Mémoire présenté le :

pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA
et l'admission à l'Institut des Actuaires

Par : Anicia MISCHLER

Titre : Déformation du comportement des assurés en santé en 2020

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

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

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires signature

Nicolas GARRIGUE

Catherine PIGEON

Adeline GERARD

Membres présents du jury de l'ISFA

Pierre RIBEREAU

Entreprise : SPAC Actuaires

Directeur de mémoire en entreprise :
Nom : Aurélie GRANVEAUX
Signature :

Invité :-
Nom :-
Signature :-

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

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat

Résumé

Mots-clés : Assurance santé, réforme 100% santé, Open Damir, CART, tarification

Le système de santé français est qualifié comme l'un des meilleurs au monde. Il évolue régulièrement du fait de nos dirigeants qui en repensent le fonctionnement afin de l'adapter au mieux aux besoins de la population, au regard des évolutions médicales dans une enveloppe budgétaire contrainte. Ainsi, ce système semblait conduire à privilégier, par la Sécurité Sociale, les remboursements de certains postes, laissant des postes comme l'optique, le dentaire et les audioprothèses aux organismes complémentaires, au profit des soins courants ou encore de l'hospitalisation. La dernière réforme du système de soins - nommée le « Reste à charge Zéro » ou encore le «100% Santé » - avait donc pour objectif d'améliorer les prises en charges de certains postes pouvant laisser un reste à charge significatif aux personnes, permettant ainsi à chacun de bénéficier de soins adaptés. La mise en place de cette réforme a été prévue de manière échelonnée entre 2019 et 2022.

En 2021, il est possible de s'interroger sur les premiers effets de la réforme, en optique et sur les couronnes dentaires, les paniers 100% remboursés étant arrivés début 2020. Ce mémoire propose d'étudier les évolutions des comportements des assurés face au nouveau système de remboursement de ces deux postes. Cependant, un facteur imprévu rend difficile la lecture de ces déformations comportementales : la pandémie de Covid-19 a provoqué des changements dans la vie des français au travers des diverses mesures prises afin de limiter la propagation du virus. Ce mémoire a donc pour objectif d'étudier l'ajustement des comportements des assurés à la fois au nouveau système de remboursement, mais également aux conséquences de la pandémie.

À l'aide de la théorie des arbres CART, les comportements des assurés issus de deux périmètres, les assurés du régime général de la Sécurité Sociale et les assurés d'un régime complémentaire, ont été étudiés au travers de deux métriques : la fréquence de consommation et le niveau des frais engagés. Les observations en optique et en dentaire sont très différentes : si les assurés les plus nécessiteux - notamment les assurés ayant des garanties plus faibles, ou encore les personnes âgées - ont eu recours à plus de prothèses dentaires en 2020 que les années précédentes, ce n'est pas le cas des équipements optiques, qui semblent avoir été plus impactés par la pandémie. L'intérêt des assurés pour les paniers 100% remboursés en dentaire a permis une baisse de leurs dépenses, surtout dans les régions où les tarifs étaient les plus élevés, tandis qu'en optique, cette baisse n'est pas uniforme.

Cette étude conduit à une nouvelle interrogation : quelles déformations comportementales constatées en 2020 resteront observables dans les années futures ? Une proposition de modélisation a donc été établie afin de décomposer les éléments pouvant avoir un impact sur la fréquence de consommation : les effets de saisonnalité, la pandémie et la réforme. Cette approche purement méthodologique, menée sur les prothèses dentaires, a permis d'isoler les déformations dues à la réforme, supposées pérennes, par rapport aux déformations induites par la pandémie, elles, temporaires.

Abstract

Key words : Health insurance, "100% santé" reform, Open Damir, Classification and Regression Trees (CART), pricing

The French Health system is qualified as one of the best in the world. It regularly evolves, according to the political leaders rethinking its functioning, with the aim to improve it according to the ever-changing medical needs of the population, under a constraint budget. However, this system seemed to prefer certain reimbursements such as hospitalisation or general medicine, while leaving other costs to complementary health insurances, for instance optical and dental care or hearing aid. The last health system reform - called "100% Santé" - was supposed to improve benefits, in particular for poorly reimbursed expenses, providing access for everyone to appropriate healthcare. This reform had been gradually implemented from 2019 to 2022.

In 2021, one may wonder about the first effects of this reform, since in optical and dental care, the 100% refunded equipements arrived in early 2020. This paper offers to study the evolution of people's behavior towards this new reimbursement's system. Nevertheless, an unexpected event makes the reform impact difficult to study : the Covid-19 pandemic. It has brought profound changes in people's daily life, through multiple measures adopted to limit the virus propagation. In that respect, this paper focuses both on the impact of the reform in people's consumption habits, and on the effects of the pandemic on their behavior.

Using Classification and Regression Trees methods, people's behavior from two areas - the insured people of the "Régime Général de la Sécurité Sociale" and the insured people of a complementary health insurance - had been studied on both frequency and cost aspects. The results on optical and dental care coverage are very different : if the neediest people – such as low-end contractors or the aged people - used more dental prostheses in 2020 than the previous years, conversely, optical equipements seemed to have been more impacted by the pandemic. The use of the 100% refunded equipements in dental care allowed to reduce expenses, especially in areas where the costs where the highest, while in optical care, this reduction is not uniform.

This leads to a question : which behavior's evolutions will still be observed in the years to come ? A modeling proposal had been established in order to decompose the elements having an impact on the consumption frequency : the seasonality, the pandemic and the reform. This methodological approach, carried out on the dental prostheses, allowed us to separate the reform effects on people's consumption, meant to be sustainable, from the pandemic's deformations, being temporary.

Remerciements

Je tiens à remercier toute l'équipe de Spac Actuaires, pour la confiance qu'ils m'ont accordée ainsi que leur aide, de près ou de loin, dans la réalisation de ce mémoire.
Plus particulièrement, je souhaite remercier ma tutrice Aurélie Granveaux pour ses remarques et ses conseils avisés, qui m'ont aiguillée tout au long de mes travaux, et pour tout le temps qu'elle m'a consacré. Egalement, je remercie Pierre Montesinos pour ses éclaircissements et son œil avisé.
Je souhaite par ailleurs remercier Brigitte Ecary, pour m'avoir permis de rejoindre cette équipe formidable, et pour sa relecture attentive.

Je remercie également mon tuteur, Xavier Milhaud, pour m'avoir suivie et conseillée, et plus généralement, toute l'équipe pédagogique de l'ISFA pour leur formation très complète.

Enfin, un grand merci à Maxime Papasian, pour sa patience et son aide précieuse sur bien des points.

Table des matières

Résumé **2**

Abstract **3**

Remerciements **4**

Introduction **7**

I Le système de santé en France **8**

1 Fonctionnement général du système de santé français **9**
1.1 La Sécurité Sociale 9
1.2 Les régimes d'assurance complémentaires 11

2 La prise en charge des actes médicaux **13**
2.1 Les remboursements de la Sécurité Sociale 13
2.2 L'intervention des régimes complémentaires 15

3 L'évolution du régime : la réforme "100% santé" **19**
3.1 Une réforme visant à limiter le renoncement aux soins 19
3.2 Les évolutions des prestations 19

4 Le comportement des assurés en santé **24**
4.1 La consommation en France 24
4.2 Phénomènes comportementaux : anti-sélection et aléa moral 24

II Présentation des différentes bases de données **26**

5 La Sécurité Sociale : la base OPEN DAMIR **27**
5.1 Présentation et retraitement 27
5.2 Regroupement des prestations 29
5.3 Population couverte par ces régimes 30

6 Etude d'un régime complémentaire **32**
6.1 Présentation et retraitement 32
6.2 Démographie du portefeuille 33
6.3 Détail des prestations des deux niveaux de garantie 34

7 Une première approche de l'évolution de la consommation **36**
7.1 Statistiques générales sur l'ensemble des dépenses en santé 36

7.2 Statistiques détaillées sur les postes concernés 37

III Déformation des comportements des assurés en 2020 **46**

8 Les arbres CART **47**
8.1 Construction de l'arbre 48
8.2 Arrêt de la procédure de segmentation 49

9 Evolution de comportements en optique **52**
9.1 Coût moyen des verres 52
9.2 Coût moyen des montures 59
9.3 Fréquence de consommation des verres 62
9.4 Fréquence de consommation des montures 66
9.5 Synthèse des observations en optique 69

10 Evolution des comportements en dentaire **71**
10.1 Coût moyen des prothèses dentaires 71
10.2 Fréquence de consommation des prothèses dentaires 78
10.3 Les couronnes transitoires 83
10.4 Synthèse des observations en dentaire 85

IV Projection de la consommation en 2021 **87**

11 Modélisation de la fréquence de consommation des prothèses dentaires **88**
11.1 Présentation du modèle retenu 88
11.2 Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes transitoires 91
11.3 Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives 95

12 Validation et limites du modèle **98**
12.1 Significativité du modèle et étude des résidus 98
12.2 Hypothèses établies et limites du modèle 101

13 Calcul de la prime pure et tests de sensibilité sur les paramètres **102**
13.1 Evaluation du coût moyen à fin 2020 102
13.2 Evolution de la prime pure depuis 2018 103
13.3 Tests de sensibilité de la prime pure 104

Conclusion **106**

Bibliographie **107**

Table des figures **110**

Liste des tableaux **111**

Annexes **113**

Introduction

Grâce au système de santé français régulièrement réformé, le reste à charge des français concernant leurs dépenses de santé est très faible : sur des dépenses moyennes annuelles par personne d'environ 3000 €, le reste à charge moyen des assurés se situait à 210 € par personne par an en 2019, soit environ 7% des dépenses. Toutefois, certains postes comme l'hospitalisation ou les soins courants étaient bien mieux remboursés dans ce système, qui délaissait d'autres postes assez onéreux, mais considérés comme moins vitaux comme l'optique, le dentaire ou encore les audioprothèses.
Sur ces postes, le renoncement aux soins assez élevé a conduit à une réforme du système, afin de permettre à chacun de bien voir et bien entendre, ainsi que de bénéficier de prothèses dentaires s'il en a besoin. Après de longues négociations avec les acteurs de santé, que ce soient les professions médicales ou les organismes d'assurances, la réforme 100% santé a été présentée lors du congrès de la Mutualité Française, et sa mise en place a été prévue de manière échelonnée de 2019 à 2022.

Suite à l'introduction des paniers 100% remboursés en optique et en dentaire début 2020, les premiers effets de la réforme peuvent être constatés dès ce premier exercice : si l'objectif serait atteint concernant les couronnes dentaires, ce ne serait pas le cas pour les équipements optiques puisque d'après un communiqué de la direction de la Sécurité Sociale de janvier 2022 [1], seulement 10% des patients en optique ont choisi, au moins partiellement, leur équipement dans la gamme 100% remboursée. Cependant les déformations comportementales induites par ces changements de remboursement sont difficiles à identifier en raison de la pandémie de Covid-19 qui a malmené globalement le système de santé en 2020 et provoqué des modifications inattendues dans la vie et donc dans le comportement des assurés. Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'ajustement des dépenses des assurés à la réforme 100% santé, mais également les effets de la pandémie sur leurs habitudes de consommation.

Une première partie présentera le contexte général, à savoir le système de santé en France, ses différents acteurs et son fonctionnement. Dans cette partie seront également présentées les évolutions impliquées par la réforme 100% santé, et leurs dates de mise en place.
Puis, les comportements des assurés en santé étant différents selon leurs caractéristiques individuelles, l'évolution de la consommation des assurés sera étudiée à l'aide de la théorie des arbres CART, afin de mettre en évidence les caractéristiques individuelles impactant le plus leurs dépenses et fréquences de consommation. Cette étude sera menée sur la base Open DAMIR, qui recense les remboursements de la Sécurité Sociale, ainsi que sur un régime complémentaire couvrant un grand nombre de bénéficiaires afin de mettre en exergue l'impact que peut avoir le niveau de garantie sur la consommation des assurés.
Enfin, une dernière partie proposera une modélisation de la fréquence de consommation des prothèses dentaires ; cette partie a pour objectif de séparer les effets de la réforme et de la pandémie sur la consommation des assurés, afin d'utiliser cette modélisation à des fins de tarification.

1. [8] : Direction de la Sécurité Sociale, (Communiqué de suivi de la réforme 100% santé), 25 janvier 2022

Première partie

Le système de santé en France

Chapitre 1

Fonctionnement général du système de santé français

En France, le système de santé repose sur le principe d'assurance. Il doit son fonctionnement à trois entités : la Sécurité Sociale, l'assurance maladie complémentaire et les assurés à travers le financement du reste à charge. La Sécurité Sociale apporte une couverture universelle à toutes les personnes de nationalité française ou résidant de manière régulière en France, l'assurance maladie complémentaire permet de compléter les remboursements de la Sécurité Sociale. L'Etat, à travers la législation, encadre et lie ces activités d'assurance.

1.1 La Sécurité Sociale

La Sécurité Sociale a été créée en 1945 dans le but d'apporter à l'ensemble de la population les minima essentiels et vitaux dont elle a besoin. Son objectif était d'uniformiser les couvertures déjà existantes afin d'avoir un unique régime en France qui couvrirait tous les français.

Elle se décompose en cinq branches : Maladie, maternité, invalidité et décès ; Accidents du travail et maladies professionnelles ; Vieillesse et veuvage ; Famille ; Autonomie.

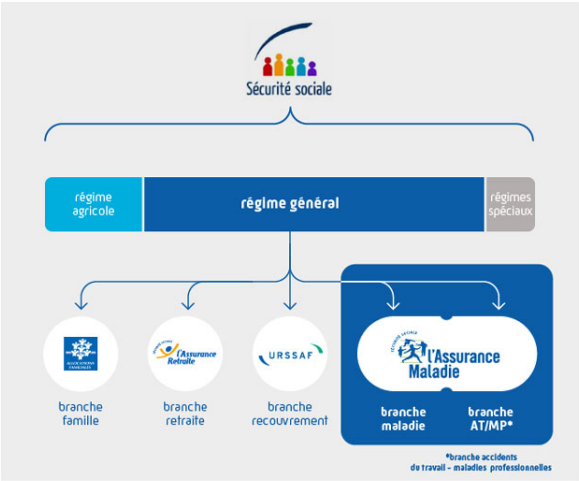


FIGURE 1.1 – Les branches de la Sécurité Sociale

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'assurance santé, intégrée à la branche maladie. Cette branche a pour but d'améliorer la santé de la population tout en maîtrisant les dépenses de santé.

1.1.1 Le financement du régime général

Les ressources de la branche maladie de la Sécurité Sociale proviennent à plus de 90% des cotisations et contributions : les salariés contribuent à hauteur de 16% environ de leurs revenus bruts, et les employeurs à environ 29% des salaires versés[1]. Le fonctionnement de ce régime se fait donc sur le principe de la solidarité entre les assurés, et ainsi chacun cotise en fonction de ses revenus.

De plus, les impôts, comme par exemple les taxes sur le tabac ou l'alcool contribuent à hauteur de 9% au financement de l'Assurance maladie.

1.1.2 Les régimes de la Sécurité Sociale

Les assurés sont affiliés à un des différents régimes de la Sécurité Sociale selon leur catégorie socio-professionnelle.

Le Régime général couvre la majeure partie de la population puisqu'il concerne les salariés du secteur privé et les travailleurs indépendants, ainsi que leurs ayants droit, soit 88% des français. Il peut être noté le cas exceptionnel de l'Alsace-Moselle qui bénéficie d'un régime particulier s'ajoutant au Régime général.

Le régime agricole, géré par la Mutualité Sociale Agricole (MSA), couvre les exploitants, les salariés d'entreprises agricoles et leurs ayants droit, soit 5% de la population française.

Enfin, il existe également 27 régimes spéciaux qui couvrent notamment les fonctionnaires, la SNCF, ou encore les employés et clercs de notaires.

Au fil des années, ces régimes particuliers tendent à disparaître : de plus en plus les prestations sont alignées entre les régimes et parfois même des régimes particuliers sont intégrés dans le Régime général comme pour le Régime des indépendants en 2018.

1.1.3 La Complémentaire Santé Solidaire (C2S) - 2019

Depuis 1999, afin de permettre aux personnes ayant des revenus modestes d'accéder eux aussi à des soins de qualité sans pour autant avoir un reste à charge conséquent, une couverture complémentaire a été mise en place, à adhésion gratuite ou payante selon leurs revenus.

Avant 2019, une distinction était faite entre la Couverture Maladie Universelle Complémentaire (CMU-C) obtenue à titre gratuit, et l'Aide au paiement d'une Complémentaire Santé (ACS) qui permettait de souscrire à la CMU-C moyennant le paiement d'une cotisation. Or une partie de la population pouvait prétendre à l'ACS mais n'en faisait pas la demande. Ces deux entités ont alors été remplacées le 1er novembre 2019 par la Complémentaire Santé Solidaire (C2S) afin d'en simplifier le fonctionnement et ainsi lutter contre le non recours à l'ACS.

