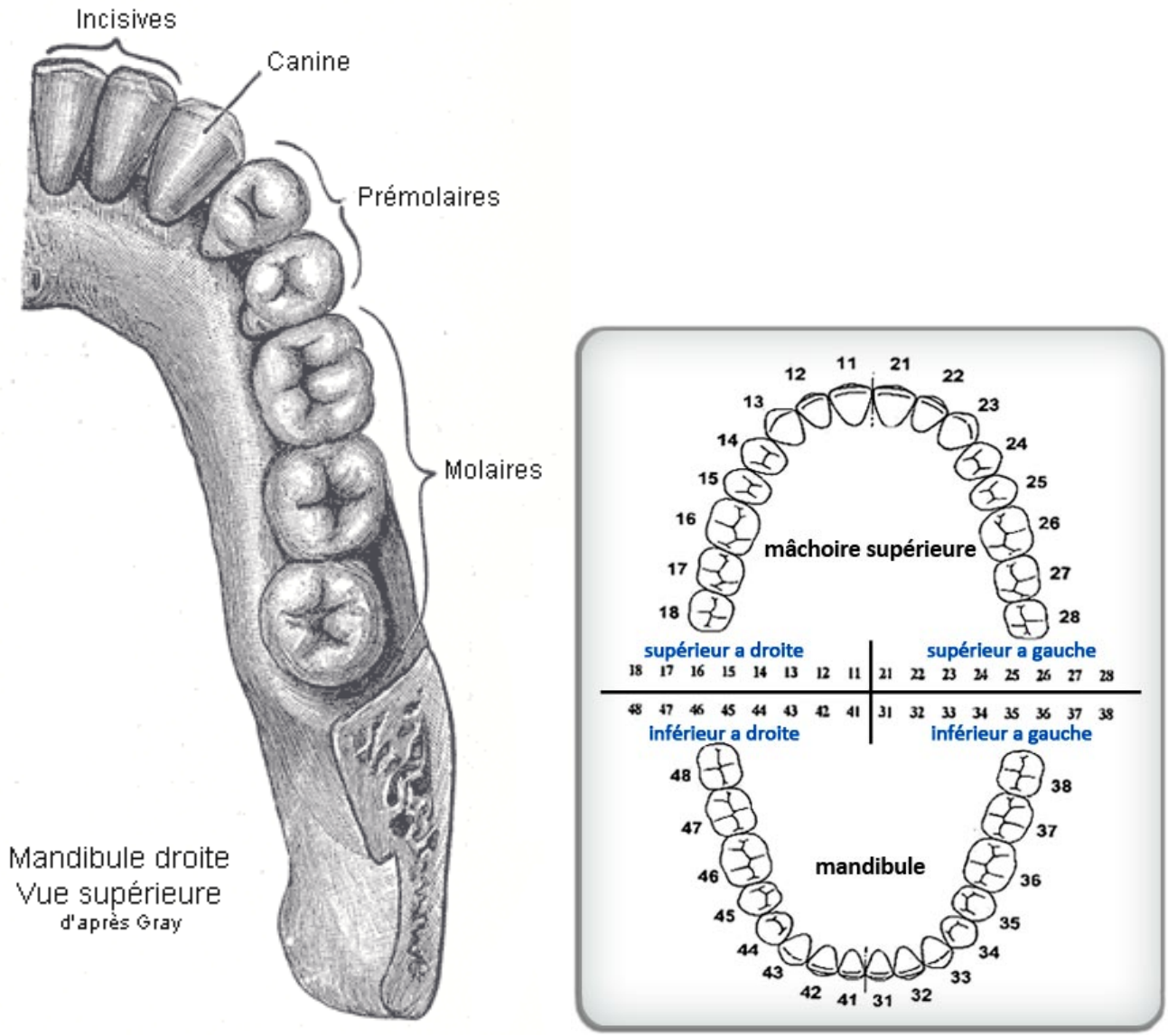



Figure C.8 – Les différents types de dents, et le système de numérotation dentaire FDI