1. [6] : https ://assurance-maladie.ameli.fr/qui-sommes-nous/notre-fonctionnement/financement/principes-generaux/principes-generaux, (Financement de la Sécurité Sociale), site consulté en août 2021

Environ 7 millions de personnes étaient couvertes par la C2S à fin 2019, tous régimes confondus, soit presque 9% de la population française. Les plafonds d'éligibilité sont régulièrement réhaussés afin de permettre à une plus grande part de la population d'y prétendre, faisant ainsi passer de 5 millions à 7 millions le nombre de bénéficiaires en 10 ans. Le plafond d'attribution de la C2S gratuite était fixé en 2020 à 9 041€ par an pour une personne seule vivant en métropole, et 12 205€ pour bénéficier de la C2S payante [1].

Ces plafonds varient selon le nombre de personnes vivant dans le foyer, et sont différents en métropole et dans les DOM. En plus de ces conditions de ressources, pour pouvoir bénéficier de la C2S il faut également résider en France de manière régulière, et depuis plus de 3 mois.

Nombre de personnes vivant dans le foyer	Plafond C2S gratuite	Plafond C2S payante
1	9 041 €	12 205 €
2	13 561 €	18 307 €
3	16 273 €	21 969 €
4	18 985 €	25 630 €
Par personne en plus	3 616 €	4 882 €

TABLE 1.1 – Montants des plafonds annuels de la C2S en métropole

La C2S est financée entièrement par les complémentaires santé, au travers de la Taxe de Solidarité Additionnelle (TSA), prélevée sur les cotisations des contrats complémentaires. Cette taxe s'élève à 13,27% pour les contrats responsables, contre 20,27% pour les autres.

Dans ce régime, l'adhésion se fait par foyer fiscal, donc les enfants et le conjoint du demandeur adhèrent automatiquement au régime avec lui.

1.2 Les régimes d'assurance complémentaires

Pour compléter les prestations versées par ces régimes obligatoires de base, il existe des contrats d'assurance complémentaires qui peuvent être souscrits par les entreprises dans le cadre collectif pour assurer leurs salariés, et par des particuliers dans le cadre individuel. Ces contrats sont souscrits auprès des organismes d'assurance, c'est-à-dire des institutions de prévoyance, des mutuelles ou des sociétés d'assurance :

— Les institutions de prévoyance ont la particularité de gérer principalement des contrats collectifs : ce sont des sociétés à but non lucratif, dont la gestion est paritaire. Elles sont peu nombreuses en France, seulement 33[2] à fin 2020.

— Les mutuelles : régies par le code de la mutualité, elles évoluent selon une logique de solidarité entre les adhérents et sont donc à but non lucratif. En nette baisse depuis maintenant plusieurs années, elles n'étaient plus que 369[2] à fin 2020.

— Les sociétés d'assurance dépendent du code des assurances, et se séparent en deux sous-catégories : les sociétés anonymes qui ont pour but que les contrats proposés aux assurés soient bénéficiaires, bénéfice qui sera ensuite reversé aux actionnaires, et les sociétés d'assurance mutuelle qui elles, ont un objectif non commercial.

1. [7] : https ://www.complementaire-sante-solidaire.fr/plafond-complementaire-sante-solidaire, (Plafond d'attribution de la complémentaire santé solidaire 2021). Site consulté en août 2021.
2. [5] : ACPR. (2020). Rapport annuel 2020

Les contrats individuels sont conclus entre un organisme d'assurance et un assuré. L'assuré adhère généralement à une offre parmi une gamme proposée par l'assureur, et la cotisation payée dépend du niveau de garantie choisi, de l'âge et souvent de la région d'habitat de l'assuré.

Les contrats collectifs d'entreprise peuvent être mis en place soit par accord entre l'employeur et les représentants des salariés à l'échelle de l'entreprise, soit par un référendum, ou encore par décision unilatérale de l'employeur.

Depuis 2016, l'Accord National Interprofessionnel (ANI) du 11 janvier 2013 rend obligatoire la mise en place d'un contrat collectif au sein d'une entreprise, et celui-ci doit respecter un panier de soins minimum. Ces contrats sont obligatoirement proposés à l'ensemble des salariés et sont à adhésion obligatoire, sauf en cas de dispense. Il est également parfois possible pour un salarié de faire bénéficier son conjoint ou ses enfants de sa complémentaire santé.
De plus, afin de bénéficier d'avantages fiscaux et sociaux, l'entreprise peut souscrire un contrat dit "responsable" qui respecte un certain nombre de règles détaillées dans la suite, notamment sur les remboursements qu'il doit ou ne doit pas prévoir.

Un régime collectif peut prévoir plusieurs niveaux de couverture, dont le choix est laissé au salarié, mais un régime socle doit couvrir l'ensemble des salariés. La cotisation à un régime complémentaire est financée à la fois par l'employeur et l'employé : l'employeur est tenu de financer a minima 50% de la couverture socle mise en place.

Chapitre 2

La prise en charge des actes médicaux

2.1 Les remboursements de la Sécurité Sociale

2.1.1 Les actes remboursés

L'assurance maladie rembourse une grande partie des actes médicaux, qu'il est possible de séparer en grands postes : l'hospitalisation, les soins courants, l'optique, le dentaire et l'audiologie. Dans les soins courants se trouvent notamment les consultations médicales, les actes de laboratoire, de radiologie ou encore les médicaments.

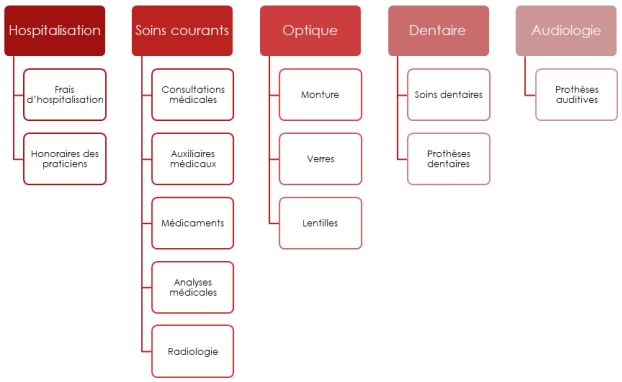


FIGURE 2.1 – Les actes pris en charge les plus courants

Cette section détaille le principe général de remboursement des actes, en apportant des explications supplémentaires à l'aide d'un exemple : les remboursements des consultations médicales. Les prises en charge des actes en optique, dentaire et audiologie ayant été redéfinies par la réforme 100% santé, celles-ci seront détaillées dans la section suivante traitant plus particulièrement de la réforme.

2.1.2 Le principe général

Pour chaque acte médical, la Sécurité Sociale définit une **base de remboursement** (BR) et un **taux de remboursement**.

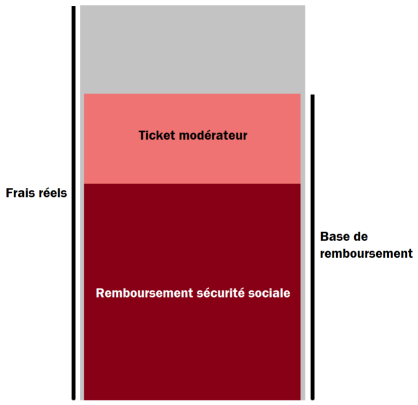


FIGURE 2.2 – Fonctionnement des remboursements de la sécurité Sociale

Les **frais réels** correspondent aux frais réellement engagés par l'assuré. Le remboursement de la Sécurité Sociale est défini par le produit de la base de remboursement et du taux de remboursement. Le **ticket modérateur** (TM) est l'écart entre le remboursement de la Sécurité Sociale et la base de remboursement.

Par exemple, pour le cas des consultations de médecin généraliste, la Sécurité Sociale a défini une base de remboursement de 25€ et un taux de remboursement de 70%. Cela signifie qu'elle remboursera à l'assuré $25 \times 70\%$, soit 17,5€ (moins 1€ de participation forfaitaire qui reste à la charge de l'assuré dans le cas des consultations). Le ticket modérateur est alors de $25 - 17,5$ soit 7,5€.
Les frais réels représentent ce qui est facturé par le médecin, par exemple s'ils sont de 35€, il restera à la charge de l'assuré avant intervention de sa complémentaire santé $35 - 17,5$, soit 17,5€ en plus de l'euro forfaitaire.

Les taux et bases de remboursement sont parfois différents entre le régime général et le régime Alsace-Moselle, mais sont identiques pour la plupart des régimes spéciaux.

2.1.3 La loi Douste-Blazy - 2004

Comme dans l'exemple précédent, les assurés sont tenus de participer au paiement de certains actes. Ce principe a été mis en place en 2004 par la loi Douste-Blazy : l'assuré participe à hauteur de 1€ pour les consultations médicales, les examens de radiologie ou encore les actes de biologie médicale (dans la limite de 50€ annuel et 4€ par jour). Cet euro forfaitaire a été étendu à 0,50€ par boîte de médicaments et acte médical et 2€ par transport sanitaire.

De plus, cette loi a mis en place le système du parcours de soin et du médecin traitant : afin de réduire l'attente chez certains médecins spécialistes, l'assuré doit consulter son médecin traitant au préalable, qui l'orientera si besoin vers le spécialiste concerné. Le non-respect de ce parcours de soin entraîne une baisse des remboursements, sauf chez certains spécialistes qui sont dits en "accès direct" : c'est le cas pour les gynécologues, ophtalmologues, psychiatres et stomatologues pour certains soins. De plus, l'assuré est tenu de consulter son médecin traitant plutôt qu'un autre médecin, sauf si la situation ne le permet pas (s'il est en déplacement loin de son domicile par exemple).

2.1.4 La limitation des tarifs opposables des médecins - 2014

Afin de réduire le coût d'une consultation chez le médecin, généraliste ou spécialiste, le Contrat d'Accès aux Soins a été mis en place en 2014. Cet accord signé entre l'Assurance maladie et les médecins, permet aux médecins signataires de bénéficier d'un allègement des cotisations sociales s'ils s'engagent à respecter des limites tarifaires.

Les médecins signataires de cette convention sont répartis selon deux secteurs : dans le secteur 1, le médecin s'engage à ne pratiquer aucun dépassement d'honoraires, et la consultation du médecin généraliste est fixée à 25€, tout comme la base de remboursement de la Sécurité Sociale. Les médecins de secteur 2 sont autorisés à pratiquer des dépassements d'honoraires mais s'engagent à ne pas augmenter le montant de leur dépassement d'honoraires durant 3 ans. De plus, un accord entre ces médecins conventionnés et l'assurance maladie a été signé en 2017, l'Option Pratique TArifaire Maîtrisée (OPTAM). Cet accord permet aux médecins conventionnés de secteur 2 de pratiquer des dépassements d'honoraires maîtrisés ; la base de remboursement d'un médecin signataire de l'OPTAM en secteur 2 est de 25€, tandis que celle d'un médecin non signataire de l'OPTAM en secteur 2 ne sera que de 23€ et il pourra fixer librement ses tarifs, ce qui peut amener l'assuré à devoir payer un reste à charge très élevé.

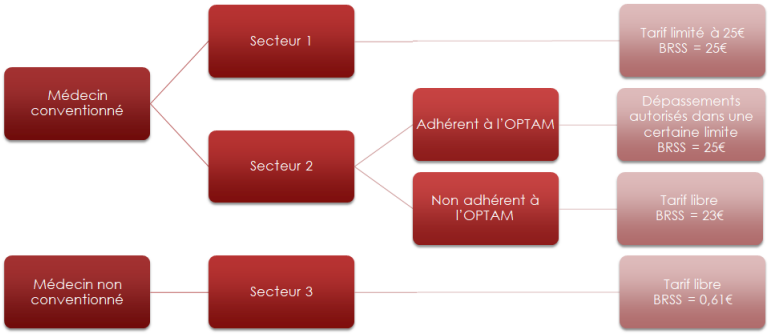


FIGURE 2.3 – Base de remboursement et prix limites de vente des médecins

Les médecins n'adhérant à aucun de ces dispositifs peuvent pratiquer les tarifs qu'ils souhaitent, mais l'assurance maladie dissuadent les assurés de consulter ces médecins en ne remboursant qu'une très faible part de la facture.

2.2 L'intervention des régimes complémentaires

La Sécurité Sociale ne rembourse donc qu'une partie des dépenses engagées par les assurés et rarement la totalité, c'est pourquoi l'adhésion à un contrat complémentaire est primordiale pour limiter le reste à charge.
En collectif, les contrats complémentaires sont soumis au cahier des charges de l'ANI, et doivent suivre un certain nombre de règles concernant la prise en charge des actes médicaux.

Le panier de soins minimum imposé par l'ANI prévoit le remboursement intégral du ticket modérateur sur les consultations, actes et prestations remboursables par l'assurance maladie, la totalité du forfait journalier hospitalier, au moins 125% du tarif conventionnel pour les actes prothétiques dentaires, et le remboursement des frais d'optique tous les 2 ans selon un minimum

de prise en charge lié au type de correction : cette période de 2 ans, applicable seulement pour les personnes de plus de 16 ans, est ramenée à un an en cas d'évolution de la vue (période de un an pour les moins de 16 ans, supprimée en cas d'évolution de la vue).

De plus, les contrats proposés dans le cadre de l'assurance collective au sein d'une entreprise doivent être collectifs et obligatoires, c'est-à-dire que l'adhésion doit être imposée à l'ensemble des salairés de l'entreprise et couvrir de la même façon une catégorie objective de salarié.

2.2.1 Le cahier des charges du contrat responsable

La législation dans ce domaine évolue fréquemment au gré des différents gouvernements. La dernière en date est la circulaire du 29 mai 2019, qui redéfinit le contrat responsable.

Afin d'être considéré comme responsable, un contrat complémentaire doit respecter des règles strictes :

— Il doit être **solidaire**, c'est-à-dire ne pas prendre en compte l'état de santé d'un des adhérents ;

— Enfin, il doit être **responsable** et respecter une série de critères concernant les prises en charge : tout comme le panier de soins minimum, il doit prendre en charge le ticket modérateur pour la plupart des actes remboursés par le régime général, à l'exception des cures thermales et des médicaments à prise en charge réduite. De même, il prend en charge l'intégralité du forfait journalier hospitalier, et avant la réforme 100% santé, les équipements optiques et les soins dentaires selon un minimum établi suivant le type d'équipement.
De plus, il ne doit pas prendre en charge l'euro forfaitaire laissé à la charge de l'assuré, ni les dépassements facturés en cas de non-respect du parcours de soin, et des plafonds de prise en charge sont imposés notamment en optique.

2.2.2 Les actes pris en charge

Comme détaillé précédemment, les complémentaires santé sont tenues de rembourser une part des actes pris en charge par le Régime général, mais elles peuvent également rembourser d'autres actes qui relèvent de la santé de l'assuré.

Par exemple, dans un contrat complémentaire, les prestations peuvent inclure les médecines douces comme l'ostéopathie, la chiropractie, les consultations d'un diététicien, etc. Le contrat peut également prendre en charge une partie de la chirurgie réfractive, la pose d'implant dentaire et aussi inclure un forfait maternité par exemple. En revanche, les complémentaires santé ne peuvent pas inclure dans leurs contrats le remboursement d'un acte qui ne relèveraient pas de la santé d'un assuré.

2.2.3 L'expression des garanties

Les prestations sont toujours données dans la limite des frais réels, mais peuvent être exprimées de différentes manières.

Elles peuvent être écrites en **pourcentage de la base de remboursement**, incluant ou non le remboursement de la Sécurité Sociale.
Dans l'exemple précédent d'une consultation médicale à 35€, la part du régime général est de 70%

de la base de remboursement. Un contrat pourrait par exemple rembourser cet acte à hauteur de 120% de la base de remboursement (de 25€), remboursement Sécurité Sociale inclus, ce qui répartirait la charge de cette consultation de la manière suivante :

		Participation forfaitaire
Frais réels	35 €	
Remboursement Sécurité Sociale	70% x 25 = 17,5 €	*(-1€)*
Remboursement complémentaire santé	50% x 25 = 12,5 €	
Reste à charge	35 - 120% x 25 = 5 €	*(+1€)*

TABLE 2.1 – Exemple de remboursement d'une consultation d'un généraliste

Elles peuvent aussi être écrites sans inclure le remboursement de la Sécurité Sociale.

Elles sont également parfois exprimées sous la forme d'un **forfait en euro** : c'est souvent le cas pour les équipements optiques ou auditifs par exemple. Tout comme dans le cas précédent, elles peuvent inclure ou non le remboursement de la Sécurité Sociale.
Par exemple, pour un équipement composé d'une monture à 80€ et de deux verres coûtant chacun 70€, le prix total de l'équipement est de 220€. Le forfait peut être global et donc inclure à la fois la monture et les verres, ou bien différencier les deux. Ci-dessous se trouve l'exemple d'un forfait global remboursant 200€ en incluant la Sécurité Sociale :

Frais réels	220 €
Remboursement Sécurité Sociale	BR x Taux = x €
Remboursement complémentaire santé	200 - x €
Reste à charge	220 - 200 = 20 €

TABLE 2.2 – Exemple 1 de remboursement d'un équipement optique

De même, si le contrat rembourse 200€ hors remboursement Sécurité Sociale, la complémentaire santé versera 200€, tout en s'assurant que l'assuré ne reçoive pas au total plus de 220€.

Frais réels	220 €
Remboursement Sécurité Sociale	BR x Taux = x €
Remboursement complémentaire santé	min(220 - x, 200) €
Reste à charge	220 - min(220, 200 + x) €

TABLE 2.3 – Exemple 2 de remboursement d'un équipement optique

Enfin, le contrat peut différencier la monture des verres : par exemple, si la garantie pour la monture est de 100€, et que celles pour les verres est de 50€ par verre, remboursement SS inclus :

	Monture	Verres
Frais réels	80 €	140 €
Remboursement Sécurité Sociale	$BR_{monture}$ x $Taux_{monture}$ = x_1 €	2 x BR_{verre} x $Taux_{verre}$ = x_2 €
Remboursement complémentaire santé	80 - x_1 €	100 - x_2 €
Reste à charge	0 €	40 €

TABLE 2.4 – Exemple 3 de remboursement d'un équipement optique

Les bases de remboursement et taux de la Sécurité Sociale dépendent du type de correction du verre. Ces valeurs sont détaillées en annexe A.

De même, il existe aussi des forfaits exprimés en pourcentage du Plafond Mensuel de la Sécurité Sociale (PMSS) qui se comportent exactement comme les forfaits en euros, à ceci près que le forfait évolue tous les ans.

Certaines garanties sont exprimées en **pourcentage des frais réels** : dans ce cas la complémentaire santé rembourse $x\%$ des frais engagés par l'assuré, moins le remboursement de la Sécurité Sociale.

Enfin, les contrats entrée de gamme remboursent souvent le minimum imposé par l'ANI, c'est-à-dire le ticket modérateur, et ces prestations peuvent être exprimées en **pourcentage du ticket modérateur**.

Chapitre 3

L'évolution du régime : la réforme "100% santé"

3.1 Une réforme visant à limiter le renoncement aux soins

Annoncée dans la campagne électorale d'Emmanuel Macron en 2017, cette réforme mise en place en 2018 a pour objectif de réduire le renoncement aux soins en proposant aux français des soins de qualité qui soient intégralement pris en charge par les organismes assureurs.

Le renoncement aux soins peut venir de divers facteurs, notamment la distance qui sépare le patient du professionnel de santé, le délai d'attente avant de pouvoir consulter ou encore la peur du diagnostic, mais le facteur le plus important est le facteur financier. En effet, la peur d'avoir un reste à charge trop élevé ou même de devoir avancer les frais représente le motif principal du renoncement aux soins, et encore plus pour les personnes dans des situations précaires. Avec la création de la CMU-C, les inégalités concernant l'accès aux soins avaient été réduites, mais restaient encore trop présentes sur certains postes particulièrement onéreux.

Le souhait du président était donc de cibler ces postes où le reste à charge était le plus élevé, et d'en rendre les soins plus accessibles : il s'agit de l'optique, du dentaire et de l'audiologie.

3.2 Les évolutions des prestations

Pour chacun de ces trois postes, la méthodologie est la même et passe par la création de paniers 100% remboursés à l'assuré. Celui-ci a le choix de se tourner vers un équipement qui lui sera complètement remboursé, ou vers un équipement qui lui apportera un confort supplémentaire (jugé non nécessaire) pour lequel il pourra avoir un reste à charge.

Pour cela, chacun des 3 acteurs influençant le reste à charge de l'assuré a un rôle à jouer : des prix limites de vente ont été fixés, la Sécurité Sociale a augmenté la base de remboursement et a fortiori sa prise en charge, et la complémentaire santé rembourse ce qu'il reste après la prise en charge de la Sécurité Sociale, donc augmente également ses prestations.

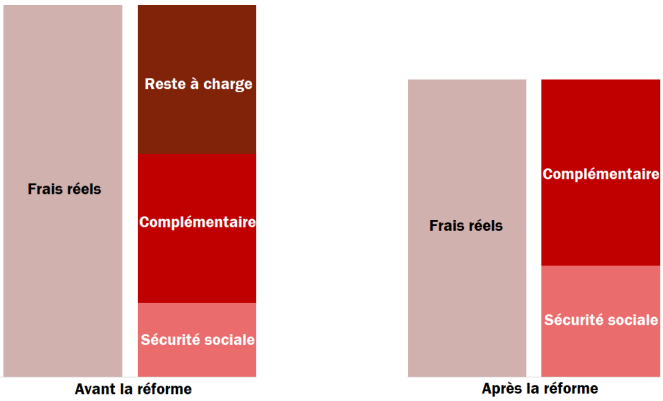


FIGURE 3.1 – Evolution des tarifs des postes 100% santé

3.2.1 Le poste optique

L'objectif premier de la réforme en optique est de permettre aux assurés d'avoir accès à des équipements de qualité avec un reste à charge nul. Sont concernés ici uniquement les équipements optiques, c'est-à-dire une monture et des verres de correction, mais pas les lentilles de contact par exemple. La mise en place de cette réforme se traduit par la création de 2 classes d'équipement : un panier de classe A à prise en charge renforcée dit 100% santé, et un panier de classe B.

Les équipements de classe A sont pris en charge en intégralité par les contrats frais de santé et la Sécurité Sociale. Les opticiens sont tenus de proposer aux assurés au moins 17 modèles différents de montures en deux coloris à moins de 30€, des verres pour toutes les corrections, ainsi que certains traitement de verres, notamment l'amincissement, le durcissement ou encore le traitement anti-reflet.
Pour ces équipements, la Sécurité Sociale a revu à la hausse sa prise en charge : en effet, la base de remboursement d'un verre était en moyenne de 5,20€, entre 2,29€ pour les corrections les plus faibles et 24,54€ pour les plus complexes. Dès le 1er janvier 2020, la base de remboursement de la Sécurité Sociale pour les verres de classe A passe à 10 voire 50€ selon la complexité du verre. Dans le cadre d'un contrat responsable, la complémentaire santé doit prendre en charge l'intégralité de la différence entre ce qui sera remboursé par la Sécurité Sociale et les frais réels (qui ne peuvent pas dépasser les prix limites de vente qui ont été fixés).

Concernant les équipements de classe B, ils ne seront que très peu remboursés par la Sécurité Sociale puisque la base de remboursement passe à 0,05€ pour un verre, quelle que soit sa correction, et 0,05€ également pour une monture. Le remboursement de la complémentaire santé dépend du contrat souscrit, mais reste encadré : pour un équipement simple, elle doit prendre en charge au minimum 100€, et 200€ pour un équipement complexe. Pour que le contrat reste responsable, elle doit également respecter la limite de prise en charge, fixée à 420€ pour les verres simples, 700€ pour les verres complexes, et 800€ pour les verres hypercomplexes. Autre changement notable, la limite de remboursement des montures est fixée à 100€, contre 150€ en 2019.

Il est possible de panacher des verres de classe A et une monture de classe B ou inversement.

CLASSE A « 100% santé »	CLASSE B prix libres (équipements simples/complexes)
Remboursement intégral (dans la limite du PLV)	Minimum prise en charge 100 € / 200€ Limite de prise en charge 420 € / 700€ ou 800€

FIGURE 3.2 – Récapitulatif des règles de prise en charge des équipements optiques

Ces mesures ont toutes pris effet au 1er janvier 2020.

Il est à noter que les bénéficiaires de la C2S ne sont remboursés que sur les équipements de panier A, et s'ils font le choix d'un équipement de panier B, celui-ci sera entièrement à leur charge.

Toutes ces évolutions ont pour objectif de permettre aux plus démunis d'être équipés de lunettes de bonne qualité s'ils en ont le besoin, et ce, à moindre coût.

3.2.2 Le poste dentaire

En dentaire, l'objectif visé par le gouvernement est de privilégier la médecine préventive : en effet, en maternelle, 23% des enfants d'ouvrier ont des caries non soignées, contre 9% des enfants de cadres [1]. Depuis 2020, l'assurance maladie prend donc en charge à 100% les dépistages ainsi que les soins qui pourraient en découler pour tous les jeunes de 3 à 24 ans, et ce tous les 3 ans. De plus, parce que la médecine préventive ne peut empêcher tous les maux, un travail a également été réalisé sur les prothèses dentaires, particulièrement onéreuses. Les tarifs des prothèses dentaires des paniers 100% santé et modéré sont plafonnés et leurs prix limites de vente ont été diminués progressivement depuis 2019. De la même manière que pour l'optique, la réforme passe par la répartition en paniers des actes à 100% remboursés et ceux qui pourraient avoir un reste à charge. Ainsi, en dentaire 3 paniers ont été créés : un panier dit 100% santé, un panier à reste à charge maîtrisé, et un panier à tarifs libres. L'affectation d'une prothèse à l'un de ces 3 paniers dépend du type de la prothèse, du matériau ainsi que de la position de la dent.

Pour le panier 100% santé, le remboursement est intégral dans la limite des prix limites de vente. Il comprend notamment les couronnes céramo-métalliques et zircone sur les dents visibles, les couronnes métalliques quelle que soit leur position, les bridges dans les mêmes conditions, une partie de l'inlay core et des couronnes transitoires, ainsi que les prothèses amovibles à base résine.

Pour le panier à reste à charge maîtrisé, les dentistes doivent respecter des prix limites de vente. La complémentaire santé doit rembourser au moins 125% de la base de remboursement.

Enfin, concernant les prothèses dentaires faisant partie du panier à tarifs libres, elles n'ont pas de limite de prix, mais doivent être prises en charge également à hauteur de 125% de la BR au minimum par les organismes assureurs.

1. D'après le dossier de presse du 13 juin 2018 du ministère des solidarités et de la santé.

Panier « 100% santé »	Panier « reste à charge maîtrisé »	Panier « tarifs libres »
Remboursement intégral (dans la limite du PLV)	Prix de vente limités pour les dentistes Minimum prise en charge 125% BR Pas de maximum de prise en charge	Pas de limitation des prix, Minimum prise en charge 125% BR Pas de maximum de prise en charge

FIGURE 3.3 – Récapitulatif des règles de prise en charge des prothèses dentaires

Concernant les bénéficiaires de la C2S, ils ne seront remboursés que des prothèses choisies dans les paniers sans reste à charge, et modérés, mais par pour celles du panier libre. Les prix limite de vente de ces prothèses sont moins élevés pour les assurés de la C2S que pour ceux du régime général.

La mise en place de ces mesures s'est effectuée sur 3 ans : dès avril 2019, les prix limites de vente ont été appliqués notamment aux couronnes fixes et transitoires des paniers 100% santé et modéré. Le panier 100% santé est entré en vigueur au 1er janvier 2020 pour les couronnes et les bridges, et au 1er janvier 2021 pour le reste des prothèses.

Les bases de remboursement des prothèses dentaires ont également évolué en 2019 et en 2020 :

Type de prothèse	BR avant réforme	BR après réforme	Date de mise en œuvre
Couronnes métalliques	107,50 €	120 €	01/01/2020
Couronnes céramo-métalliques	107,50 €	120 €	01/01/2020 pour les dents visibles 01/01/2022 pour les dents du fond
Couronnes transitoires	Non pris en charge	10 €	01/04/2019
Bridge	279,50 €	Pas d'évolution	
Inaly-core	122,5 € ou 144,05 €	90 €	01/04/2019
Inlay-Onlay	40,97 €	100 €	01/04/2019
Prothèses amovibles complètes en résine	365,50 €	Pas d'évolution	
Prothèses amovibles complètes métalliques	623,50 €	Pas d'évolution	

TABLE 3.1 – Evolution des bases de remboursement des prothèses dentaires

Ne seront traitées dans ce mémoire que les couronnes dentaires, métalliques et céramo-métalliques, ainsi que les couronnes transitoires.

3.2.3 Les évolutions en audiologie

Le taux d'appareillage en France est estimé à environ 30% des personnes souffrant de troubles de l'audition, alors qu'il est estimé à 50% en Allemagne et en Suède, et 40% au Royaume-Uni [2]. Plusieurs freins ont été identifiés, parmi lesquels le refus de porter un appareil visible, le déni dû au fait que la dégradation de l'audition est progressive mais également le coût de ces appareils. En effet, le tarif moyen d'une prothèse auditive est estimé à environ 1500€, avec une base de remboursement de la Sécurité Sociale s'élevant seulement à 200€ en 2018, soit un remboursement de 120€ de la part de la Sécurité Sociale.

L'objectif de cette réforme est donc de se rapprocher d'un taux d'appareillage d'une personne sur deux en proposant des équipements de qualité, mais pas seulement : l'accent est également mis sur la prévention, en mettant en place des bilans auditifs pour les plus jeunes. Tout comme en optique et dentaire, deux paniers ont été créés afin de permettre aux personnes en ayant le besoin de s'équiper à moindre coût : le panier de classe I, dit 100% santé, qui implique un remboursement intégral de la part des assurances maladie, et le panier de classe II.

Concernant le panier 100% santé, il doit inclure tous les types d'appareil, 12 canaux de réglage afin de permettre au consommateur d'avoir un appareil adapté à ses besoins, 30 jours minimum d'essai avant l'achat, 4 ans de garantie, des prestations de suivi, et au moins 3 options parmi une liste définie [3]. Pour les équipements de ces paniers, les prix limites de vente ont été fixés pour atteindre progressivement 950€ par appareil en 2021 (1300€ en 2019 et 1100€ en 2020).
Les équipements du panier de classe II ne sont pas soumis à une régulation concernant leurs prix de vente, mais leur prise en charge devra être comprise entre 400€ et 1700€, Sécurité Sociale incluse.

Enfin, pour l'ensemble des équipements, la Sécurité Sociale a augmenté progressivement sa prise en charge : la base de remboursement est passée de 200€ en 2018 à 400€ au 1er janvier 2021 (300€ en 2019 et 350€ en 2020).

La prise en charge intégrale des paniers 100% santé n'est entrée en vigueur que le 1er janvier 2021, l'étude de l'impact de cette réforme en audiologie ne fait donc pas partie de ce mémoire.

2. [9] : J. (2020, 11 avril). Le marché européen de l'appareillage auditif. Blog Audition. https ://www.elixir-audition.fr/marche-aide-auditive/le-marche-europeen-de-lappareillage-auditif/

3. Au moins trois options de la liste suivante doivent être proposées au consommateur : système anti-acouphène, connectivité sans fil (bluetooth), réducteur de bruit du vent, synchronisation binaurale, directivité microphonique adaptative, bande passante élargie $\geq$ 6 000 Hz, fonction apprentissage de sonie, dispositif anti-réverbération

Chapitre 4

Le comportement des assurés en santé

4.1 La consommation en France

La France est connue pour son système de protection sociale très généreux ; en 2017, les dépenses totales de protection sociale atteignaient 34% du PIB, ce qui classe la France en première place en Europe [1]. En 2019, la consommation de soins et de biens médicaux (CSBM) atteint 208 milliards d'euros, dont la majeure partie des dépenses provient de la Sécurité Sociale (78%), puis des complémentaires santé ou aides d'Etat (15%), laissant à la charge des ménages environ 7% des dépenses, soit environ 210€ par habitant [2].

Cette valeur totale des biens et services de santé ne tient compte que des dépenses liées à une perturbation provisoire de la santé des français, et pas des soins des personnes handicapées ou des personnes âgées en institutions.
La CSBM comprend les soins hospitaliers, les soins de ville (consultations, analyses, auxiliaires médicaux), la consommation de médicaments, les transports de malade, et d'autres biens médicaux comme les équipements optiques, prothétiques et autres matériels.

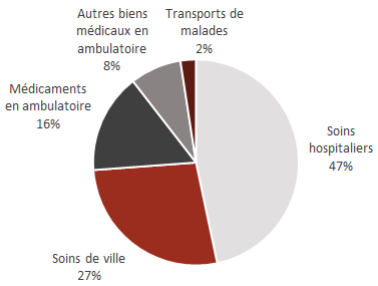


FIGURE 4.1 – Répartition des dépenses de la CSBM en 2019

4.2 Phénomènes comportementaux : anti-sélection et aléa moral

Ce haut niveau de protection peut conduire les assurés à adopter un comportement différent de ceux ayant une couverture moins bonne : en effet, un assuré sachant qu'il est bien couvert n'aura pas peur de tomber malade ou de casser ses lunettes, on parle ici d'aléa moral.
Une autre distorsion de comportement, appelée le phénomène d'anti-sélection, est observée parmi

1. [3] : Protection sociale en Europe, portrait social | Insee. (2020). INSEE. https ://www.insee.fr/fr/statistiques/4797648 ?sommaire=4928952
2. [2] Les dépenses de la santé en 2019 en France. (2020). DREES.

les assurés d'une complémentaire santé à plusieurs niveaux de garantie : l'assuré choisit son contrat en fonction de son état de santé, dont l'assureur n'a pas conscience.

4.2.1 L'aléa moral

Deux types d'aléa moral sont à différencier : l'aléa moral ex-ante et l'aléa moral ex-post.

L'aléa moral ex-ante correspond à une situation dans laquelle l'assuré, sachant qu'il est couvert, va adopter un comportement susceptible d'augmenter la fréquence de renouvellement des soins : en santé, cela correspond à une dégradation de sa santé qui impliquerait une fréquence de consommation des soins plus importante. Ce type d'aléa est relativement limité en santé dans la mesure où il impacte négativement l'état de santé et donc le bien-être de l'assuré.
Concernant l'aléa moral ex-post, il intervient après que le besoin de soin se soit déclaré : l'assuré va faire moins attention au montant qu'il dépense pour se soigner que s'il n'était pas couvert, puisqu'il n'en subira pas les conséquences financières. Mais cette augmentation de la dépense ne serait pas toujours une volonté de sa part : lors d'un besoin d'équipement optique ou d'une prothèse dentaire par exemple, il serait possible que le praticien puisse avoir tendance à établir le devis en fonction de la garantie qui couvre l'assuré, afin de facturer le montant qui lui sera remboursé.

4.2.2 L'anti-sélection

Alors que l'aléa moral est une déformation du comportement une fois le contrat souscrit, le phénomène d'anti-sélection s'observe au moment du choix de la complémentaire santé. Un assuré qui sait avoir des problèmes de santé, ou un besoin particulier va chercher un contrat qui rembourse mieux les postes dont il a besoin. C'est ici un cas d'asymétrie d'information puisqu'il s'agit d'une caractéristique privée de l'assuré dont l'assureur ne peut pas avoir connaissance.
Nous verrons dans la suite que ce phénomène s'observe particulièrement bien dans les complémentaires à plusieurs niveaux de garantie, les assurés étant couverts par un niveau de garantie élevé consomment plus en fréquence que ceux couverts par un niveau plus faible.

Ces phénomènes comportementaux s'observent différemment selon les caractéristiques des assurés, c'est pourquoi l'étude de l'évolution des comportements passera au préalable par l'élaboration de catégories d'individus ayant une consommation semblable.

Deuxième partie

Présentation des différentes bases de données

Chapitre 5

La Sécurité Sociale : la base OPEN DAMIR

5.1 Présentation et retraitement

Depuis 2015, la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM) publie chaque année les remboursements qu'elle a effectués pour l'ensemble des prestations qu'elle prend en charge, sous la forme de données agrégées afin d'anonymiser les remboursements et ainsi rendre impossible l'identification d'un individu.
Ces données proviennent d'une extraction du Système National Inter Régimes d'Assurance Maladie (SNIIRAM), et regroupent donc l'ensemble des dépenses des régimes obligatoires qui ont été effectuées sur une année comptable, mais dont la survenance date parfois de quelques années auparavant. Sont étudiées ici les années de survenance 2018 à 2020.

Les prestations sont détaillées selon plusieurs axes d'analyse :

— La période concernée ;
— Le type de prestation ;
— Le bénéficiaire des soins ;
— Le professionnel de santé exécutant ;
— Le professionnel de santé prescripteur.

Pour chacune des dépenses, plusieurs montants sont indiqués : la base de remboursement, les frais réels, le taux de remboursement, le montant remboursé, le dépassement ainsi que la quantité.
Au total, 55 variables expliquent un peu moins de 400 millions de lignes de prestations chaque année.

Ces variables ne sont pas toutes pertinentes pour la suite de l'étude, une sélection a donc été faite afin d'alléger la base de données ; ont été gardées pour la suite :

— Les variables décrivant le bénéficiaire : son sexe, la tranche d'âge à laquelle il appartient, son statut (Régime Général ou Alsace Moselle, bénéficiaire de la C2S ou non) ;
— La variable décrivant la nature de la prestation, ayant permis dans la suite de décliner les prestations en poste et sous-poste ;
— Les variables de montant : la base de remboursement, les frais engagés, le remboursement, le taux de remboursement et la quantité ;

— Les variables pour la période : les mois et années de survenance, ainsi que les mois et années comptables ;
— La région du professionnel de santé exécutant ;
— La variable décrivant le type de remboursement : en effet, les remboursements des régimes spéciaux, notamment le Régime Alsace Moselle, sont écrits sur deux lignes, une pour le remboursement au titre du régime général et une autre pour le remboursement au titre du régime Alsace Moselle. Cette variable permet donc de connaître le type de la prestation.

Frais Réels	Base de remboursement	Taux de remboursement	Montant remboursé	Type de remboursement
206	0.00	30	8.98	4
206	29.88	60	17.92	0

FIGURE 5.1 – Exemple de remboursement dans la base Open Damir

La figure précédente montre un exemple de remboursement pour des verres, pour un individu bénéficiaire du régime d'Alsace Moselle. Ses verres lui ont couté 206€, la première ligne correspond au remboursement au titre du régime Alsace Moselle, ce qui est identifié grâce au type de remboursement codifié "4" ("Supplément Alsace Moselle"), ainsi qu'au taux de remboursement de 30%.

D'autres variables concernant le type de la prestation ont été gardées, notamment si le ticket modérateur est exonéré, ou encore la place dans le parcours de soin de l'acte, afin de pouvoir expliquer des remboursements qui seraient particulièrement élevés.

De même, un certain nombre de lignes ont été supprimées car elles n'entraient pas dans le cadre de l'étude ou que des données importantes étaient manquantes :

— Cette base de données regroupe toutes les prestations de santé et de prévoyance, sont donc supprimées les prestations relatives à l'invalidité, l'arrêt de travail et maladie professionnelle ainsi que l'assurance décès (2% des lignes).
— Afin de pouvoir comparer les années de survenance sur le même périmètre, n'est gardée pour l'année de survenance n que l'année comptable n (11% des lignes).
— Le sexe et l'âge étant des variables très importantes pour cette étude, les lignes pour lesquelles elles ne sont pas renseignées sont supprimées (ce qui ne représente qu'une très faible proportion des données, environ 0.1%).
— De même, une partie du travail sera d'expliquer les dépenses en fonction de l'appartenance ou non au régime de la C2S, ou encore au régime Alsace-Moselle, les lignes pour lesquelles l'identification du régime n'est pas possible ont été supprimées. Comme expliqué dans l'exemple de remboursement ci-dessus, la variable du type de remboursement est très importante : sans elle, tous les frais réels des actes remboursés sur 2 lignes seraient comptabilisés en double. Les lignes pour lesquelles cette variable n'est pas renseignée ont été supprimées (45% des lignes).
— Enfin, la région du professionnel de santé n'étant renseignée que dans environ 80% des cas, elle a été croisée avec la région de l'établissement auquel était rattaché le professionnel de santé. Les lignes pour lesquelles aucune région n'était identifiable ont été supprimées (environ 0.4% des lignes).

Ces retraitements amènent à travailler avec une base d'environ 190 millions de lignes par an pour 16 variables, dont le détail est donné ci-dessous.

Variables de la base retraitée	Définition
BEN_CMU_TOP	Appartenance à la C2S
BEN_SEX_COD	Sexe du bénéficiaire
PRS_ACT_QTE	Nombre d'actes
PRS_DEP_MNT	Dépassement d'honoraires
PRS_PAI_MNT	Frais réels
PRS_REM_BSE	Base de remboursement
PRS_REM_MNT	Montant remboursé
SOI_ANN	Année de survenance
SOI_MOI	Mois de survenance
EXO_MTF	Motif d'exonération du ticket modérateur
MTM_NAT	Motif de modulation du ticket modérateur
PRS_NAT	Nature de prestation
PRS_REM_TAU	Taux de remboursement
PRS_REM_TYP	Type de remboursement
EXE_REG_REC	Région d'exécution des soins
AGE_BEN_REC	Âge du bénéficiaire

TABLE 5.1 – Détail des variables de la base Open Damir retraitée

5.2 Regroupement des prestations

La base Open Damir différencie les prestations selon environ 1100 codes différents. Afin d'avoir une vision un peu plus globale de la consommation en santé des français, ces prestations ont été regroupées en postes et sous-postes, selon la segmentation présentée en partie 2.1.1.
Le détail de la répartition est donnée en annexe B. Il est à noter que certaines prestations ne sont pas incluses dans cette répartition car elles relèvent de la prévoyance, ou encore d'aides financières. De plus, une partie des prestations étaient absentes de certains mois de données ou ne représentaient qu'une part extrêmement faible des remboursements (de l'ordre de 0.05%), et ont donc été jugées négligeables pour l'étude.

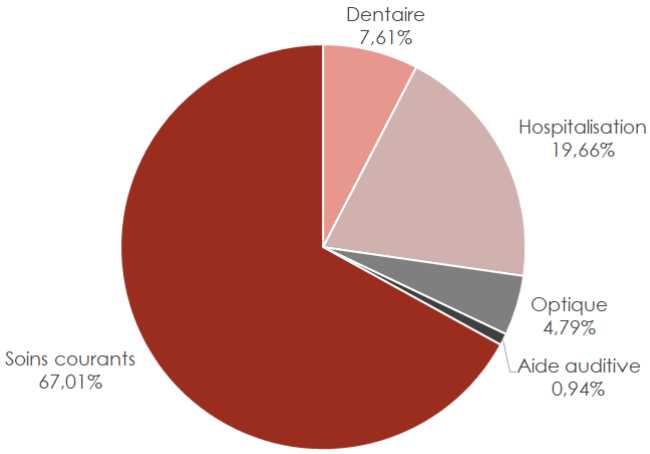


FIGURE 5.2 – Répartition de la consommation en santé par poste, entre 2018 et 2020

Comme le montre la figure ci-dessus, les soins courants représentent une part importante de la consommation en santé des français. Contrairement aux chiffres donnés chaque année par l'INSEE concernant la consommation de soins et biens médicaux (CSBM), où l'hospitalisation représente presque 50% de la consommation, ce poste est sous-représenté dans ce jeu de données.

En effet, les dépenses hospitalières des établissements publics ne sont pas prises en compte dans la base Open Damir, hormis pour la facturation directe.

Parmi les soins courants, la pharmacie est la part la plus importante avec plus d'un tiers des dépenses, puis avec les consultations et les actes d'imagerie, ils représentent les trois postes dans lesquels les français engagent le plus de dépenses.

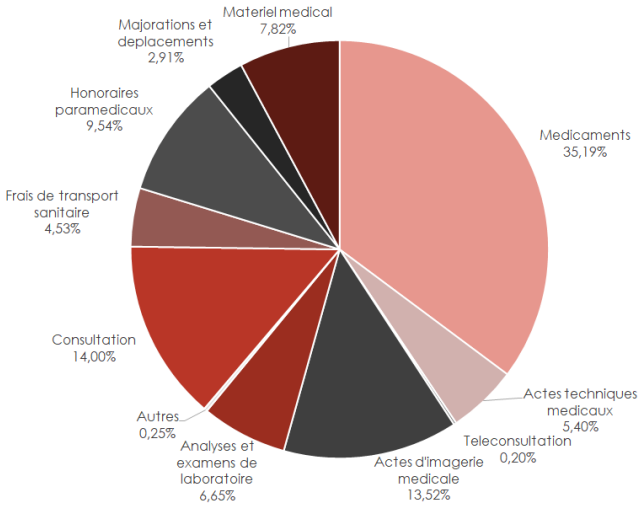


FIGURE 5.3 – Répartition de la consommation parmi les soins courants, entre 2018 et 2020

5.3 Population couverte par ces régimes

Le régime général de la Sécurité Sociale est un régime obligatoire, et couvre en théorie la totalité de la population française. Dans la base Open Damir, les données étant agrégées pour qu'un utilisateur ne puisse pas être en mesure d'identifier une personne en particulier, nous ne pouvons pas connaître avec exactitude la répartition des assurés par âge, sexe et lieu de résidence au cours des trois dernières années. Il a été décidé d'approcher ces effectifs par la population française ; en effet, le régime général regroupait 59,2 millions de personnes [1], tandis que le régime agricole en dénombrait 5,5 millions en 2019 [2], soit pour ces deux régimes 96% de la population française. Les effectifs retenus sont donc les estimations de l'INSEE pour les années 2018, 2019 et 2020 [3].

1. [1] : Direction de la Sécurité Sociale. (2020). Les chiffres clés de la Sécurité Sociale 2019.
2. [13] : https ://www.msa.fr/lfy/chiffres-utiles-msa (Les chiffres utiles de la MSA), site consulté en août 2021
3. Estimation de la population au 1er janvier 2021. (1975–2021). [Base de données]

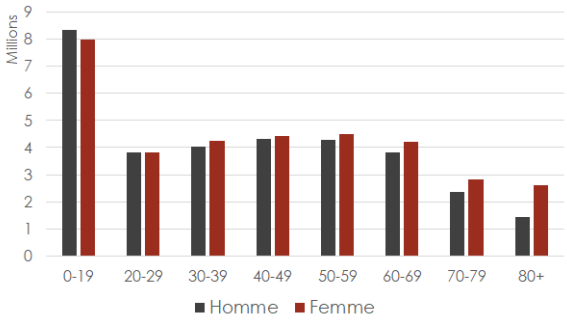


FIGURE 5.4 – Répartition de la population française en 2018

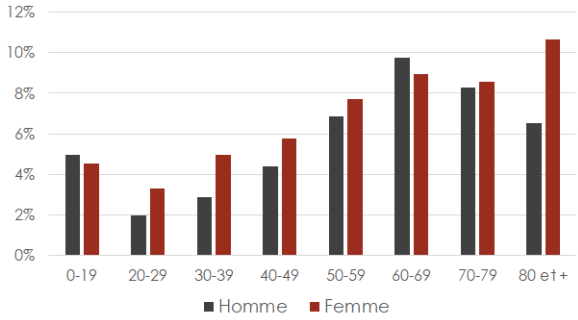


FIGURE 5.5 – Répartition des dépenses en santé en 2018

Les graphiques ci-dessus montrent la répartition de la population en 2018, ainsi que la répartition des dépenses en santé la même année. Les femmes représentent une part des dépenses plus importante que les hommes entre 20 et 59 ans, sans être significativement plus nombreuses.
De plus, les plus de 80 ans participent à hauteur de 16% aux dépenses de santé, mais ne représentent qu'une faible part de la population.

Les bénéficiaires de la Complémentaire Santé Solidaire représentent 9% de la population française, mais seulement 5% des dépenses totales. Il n'a pas été possible de trouver le détail de la répartition des bénéficiaires de la C2S par âge, par sexe et par région d'une manière aussi détaillée que pour la population globale, l'étude de la fréquence de consommation sera donc faite ici sans différencier les bénéficiaires de cette complémentaire et le reste de la population.

Chapitre 6

Etude d'un régime complémentaire

Afin de prendre en compte le phénomène d'aléa moral dû au niveau de garantie souscrit par l'assuré, l'étude sera menée également sur un régime complémentaire, composé de deux niveaux de garantie. Les données de ce régime complémentaire sont le détail des prestations remboursées aux assurés sur les années de survenance 2019 et 2020, arrêtées au mois de mars $n+1$ pour l'année n.

6.1 Présentation et retraitement

Pour chacune des lignes du jeu de données, sont données les informations relatives aux périodes de survenance et comptable, à la personne à l'origine de l'acte remboursé (son sexe, son âge et le type de bénéficiaire), l'acte remboursé et les montants relatifs à ce remboursement (nombre d'actes, frais réels, remboursement de la Sécurité Sociale, remboursement de la complémentaire, et remboursement éventuel d'une autre complémentaire).

Des tests de cohérence ont été effectués sur ces données :

— Les lignes dont l'acte ne pouvait pas être identifié ont été supprimées ;

— Certaines lignes indiquaient des montants négatifs (les frais ou le nombre d'actes étaient négatifs) : ces lignes correspondent à une correction suite à une mauvaise affectation du remboursement ou à un mauvais remboursement. Ces lignes ont donc la plupart du temps une ligne "jumelle" qu'elles viennent corriger : le duo a donc été supprimé.

Dans le cadre de ce mémoire, l'étude de la fréquence est primordiale, et il convient alors de se pencher sur la question des effectifs. Ces derniers ont été calculés en fonction des effectifs consommant de la base des prestations : pour que les deux années de prestations restent comparables, les effectifs 2019 et 2020 ont été calculés séparément :

— Une première base comptabilise les assurés ayant consommé au moins une fois au cours de l'année, en les distinguant par niveau de garantie, sexe et âge ;

— L'étude en fréquence nécessite de diviser l'année en périodes distinctes, des effectifs glissants ont donc été calculés. Si les périodes considérées sont des mois, alors un assuré ayant consommé une fois dans l'année sera comptabilisé comme présent dans la base uniquement le mois de sa consommation. Un assuré ayant consommé plusieurs fois dans l'année sera compté comme présent entre son premier mois de consommation et son dernier.
Cette méthode de comptabilisation présente cependant des problèmes aux bords, et les mois

de janvier et décembre seront particulièrement bas en termes d'effectif. Cela dit, l'objectif de ce mémoire étant de comparer 2019 et 2020, ce biais n'interviendra pas dans les calculs de l'évolution.

6.2 Démographie du portefeuille

Dans ce régime, les bénéficiaires sont répartis assez largement sur le territoire français.

L'âge des effectifs joue un rôle très important dans la consommation du portefeuille dans la mesure où les besoins évoluent en vieillissant. Celui-ci est étudié à l'aide d'une pyramide des âges :

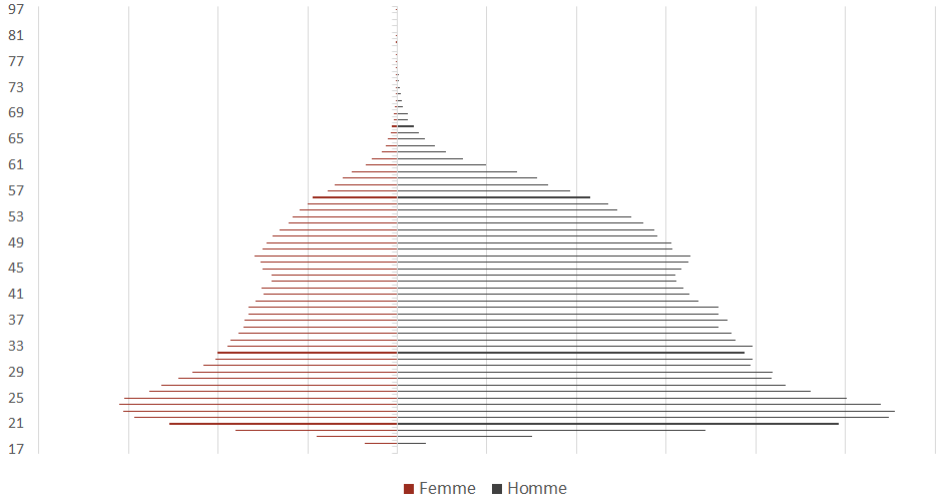
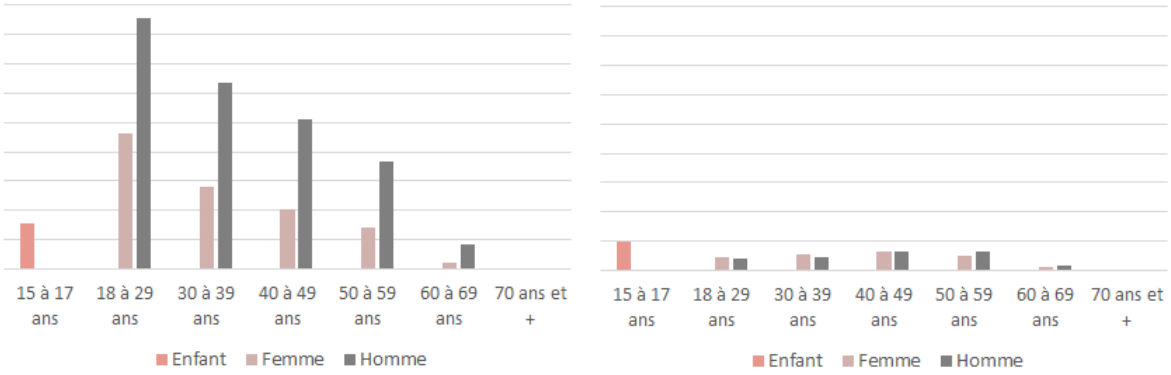


FIGURE 6.1 – Pyramide des âges du portefeuille complémentaire en 2019

Par souci de confidentialité, les effectifs exacts du portefeuille ne sont pas communiqués. Ce régime est composé d'une population assez jeune et plutôt masculine. Il est à noter que les enfants ne sont pas représentés sur ce graphique, car il n'est pas possible de connaître leur âge exact ni leur sexe avec cette base, mais ils représentaient environ 6% des bénéficiaires en 2019. Il semble également important de rappeler que les effectifs représentent les assurés consommant et non simplement les adhérents au contrat.

Cette population n'est pas la même selon le niveau de garantie du contrat considéré.



(a) Garantie de base

(b) Garantie optionnelle

FIGURE 6.2 – Répartition des effectifs par sexe et tranche d'âge

La garantie optionnelle n'a été choisie que par 13% des effectifs consommant, et par une population un peu plus âgée qui correspond très probablement à des familles vu la proportion d'enfants y adhérant. Il est déjà possible ici d'identifier un biais d'anti-sélection : les familles et la population plus âgée choisissent un contrat pour être mieux couverts car ils se savent plus à risque qu'une population de jeunes actifs.

6.3 Détail des prestations des deux niveaux de garantie

Par souci de confidentialité, les garanties ne peuvent pas être indiquées exactement, le contrat sera donc évalué par rapport à ce que l'on peut trouver en France.
Afin d'être capable d'évaluer la différence de comportements des consommateurs des deux niveaux de garantie, il est nécessaire de connaître la différence de remboursement entre les deux niveaux de couverture. De plus, afin de placer le niveau des garanties par rapport à un niveau national, une étude des garanties imposées par les Conventions Collectives Nationales (CCN) [1]à été réalisée.

Les garanties optique et dentaire ont été recensées pour chacune des CCN existantes en France, et un benchmark a été réalisé afin d'établir les garanties moyennes imposées. Pour l'optique comme pour le dentaire, une échelle de notation de 0 à 5 a été construite, 0 correspondant à la prise en charge imposée par l'ANI, et 5 les prises en charge les plus élevées parmi toutes les CCN. Sont évaluées ici les garanties concernant les équipements optiques simples et complexes, et les prothèses dentaires.
Les équipements optiques, incluant les deux verres et la monture, sont échelonnés dans la notation de 100 à 260€ pour les équipements simples, et de 200 à 700€ pour les équipements complexes. Ainsi pour les complexes, 200€ correspond au panier minimal imposé par l'ANI, et donc à la note 0, tandis que des garanties de plus de 700€ correspondent à une note de 5. En dentaire, les garanties s'échelonnent de 125% de la BR jusqu'à 500%.

1. Les Conventions Nationales Collectives sont des accords conclus entre les employeurs et les syndicats salariés. Elles imposent des règles minimum concernant les conditions de travail et d'emploi ainsi que les garanties sociales, en complément du code du Travail.

Cette échelle permet de calculer les notes moyennes des garanties imposées par les CCN en France ; ainsi, pour les équipements simples, la moyenne en France est de $2,9/5$, $1,4$ pour les équipements complexes et $1,5$ pour les prothèses dentaires, soit une moyenne sur ces 3 actes de $1,83/5$.

Dans ce régime complémentaire, s'agissant de l'optique, ce contrat fait bénéficier ses assurés de prix préférentiels par l'intermédiaire d'un réseau d'opticiens. Les prestations sont donc différentes si l'assuré s'oriente vers un opticien partenaire de ce réseau ou non. En théorie, les verres choisis chez un opticien du réseau sont 100% pris en charge. En pratique, les options comme les verres amincis ou anti-reflets ne sont pas toujours prises en compte et restent à la charge de l'assuré.
Quatre notes ont donc été établies pour ce régime, deux pour chaque niveau de garantie, différenciant la prise en charge dans le réseau et hors réseau :

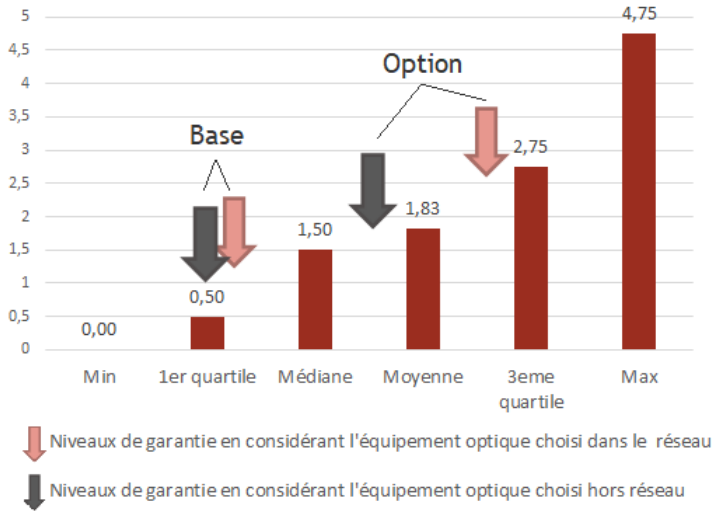


FIGURE 6.3 – Notations globales des deux niveaux de garantie du régime par rapport aux notations des CCN

Il apparaît donc que concernant ces deux postes, la garantie de base de ce régime est assez basse par rapport au niveau imposé par les CCN en France ; la garantie optionnelle se situe dans la moyenne, et un peu plus quand les assurés choisissent leurs verres dans le réseau.
Les garanties imposées par les CCN sont bien entendu des garanties minimales, et peuvent être supérieures lors de la mise en place d'un régime d'entreprise, ces notations ne représentent donc pas la réalité des couvertures complémentaires en France, mais donnent un ordre d'idée des minima imposés.

Il est également important de connaître la différence entre ces deux niveaux de garantie afin de juger de la pertinence de l'étude de la différence de comportement des assurés des deux niveaux. En optique, les verres simples sont remboursés environ 20€ de plus par la garantie optionnelle que par la garantie de base, et environ 40€ de plus pour les verres complexes. Les montures sont remboursées 50€ de plus par la garantie optionnelle. Concernant les prothèses dentaires, l'écart entre les deux niveaux de garantie est d'environ 100€.

Chapitre 7

Une première approche de l'évolution de la consommation

7.1 Statistiques générales sur l'ensemble des dépenses en santé

Afin d'avoir une vision globale de l'évolution des dépenses en France, une étude a été faite sur les frais totaux engagés par les français pour leurs soins depuis janvier 2018.
En effet, la population a une consommation globale assez stable au fil des années, avec des variations saisonnières et régulières.

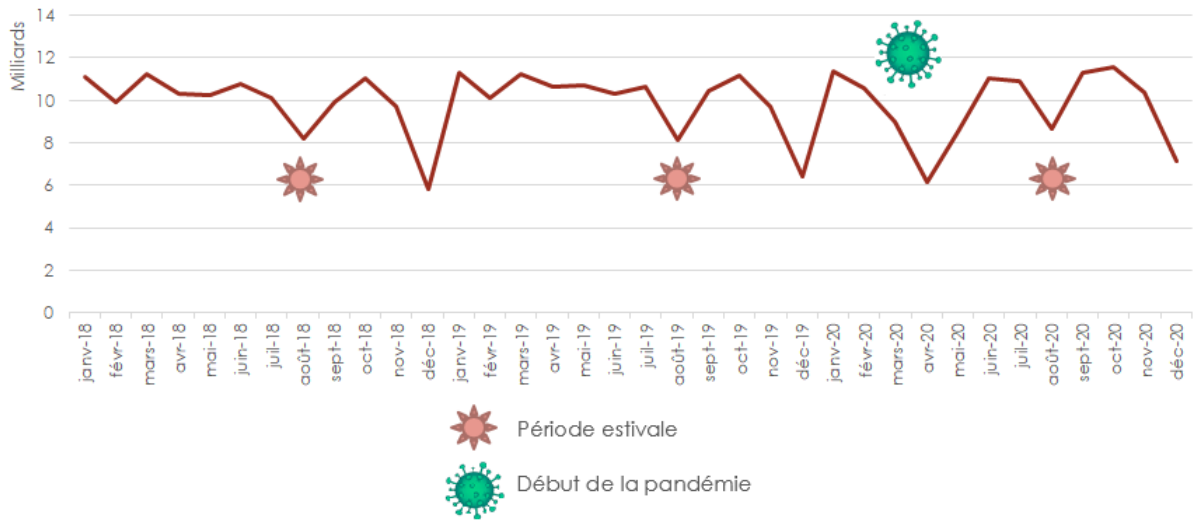


FIGURE 7.1 – Evolution des dépenses entre janvier 2018 et décembre 2020

Le graphique ci-dessus montre des dépenses stables selon les mois : le mois de février est généralement plus faible que janvier et mars, et la baisse de la consommation pendant le mois d'août est assez importante, de l'ordre de -20%. La baisse des dépenses observées en novembre et décembre n'est pas due à une réelle baisse, mais au fait que nos données de l'année n sont arrêtées à décembre n, donc une partie des dépenses de fin d'année n'ont pas encore été comptabilisées à la date d'arrêté.

Concernant les évolutions en 2020, le virus du Covid, arrivé officiellement en France en janvier 2020, s'est massivement répandu pendant le mois de février, amenant à un premier confinement du 17 mars au 10 mai. Ce confinement est alors responsable d'une grosse baisse des dépenses de

mars à mai, suivi d'un rattrapage sur le deuxième semestre.

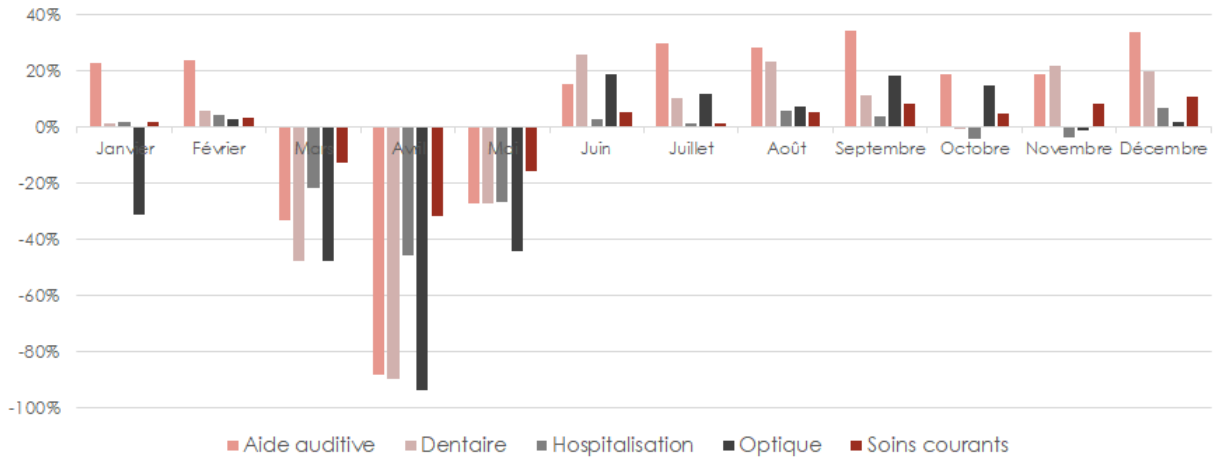


FIGURE 7.2 – Evolution des dépenses par poste entre 2019 et 2020

Les postes n'ont pas tous été affectés de la même manière par la pandémie : en effet, les postes optique et dentaire ont enregistré une baisse de respectivement 94% et 90% pendant le mois d'avril, alors que les dépenses en soins courants n'ont baissé que de 32% sur cette même période. De même, le rattrapage sur le deuxième semestre ne concerne que peu les soins courants et l'hospitalisation.

Une baisse de 30% est remarquable en optique au mois de janvier, et peut être expliquée en partie par une hausse de 37% entre décembre 2018 et décembre 2019 : dans les contrats responsables, les remboursements des montures ont baissé de 50€ au 1er janvier 2020, il est donc probable qu'une partie de la population ait préféré renouveler son équipement optique avant cette date afin de bénéficier d'un meilleur remboursement.

L'année 2020 est donc à la fois marquée par la mise en place d'une partie de la réforme 100% santé, concernant l'optique dans sa globalité, et le dentaire pour les couronnes, et par la pandémie. Il est donc difficile de se prononcer sur les évolutions de ces deux postes sur le deuxième semestre, et tout l'enjeu de ce mémoire est de chercher à déterminer ce qui relève d'un rattrapage post-confinement et ce qui relève d'une évolution à la suite de la réforme.

7.2 Statistiques détaillées sur les postes concernés

7.2.1 Le poste optique

Dans la base de données Open Damir, les prestations du poste optique ont été séparées en 4 sous-postes, dont la répartition est détaillée dans le graphique ci-dessous.

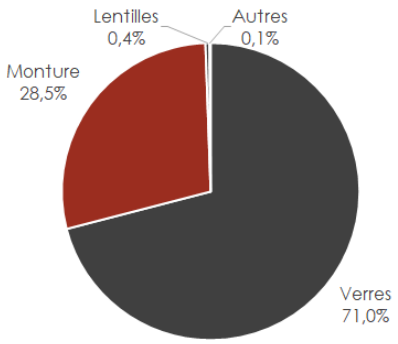


FIGURE 7.3 – Répartition des dépenses du poste optique de la Sécurité Sociale entre 2018 et 2020

Les verres représentent la part la plus importante des dépenses, et l'équipement complet (verres + monture) correspond à la quasi-totalité des dépenses comptabilisées par la Sécurité Sociale. En effet, les lentilles ne sont prises en charge que dans des cas particuliers par la Sécurité Sociale.

Le régime complémentaire prend en charge les lentilles, ainsi que la chirurgie réfractive, la composition des dépenses dans ce poste est donc différente :

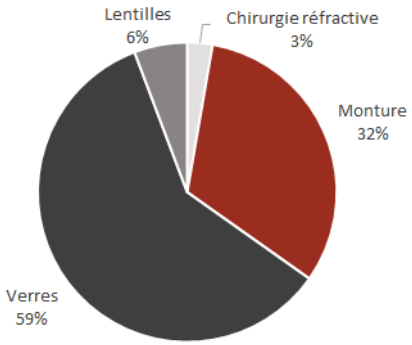


FIGURE 7.4 – Répartition des dépenses du poste optique du régime complémentaire en 2019 et 2020

Bien que réduite par rapport à la Sécurité Sociale, la part des dépenses en verres et montures représente plus de 90% du poste optique.

Les dépenses sur ce poste ne sont pas réparties équitablement au sein de la population. En effet, la dépense annuelle moyenne par personne est assez basse avant 30 ans, puis croissante jusqu'à environ 60 ans, avant de diminuer.

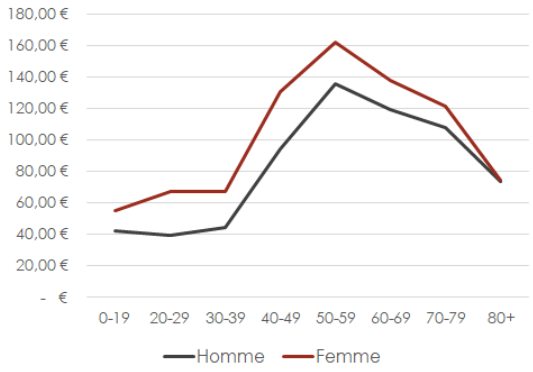
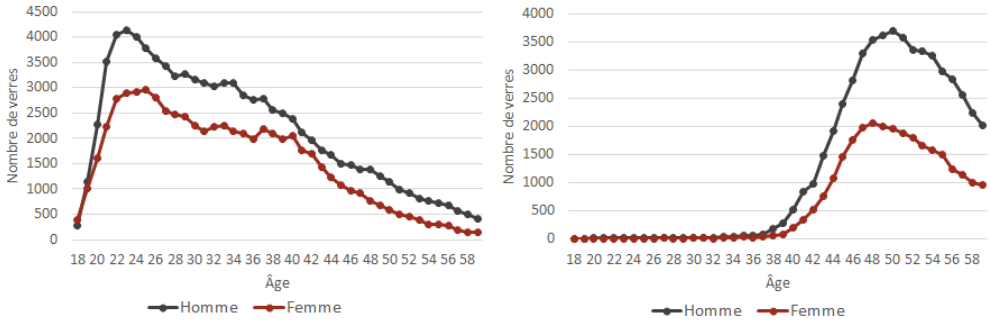


FIGURE 7.5 – Dépense moyenne annuelle par personne sur le poste optique - population française

Ceci s'explique en partie par le fait que les plus jeunes ont généralement moins d'équipements, et des corrections assez faibles, qui ne nécessitent que des verres simples, beaucoup moins coûteux que des verres progressifs. Il est à noter que la séparation entre les verres simples et les verres progressifs dans la base Open Damir n'est pas claire, et l'étude est faite sans distinguer les deux afin de ne pas apporter d'erreurs potentielles.



(a) Verres simples (b) Verres complexes

FIGURE 7.6 – Nombre de verres remboursés par âge dans le régime complémentaire

La figure ci-dessus représente le nombre de verres comptabilisés en 2019 et 2020 par âge dans le régime complémentaire.
Il apparaît clairement que les personnes de moins de 40 ans de ce régime n'ont pas besoin de verres complexes, et que le besoin en verres simples décroît avec l'âge.

Cette distinction entre les deux types de verres est très importante dans le régime complémentaire, puisqu'elle implique des frais engagés différents : en effet, alors que la plupart des verres simples se situent entre 50€ et 100€, les dépenses des assurés en verres complexes sont plutôt de l'ordre de 130€ à 240€.

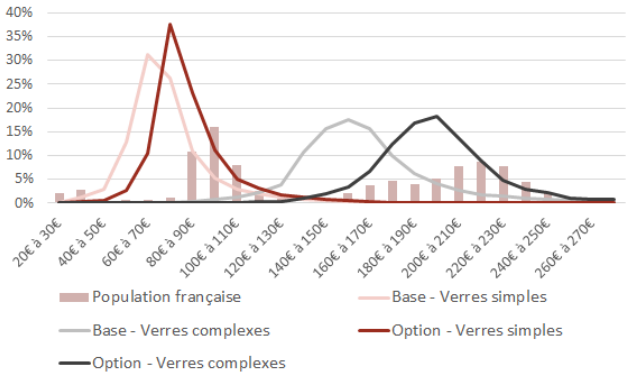


FIGURE 7.7 – Répartition des frais pour un verre, par type de verre et niveau de garantie

Comme le montre la figure ci-dessus, les frais engagés par les assurés dépendent de leur niveau de couverture : un assuré bien remboursé dépensera en moyenne plus qu'un assuré dont les garanties sont inférieures. Cet écart est plus marqué encore pour les verres complexes. En effet, en plus de l'aléa moral, il y a également un phénomène d'antisélection : les assurés ayant besoin d'une correction plus élevée se tourneront plus vers des garanties offrant de meilleurs prestations. A titre de comparaison, l'histogramme de la répartition des frais par verre de la population française est affiché sur le même graphique. La distinction entre les deux types de verres dans la base Open Damir apparaît assez nettement sur ce graphique, les verres simples se situant autour de 100€, et les verres complexes de 160 à 240€.

Les frais sont légèrement plus faibles dans le régime complémentaire, puisque la population couverte est une population active, et comme dit précédemment, le besoin en verres plus complexes augmente avec l'âge. Cependant, les frais engagés dans les verres simples sont eux aussi plus faibles, ce qui peut être expliqué par le fait que la garantie présentée ici est une garantie entrée de gamme, et donc avec des prestations inférieures à celle de l'individu moyen en France.

Le phénomène d'aléa moral se retrouve également pour les montures, de manière un peu moins marquée que pour les verres.

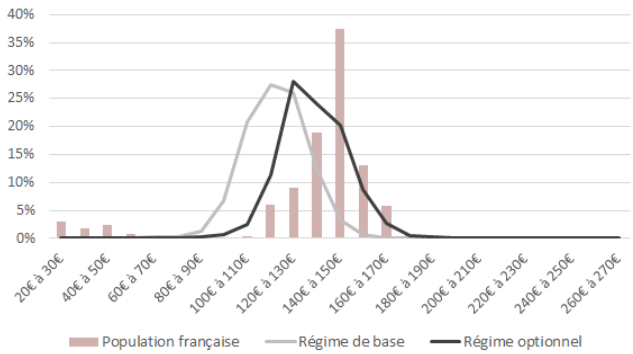


FIGURE 7.8 – Répartition des frais pour une monture, par niveau de garantie

Tout comme pour les verres, les frais engagés par les assurés pour une monture sont plus élevés sur la population française que dans le régime complémentaire.

Les frais engagés par les assurés dans leurs équipements optiques sont très élevés puisqu'il faut compter en moyenne 430€ pour une monture et une paire de verres. Pour la population du

régime complémentaire, les dépenses moyennes sont d'environ 280€ pour un équipement simple et 480€ pour un équipement complexe, laissant un reste à charge moyen d'environ 50€ pour un équipement simple et 140€ pour un équipement complexe.

Afin de réduire ces restes à charge trop importants qui ne permettent pas à chacun des assurés d'avoir une correction adaptée à ses besoins, la réforme mise en place au 1er janvier 2020 crée de nouveaux paniers 100% remboursés.

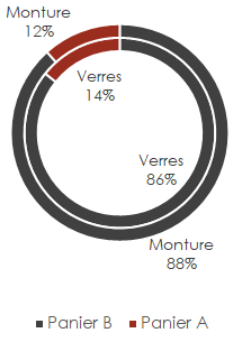


FIGURE 7.9 – Part des paniers 100% remboursés en optique en France

Cependant, ces paniers n'ont pas été autant utilisés que ce que le gouvernement attendait. En effet, seulement 14% des verres ont été choisis dans le panier A, et 12% des montures, alors que les attentes portaient l'utilisation du panier A à environ 20% [1].

Chez les assurés du régime complémentaire, ces chiffres sont plus faibles encore que la moyenne nationale : en effet, tous verres confondus et toutes garanties confondues, le taux de panier A parmi l'ensemble des équipements remboursés par le régime s'élève à 10% pour les verres et 6% pour les montures. De plus, les choix de consommation des assurés dépendent beaucoup de leur niveau de garantie, puisque la proportion des paniers A parmi les assurés bénéficiant de la garantie optionnelle n'est que de 3% contre 14% pour les autres.
Enfin, un autre facteur important est à prendre en compte pour ce régime : la garantie est différente selon que l'assuré se rend chez un opticien partenaire du réseau ou non. Il sera 100% remboursé quel que soit le panier choisi chez un opticien du réseau, alors qu'il pourra avoir un reste à charge sur un panier de classe B s'il va chez un opticien non partenaire.

1. [4] : Cour des comptes. (2021, juin). Les complémentaires santé : un système très protecteur mais peu efficient, 43-45

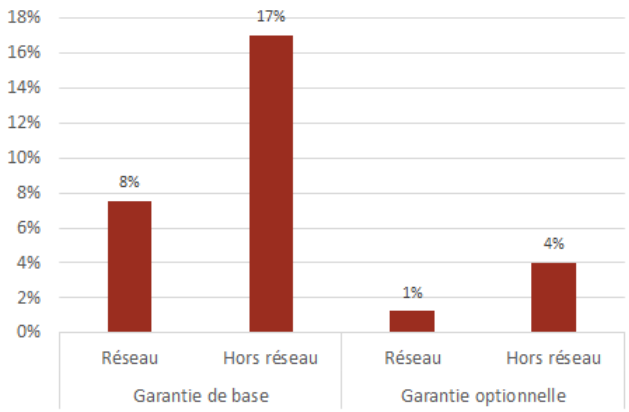


FIGURE 7.10 – Part des paniers 100% remboursés par niveau de garantie dans le régime complémentaire

La présence du réseau influence beaucoup les choix des paniers des assurés : en effet, les assurés ayant la garantie de base choisissent à 8% des paniers A quand ils sont chez un opticien du réseau, contre 17% quand ils ne sont pas chez un opticien partenaire.

Il apparaît donc que la consommation en optique est très dépendante des caractéristiques des individus ; de plus, les évolutions suite à la réforme 100% santé ne sont pas conséquentes, et dépendent également des assurés, plus particulièrement du remboursement de leur complémentaire.

7.2.2 Le poste dentaire

Le poste dentaire regroupe les soins dentaires, les prothèses dentaires, l'orthodontie et l'implantologie. Particulièrement onéreuses, les prothèses dentaires représentent 56% des dépenses comptabilisées dans ce poste ; ce terme englobe cependant plusieurs types de prothèses différentes, de la simple couronne dentaire à la prothèse bimaxillaire complète. Seront étudiées ici les couronnes fixes et transitoires.
Il est à noter qu'une partie des bridges sont regroupés sous le même code de prestation que les couronnes dans les deux jeux de données dont nous disposons, et s'il a été possible de les enlever de la base de la complémentaire santé à l'aide de la base de remboursement, ce travail n'a pas pu être effectué sur la base Open Damir. Travailler seulement avec les actes identifiés à l'aide de leurs bases de remboursement restreignait bien trop le jeu de données, et le choix a été fait de garder l'ensemble des prestations identifiée comme prothèses fixes ou transitoires.

Tout comme en optique, l'âge est un facteur important dans la détermination du besoin en prothèses dentaires.

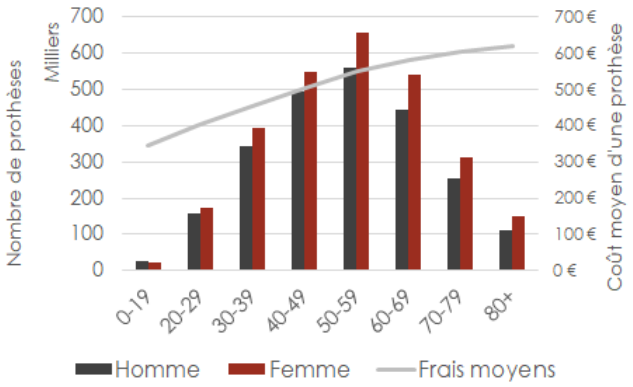


FIGURE 7.11 – Nombre de prothèses remboursées en 2018 en France, et frais moyens associés, par tranche d'âge

Le nombre de prothèses dentaires remboursées augmente jusqu'à environ 60 ans, et la baisse passé cet âge n'est pas réellement une baisse des besoins, mais est due au fait que les plus âgés ont besoin de prothèses recouvrant plus de dents, et dans les cas extrêmes de prothèses amovibles complètes, qui n'entrent pas dans le cadre de cette étude.
En revanche, les frais moyens par couronne sont croissants avec l'âge, et dépassent même 600€ après 80 ans. A noter que le coût d'une couronne dépend du type de matériau utilisé :

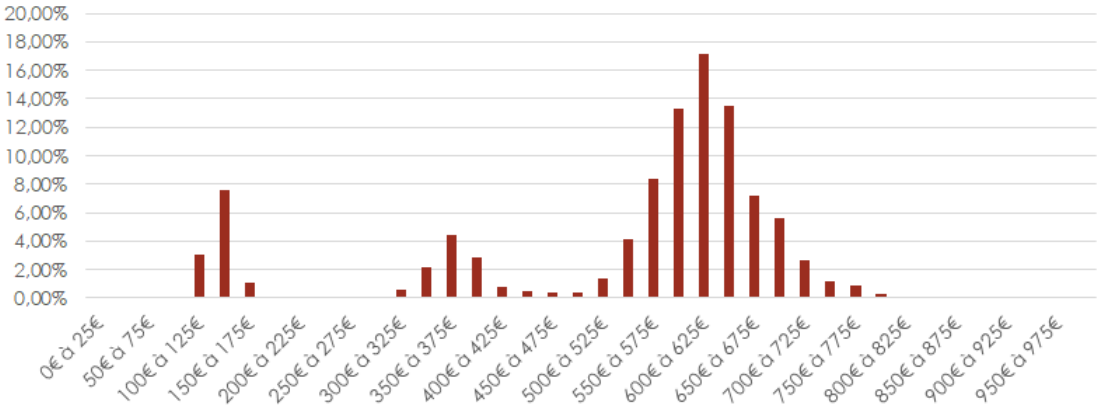


FIGURE 7.12 – Répartition des frais pour une couronne en 2018 en France

Le graphique ci-dessus montre la répartition des couronnes par prix de vente, et celles-ci sont séparées en trois groupes : le premier groupe entre 100 et 200€ correspond aux prothèses posées aux bénéficiaires de la C2S, le deuxième entre 300 et 400€ est composé majoritairement de couronnes métalliques, et le dernier avec des prix allant de 500 à 700€ représente les couronnes céramo-métallique.

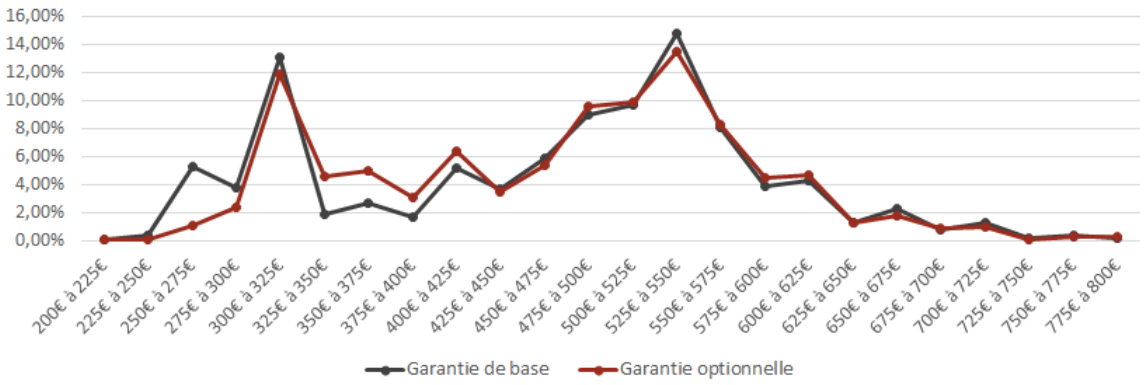


FIGURE 7.13 – Répartition des frais pour une couronne en 2019 dans le régime complémentaire

La répartition des couronnes est assez similaire dans le régime complémentaire, mais tout comme en optique, les dépenses sont légèrement plus faibles à la fois pour les couronnes métalliques et les couronnes céramo-métalliques. La différence entre les deux niveaux de garantie est très peu marquée, excepté pour les couronnes métalliques qui semblent être vendues à un prix légèrement plus élevé aux assurés disposant de la garantie optionnelle.
Il est à noter que l'information sur la position de la dent sur laquelle est posée la couronne n'est pas disponible dans les jeux de données, alors qu'elle a un réel impact sur le matériau utilisé : en effet, une couronne sur une dent visible sera préférée en céramo-métallique, tandis que pour les dents du fond les assurés ne dépenseront pas tous plus pour une couronne céramo-métallique.

L'apparition des paniers 100% remboursés a donc permis aux assurés d'avoir accès aux couronnes céramo-métalliques pour leurs dents visibles, sans dépenser plus qu'une couronne métallique. Pour les dents du fond, seules les couronnes métalliques sont 100% prises en charge. L'objectif du gouvernement était d'atteindre un taux d'utilisation du panier 100% remboursé de 46% au bout de 5 ans de mise en place, et 25% pour le panier modéré [2].

Cet objectif est plus que dépassé pour les paniers 100% remboursés des couronnes fixes puisqu'ils atteignent 58% des prothèses remboursées en 2020. Les paniers modérés ne sont cependant utilisés qu'à 16%, laissant donc 26% des couronnes dans le panier libre, contre les 29% attendues. Le niveau de garantie a bien entendu un rôle à jouer dans l'utilisation de ces paniers :

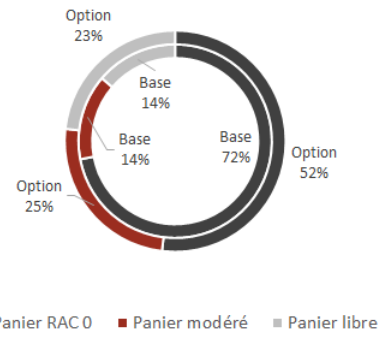


FIGURE 7.14 – Répartition des couronnes remboursées dans le régime complémentaire en 2020 par panier

2. [4] : Cour des comptes. (2021, juin). Les complémentaires santé : un système très protecteur mais peu efficient, 43-45

L'utilisation des paniers 100% remboursés est de 52% pour les assurés de la garantie optionnelle, soit un peu moins que la population française, mais atteint 72% chez ceux de la garantie de base.
Il semble donc que les paniers sans reste à charge aient été préférés par les français aux paniers modérés, et plus que ce qui était attendu.

Sur ces deux postes, dentaire et optique, la consommation dépend majoritairement de l'âge de l'assuré et du niveau de garantie, tant en fréquence qu'en coût moyen. De plus, le sexe permet de distinguer parfois des habitudes de consommation différentes des assurés. Dans la suite, sur la population française, sera ajoutée une distinction en fonction de la région de résidence des assurés, afin de tenir compte des niveaux de vie qui peuvent être différents selon la situation géographique.

Troisième partie

Déformation des comportements des assurés en 2020

Chapitre 8

Les arbres CART

La consommation en santé est très différente selon les caractéristiques individuelles des assurés ; comme détaillé dans les chapitres précédents, l'âge influe beaucoup sur la fréquence de consommation, mais aussi le type de consommation. Les prix dépendent fréquemment de la localisation de l'assuré, et le niveau de couverture est lié aux décisions qu'il prend pour se soigner. Il est donc apparu intéressant d'observer les évolutions de consommations par catégories d'individu. Ces catégories sont établies à l'aide des arbres CART (Classification and Regression Trees).

Introduits en 1984 par L.Breiman, les algorithmes CART ont pour objectif de regrouper des individus hétérogènes en classes homogènes de risque. L'appellation "arbre" vient de la représentation visuelle de cet algorithme : l'ensemble des individus est regroupé dans une racine initiale, et se scinde en plusieurs groupes, appelés des feuilles, créés à l'aide de règles de division. Ces règles de division sont basées sur les variables explicatives : chaque ramification est associée à une règle de division admettant une réponse binaire. L'intersection d'où les deux branches partent est appelée un noeud. Grâce à ce processus, les feuilles sont disjointes, c'est-à-dire qu'un individu de la population de départ n'appartient qu'à une seule feuille ; de plus, les feuilles sont homogènes, donc regroupent à la fois des individus consommant de la même manière, mais aussi des individus ayant les mêmes caractéristiques.

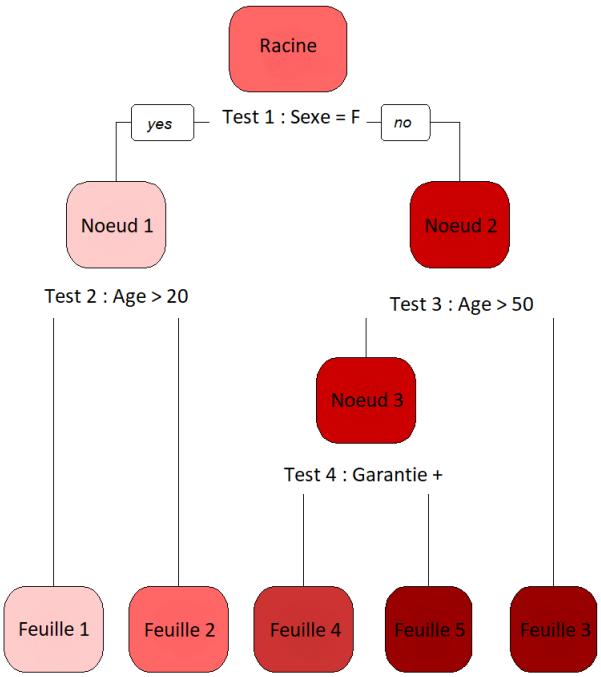


FIGURE 8.1 – Structure d'un arbre de décision

Sur l'exemple ci-dessus, la population est séparée tout d'abord selon le sexe, les femmes vont dans le noeud 1, et les hommes dans le noeud 2. Puis, pour chacune des deux sous-populations, un test sur l'âge est effectué : pour les femmes, l'âge pivot est de 20 ans, si elles ont 21 ans ou plus elles partent dans la feuille 1, et si elles ont 20 ans ou moins, elles vont dans la feuille 2. Seront affichées dans les feuilles et les noeuds les statistiques relatives à chaque sous-groupe : si l'objectif est de diviser en fonction du coût moyen pour une prothèse dentaire, ce coût moyen chez les femmes de plus de 20 ans sera affiché dans la feuille 1.

8.1 Construction de l'arbre

Notations :

- $i \in [1 : n]$ l'identifiant de l'individu ;
- $j \in [1 : k]$ l'identifiant de la variable explicative ;
- Y_i la réponse observée du i-ème individu ;
- $X_i = (X_{1i}, ..., X_{ki})$ le vecteur des variables explicatives de l'individu i ;
- χ l'espace des variables explicatives ;
- $l \in [1 : L]$ l'identifiant des feuilles de l'arbre ;
- χ_l l'ensemble de la partition correspondant à la feuille l.

Le but est d'expliquer $\pi_0(x) = E_0[Y|X = x]$ en se plaçant dans un cadre de régression.

L'objectif est d'avoir un partitionnement qui conduit à la plus grande homogénéité dans les classes créées. Pour maximiser cette homogénéité, il faut minimiser le critère de division. La

solution de $\pi_0(x)$ est donnée par :

$$\pi_0(x) = arg \min_{\pi(x)} E_0[\Phi(Y, \pi(x))|X = x]$$

où $\Phi(Y, \pi(x)) = (Y - \pi(x))^2$.

La fonction de perte Φ correspond donc à l'erreur quadratique et l'objectif est de minimiser l'erreur quadratique moyenne.
Par construction, l'hétérogénéité diminue à chaque segmentation, pour atteindre sa valeur minimale sur l'arbre maximal.

Si chaque noeud est noté m, une règle R_m est associée à un sous-ensemble $\chi_m \subseteq \chi$.
Dans la suite, $E_n(Y)$ est la moyenne empirique de Y et $\chi_{pa(m)}$ les sous-ensembles associés au noeud parent de m.

L'arbre est associé à la fonction de régression :

$$\hat{\pi}(x) = \sum_{m=1}^{M} \hat{\beta}_m^{tree} R_m(x) \tag{8.1}$$

où $\hat{\beta}_m^{tree} = E_n[Y|x \in \chi_m] - E_n[Y|x \in \chi_{pa(m)}]$ si m n'est pas une racine, et $E_n[Y]$ sinon.

Depuis l'équation (8.1), si une somme est effectuée sur l'ensemble des noeuds de l'arbre, il ne va rester que les feuilles :

$$\hat{\pi}(x) = \hat{\pi}^L(x) = \sum_{l=1}^{L} \hat{\gamma}_l R_l(x)$$

avec $\hat{\gamma}_l = E_n[Y|x \in \chi_l]$ la moyenne empirique de Y dans la feuille l, $R_l(x) = \mathbf{1}_{x \in \chi_l}$ la règle d'appartenance au sous-ensemble χ_l.

C'est une fonction constante par morceaux puisque les R_l sont des indicatrices.

8.2 Arrêt de la procédure de segmentation

L'algorithme CART ne fixe pas de règle d'arrêt arbitraire pour la procédure de division de l'espace. L'algorithme arrête ainsi de diviser les feuilles quand il n'y a qu'une observation dans la feuille ou quand les individus de la feuille ont les mêmes valeurs de facteurs de risque. Cette méthode permet de construire ainsi l'arbre "maximal" qui sera ensuite élagué.

L'arbre maximal construit (de taille $K(n)$) génère une suite d'estimateurs $(\hat{\pi}^K(x))_{K=1,\dots,K(n)}$.
Le but de l'élagage est d'éviter d'avoir un estimateur trop complexe, qui ferait du surapprentissage. Il faut trouver le meilleur sous-arbre selon un arbitrage adéquation / prévision :

$$R_\alpha(\hat{\pi}^K(x)) = E_n[\Phi(Y, \hat{\pi}^K(x))] + \alpha(K/n)$$

où α est le paramètre de complexité, K la dimension de l'estimateur (nombre de feuilles) et E_n la moyenne empirique :

$$E_n[\Phi(Y, \hat{\pi}^K(x))] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \Phi(Y_i, \hat{\pi}^k(x)) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{\pi}^k(x))^2$$

Pour α fixé, l'estimateur final optimise un critère coût-complexité :

$$\hat{\pi}_\alpha^K(x) = \underset{(\hat{\pi}^K)_{K=1,\dots,K(n)}}{\text{argmin}} \quad R_\alpha(\hat{\pi}^K(x))$$

Cela correspond à une mesure de l'erreur globale du modèle.

Avec des valeurs spécifiques pour α, la sélection des sous-arbres sera différente : avec $\alpha = 0$, l'arbre maximal sera sélectionné, et si $\alpha = \infty$ le modèle sélectionné sera la racine.
Puisque n'importe quelle suite de sous-arbres emboîtés de l'arbre maximal a au maximum K membres, toutes les valeurs possibles de α peuvent être groupées en m intervalles ($m \leq K$) : $I_1 = [0, \alpha_1]$, $I_2 = (\alpha_1, \alpha_2]$ jusqu'à $I_m = (\alpha_{m-1}, +\infty[$. Chaque $\alpha \in I_i$ partage le même sous-arbre optimal.
Le sous-arbre optimal minimise l'erreur.

8.2.1 Procédure d'élagage

Il est impossible de parcourir tous les sous-modèles de l'arbre maximal (le nombre de sous-arbres est exponentiellement croissant avec le nombre de feuilles) :

1. Soit une 1ère valeur de α : cette valeur conduit à sélectionner un sous-arbre optimal de l'arbre maximal ;
2. A partir de ce sous-arbre optimal, une autre valeur de α plus grande est considérée, qui conduit à sélectionner un sous-arbre optimal de ce sous-arbre ;
3. Et ainsi de suite : cela crée une suite croissante de α_z.

Par construction, une suite décroissante de sous-arbres optimaux emboîtés est obtenue (de l'arbre maximal vers la racine).

Dans cette liste d'estimateurs, $\hat{\alpha}$ est choisi tel que :

$$\hat{\pi}_{\hat{\alpha}}^K(x) = \underset{(\hat{\pi}_{\alpha_z}^K)_{\alpha_z=\alpha_1,\dots,\alpha_Z}}{\text{argmin}} \quad R_{\alpha_z}(\hat{\pi}_{\alpha_z}^K(x))$$

En pratique, il faut déterminer les valeurs possibles de α, et $\hat{\alpha}$ est choisi en regardant cette erreur, mais moyennée via une validation croisée.

8.2.2 Proposition des valeurs de α

La suite des valeurs de α est obtenue lors de la construction de l'arbre maximal, avec le raisonnement suivant :

$$R_\alpha(\hat{\pi}^K(x)) = E_n(\Phi(Y, \hat{\pi}^K(x))) + \alpha\frac{K}{n}$$

Avant la segmentation, le critère coût-complexité vaut :

$$R_\alpha(\hat{\pi}^N(x)) = E_n(\Phi(Y, \hat{\pi}^N(x))) + \alpha\frac{N}{n}$$

et après la segmentation il est de :

$$R_\alpha(\hat{\pi}^{N+1}(x)) = E_n(\Phi(Y, \hat{\pi}^{N+1}(x))) + \alpha\frac{N+1}{n}$$

La segmentation permet un gain d'homogénéité donc baisse l'espérance, mais elle augmente la pénalité de $\frac{\alpha}{n}$. Si le gain d'hétérogénéité est inférieur à $\frac{\alpha}{n}$, alors on ne fait pas la segmentation.

8.2.3 Formulation algorithmique de la validation croisée

1. Construction de l'arbre maximal T_{max} ;
2. Construction de la séquence $T_K, ..., T_1$ d'arbres emboîtés associée à une séquence de valeurs (α_z) ;
3. Pour $v = 1, ..., V$ (où v désigne le segment de l'échantillon initial servant à la validation) :
   — Pour chaque nouvel échantillon d'apprentissage, construction de T_{max} et estimation de la séquence d'arbres associée à la séquence des pénalisations α_z ;
   — Estimation de l'erreur sur la partie validation de l'échantillon.
4. Calcul de la séquence des moyennes de ces erreurs ;
5. L'erreur minimale désigne la pénalisation α_{opt} optimale ;
6. L'arbre associé à α_{opt} dans la suite initiale $T_K, ..., T_1$ est retenu.

La validation croisée consiste à scinder l'échantillon de départ et à utiliser une partie comme échantillon d'apprentissage et l'autre comme échantillon de validation.
L'évaluation ne se fait pas sur les sous-arbres avec un nombre de feuilles données, mais avec des valeurs de α fixées, issues de la séquence produite initialement par tout l'échantillon.

Pour chacun des deux jeux de données, cette méthode sera utilisée afin de créer des classes d'individus dont la consommation est homogène, en termes de coût moyen d'une part et de fréquence d'autre part.

Chapitre 9

Evolution de comportements en optique

Les verres et les montures seront étudiés dans deux parties distinctes, et dans chacune, seront présentées les évolutions du coût moyen et de la fréquence sur les deux populations.

9.1 Coût moyen des verres

Afin d'établir des évolutions de consommation sur les profils types d'individu, il a été choisi de construire les classes à partir de la consommation avant 2020, puis d'observer comment a évolué chacune de ces classes.

9.1.1 Cas de la population française

Concernant la population nationale, les frais réels engagés par verre sont expliqués par la tranche d'âge du bénéficiaire, son sexe, la région à laquelle il appartient, et s'il bénéficie du régime C2S ou non.
L'arbre optimal obtenu contenait plus de 300 classes, il a été tronqué arbitrairement à 15 classes afin de le rendre lisible et exploitable.

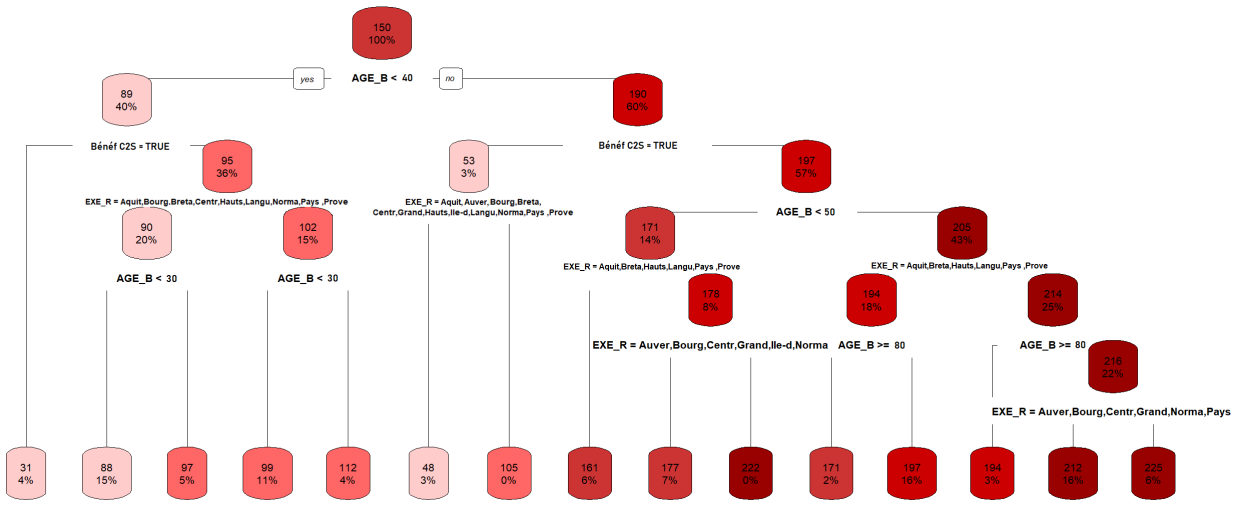
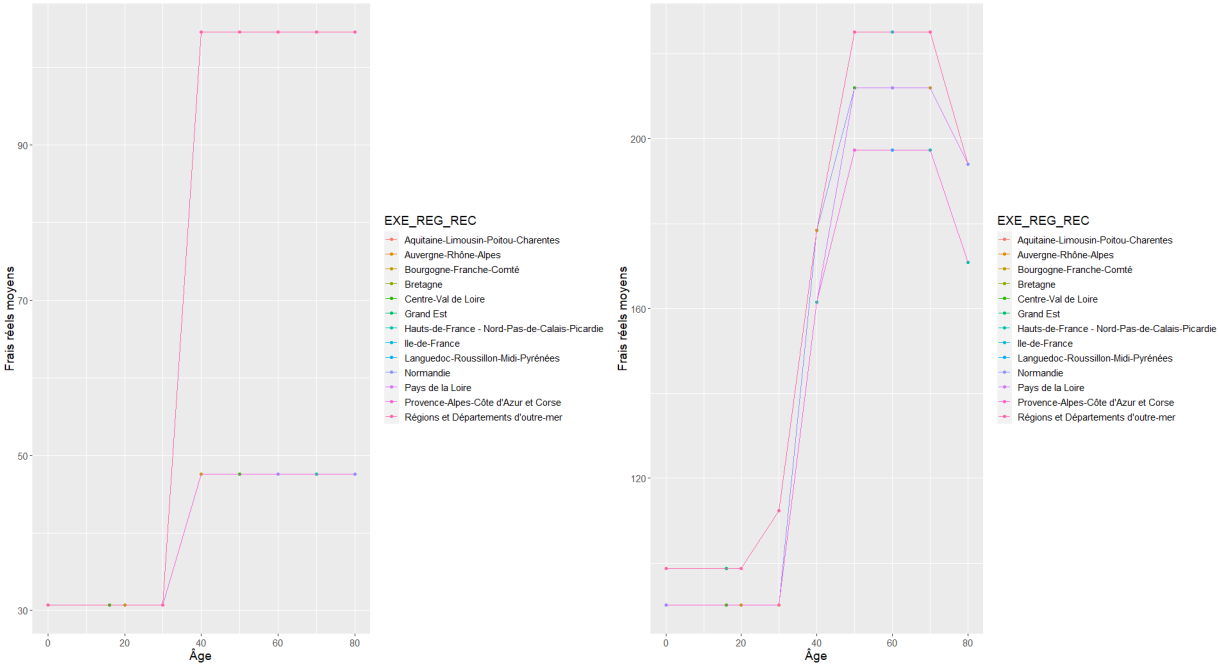


FIGURE 9.1 – Modélisation du coût moyen des verres de la base Open Damir par arbre CART

En considérant l'ensemble de la population, le coût moyen d'un verre est de 150€, ce qui est indiqué dans la racine.
La première séparation se fait selon l'âge : les moins de 40 ans dépensent en moyenne 89€ par verre tandis que les plus de 40 ans dépensent 190€. En effet, sur ce jeu de données, la distinction n'est pas faite entre les verres simples et les verres complexes, et comme détaillé précédemment, la consommation de verres complexes explose après 40 ans. Ce critère d'âge est donc lié au critère de complexité du verre, qui n'est ici pas observable.
Pour chacun des deux sous-groupes créés, l'appartenance à la complémentaire solidaire est déterminante dans le prix du verre : les opticiens sont soumis à des prix limites de vente pour les bénéficiaires de la C2S, les coûts moyens sont donc bien inférieurs (53€ contre 197€ en moyenne chez les plus de 40 ans).
Il apparaît également que la région de l'assuré a un rôle à jouer dans la dépense engagée : dans certaines régions, comme les régions d'Outre-mer ou l'Ile-de-France, le prix d'un verre est plus élevé.

Afin de contrôler la pertinence de l'utilisation des arbres CART, le même processus a été effectué sur la consommation 2020. Les premières séparations de l'arbre sont identiques, et les 15 classes créées sont très comparables sur les deux jeux de données. L'arbre créé à partir de la consommation 2020 est disponible en annexe D.1.

La visualisation de l'arbre permet de voir quelles sont les variables les plus importantes dans l'explication du coût moyen, ainsi que les critères de séparation qui forment les groupes. Cependant cette visualisation a ses limites et ne permet pas de voir facilement les caractéristiques de chacun des groupes présents dans les feuilles. Les graphiques ci-dessous représentent les frais moyens engagés par les groupes, en fonction de leur tranche d'âge, leur localisation et s'ils bénéficient de la C2S ou non.



(a) Bénéficiaires C2S (b) Non bénéficiaires C2S

FIGURE 9.2 – Coût moyen par tranche d'âge et par région d'un verre en France en 2018-2019

Il apparaît plus facilement que parmi les bénéficiaires C2S, dans les régions d'Outre-mer les

coûts moyens des verres chez les plus de 40 ans sont bien plus élevés qu'en métropole. Chez les non bénéficiaires de la C2S, pour toutes les régions les frais moyens sont croissants avec l'âge, puis sont un peu plus faibles passés 80 ans : en effet, après cet âge, les complémentaires santé coûtent bien plus cher, et il devient difficile de s'assurer correctement, ce qui explique que les dépenses soient moins fortes.

Les frais moyens de ces groupes sont ensuite évalués sur l'année 2020, afin de faire ressortir des évolutions potentiellement différentes selon les caractéristiques des assurés :

Caractéristiques de l'individu									
Groupe	Age	C2S	Region	FR moyens 18-19	FR moyens 2020	Nb 18-19	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
1	0-39	Bénéficiaire C2S	France entière	30,67 €	43,25 €	2 309 071	1 278 610	41,0%	96%
2	0-29	Non bénéficiaire C2S	IDF, ARA, Grand Est, DOM	98,70 €	101,29 €	6 139 779	2 722 858	2,6%	5%
3	30-39	Non bénéficiaire C2S	IDF, ARA, Grand Est, DOM	112,39 €	111,57 €	2 276 927	991 470	-0,7%	4%
4	0-29	Non bénéficiaire C2S	Reste de la France	87,61 €	91,43 €	8 433 051	3 760 271	4,4%	6%
5	30-39	Non bénéficiaire C2S	Reste de la France	97,38 €	98,04 €	2 829 796	1 240 755	0,7%	5%

TABLE 9.1 – Evolution du coût moyen des verres chez les moins de 40 ans

Ce tableau résume pour chacun des groupes d'individus de 39 ans et moins, les caractéristiques qui le définissent, les frais moyens avant 2020 et en 2020, le nombre de verres remboursés sur les deux périodes, l'évolution du coût moyen et le taux de verres de panier A parmi l'ensemble des verres.
Mis à part pour les bénéficiaires de la C2S qui ont vu leurs dépenses augmenter de 40% grâce à de meilleurs remboursements de la part de la Sécurité Sociale, les coûts moyens n'ont que très peu évolué. En effet, comme évoqué dans la partie précédente, les verres de panier A, bien moins chers que les autres, ne sont que très peu utilisés, et les remboursements complémentaires des verres de classe B n'ont pas évolué à l'échelle nationale. Un plafond a été mis en place pour limiter les remboursements des complémentaires, mais trop haut pour impacter de manière notable les dépenses des français.
Malgré cela, il apparaît que les régions dans lesquelles les prix étaient les plus hauts (l'Ile-de-France, l'Auvergne-Rhône-Alpes, le Grand Est et les DOM) ont eu une augmentation plus faible que le reste de la France où les prix étaient légèrement inférieurs. Egalement, alors que l'évolution des dépenses des 30-39 ans est très proche de 0%, celle des plus jeunes a augmenté de 2 à 4 points selon la région considérée.

Pour les plus de 40 ans, tout comme chez les plus jeunes, les frais n'ont que peu évolué d'un point de vue global.

Caractéristiques de l'individu									
Groupe	Age	C2S	Région	FR moyens 18-19	FR moyens 2020	Nb 18-19	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
6	40 et +	Bénéficiaire C2S	France métropolitaine	47,58 €	73,69 €	1 466 436	943 885	54,9%	97%
7	40 et +	Bénéficiaire C2S	DOM	104,50 €	98,08 €	155 021	91 360	-6,1%	97%
8	40-49	Non bénéficiaire C2S	Bleu	161,49 €	159,40 €	3 569 024	1 627 803	-1,3%	5%
9	40-49	Non bénéficiaire C2S	Rouge	176,79 €	174,82 €	4 117 424	1 829 428	-1,1%	4%
10	40-49	Non bénéficiaire C2S	DOM	222,07 €	210,93 €	156 138	72 676	-5,0%	8%
11	50-79	Non bénéficiaire C2S	Bleu	197,39 €	193,44 €	8 869 940	4 238 729	-2,0%	8%
12	50-79	Non bénéficiaire C2S	Rouge	212,06 €	208,83 €	8 730 233	4 105 431	-1,5%	6%
13	50-79	Non bénéficiaire C2S	IDF, DOM	225,08 €	218,52 €	3 571 964	1 617 527	-2,9%	7%
14	80 et +	Non bénéficiaire C2S	Bleu	170,83 €	170,40 €	1 149 482	506 773	-0,2%	12%
15	80 et +	Non bénéficiaire C2S	Rouge	194,05 €	196,08 €	1 469 698	632 851	1,0%	8%

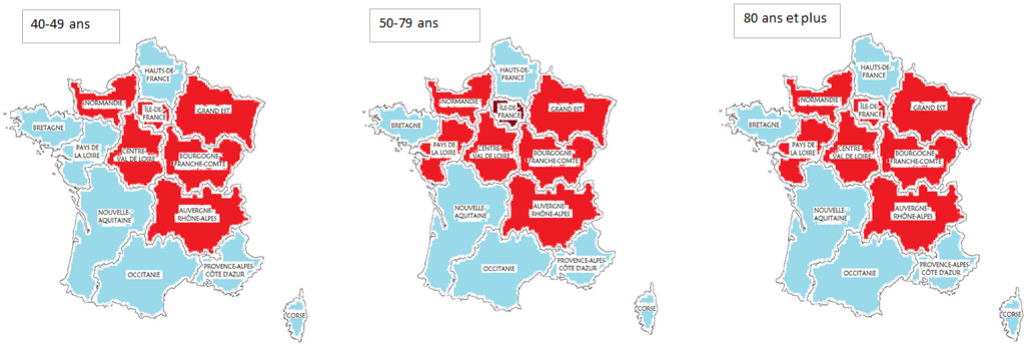


TABLE 9.2 – Evolution du coût moyen des verres chez les plus de 40 ans

Les régions de certains des groupes sont définies par des couleurs, reportées sur les cartes. Par exemple, le groupe 8 est défini par les 40 à 49 ans, non bénéficiaires de la C2S, habitant dans les régions en bleu sur la première carte, correspondant à leur tranche d'âge.

Malgré le peu d'évolution des frais, quelques points sont tout de même notables :

— Les frais engagés par les bénéficiaires de la C2S sont plus élevés, sauf dans les régions d'Outre-mer où ils étaient déjà particulièrement hauts ;

— Pour les non bénéficiaires de la C2S, les frais ont baissé dans les régions d'Outre-mer chez les 40 à 79 ans ;

— En France métropolitaine, chez les moins de 79 ans, les frais ont globalement plus baissé dans les régions où ils étaient moins élevés (-1,3% à -2% pour les régions en bleu sur la carte, contre -1,1% à -1,5% pour les régions en rouge) ;

— Les plus de 80 ans ont vu leurs frais stagner dans les régions les moins coûteuses, et même augmenter de 1% dans les régions en rouge.

De manière générale, bien que les dépenses engagées par les assurés dans leurs verres n'aient que peu évolué, les frais des plus de 40 ans, associés aux verres complexes, sont en légère baisse, et ceux des moins de 40 ans, associés aux verres simples sont en légère hausse, excepté pour les bénéficiaires de la C2S.

Ces évolutions sont liées à l'utilisation des paniers 100% remboursés par les différents groupes d'assurés :

	Janvier	Février	Mars	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
0-19 ans	6,9%	6,7%	6,0%	5,2%	5,1%	5,0%	5,2%	5,5%	5,5%	5,6%	5,3%
20-29 ans	7,0%	6,2%	5,9%	5,0%	4,9%	4,6%	5,2%	5,4%	5,5%	5,3%	4,9%
30-39 ans	5,7%	5,3%	4,9%	4,3%	4,0%	3,9%	4,1%	4,4%	4,4%	4,6%	4,1%
40-49 ans	6,6%	5,9%	5,3%	4,8%	4,5%	4,3%	4,6%	4,6%	4,7%	4,6%	4,4%
50-59 ans	7,0%	6,3%	5,6%	5,1%	4,6%	4,6%	5,0%	4,9%	4,8%	4,7%	4,5%
60-69 ans	10,1%	9,8%	8,9%	7,9%	7,1%	7,1%	7,5%	7,5%	7,3%	7,3%	6,9%
70-79 ans	10,4%	10,7%	9,9%	8,3%	7,8%	7,9%	8,5%	8,2%	8,3%	8,4%	8,2%
80 ans et +	11,5%	12,0%	11,3%	9,2%	8,8%	9,1%	9,8%	9,9%	9,7%	9,8%	10,3%

FIGURE 9.3 – Evolution de l'utilisation des paniers 100% remboursés pour les verres par tranche d'âge en France

Le mois d'avril n'est pas représenté ici en raison du peu de verres achetés sur la période, les taux d'utilisation sont donc non significatifs.
Il apparaît que la tranche des 30 à 39 ans sont ceux qui utilisent le moins ces paniers avec 4 à 5% de verres de panier A, alors qu'au-delà de 60 ans le taux d'utilisation dépasse 10%. Pour toute la population, un creux est identifiable après le confinement, et le redémarrage de l'utilisation des paniers 100% remboursés à la fin de l'été n'atteint tout de même pas les taux d'utilisation du début d'année.

Des différences subsistent entre les régions : comme évoqué précédemment, les DOM ont un taux d'utilisation des paniers A supérieur aux moyennes nationales, tandis qu'en Ile-de-France, les taux sont légèrement plus faibles. Les évolutions par tranche d'âge restent cependant les mêmes quelle que soit la région.

9.1.2 Cas du régime complémentaire

Afin de pouvoir évaluer la déformation du comportement impliquée par le niveau de couverture de l'assuré, la même étude a été faite sur la consommation des verres du régime complémentaire. La séparation entre les verres simples et les verres complexes étant nette sur ce jeu de données, les deux ont été étudiés séparément.

Les variables permettant d'expliquer les frais réels moyens sont ici le sexe, l'âge exact ainsi que le niveau de garantie. Les plus de 60 ans étant sous-représentés, ils ne font pas partie du périmètre de cette étude.
L'arbre optimal représentant les frais liés à cette population contient 12 classes : cet arbre a été généré en prenant la plus petite valeur parmi une série d'α minimisant l'erreur globale de l'arbre, obtenue à l'aide de plusieurs tirages. De cette manière, le risque de sur-apprentissage est minimal et le nombre de classes réduit pour garder un modèle exploitable.

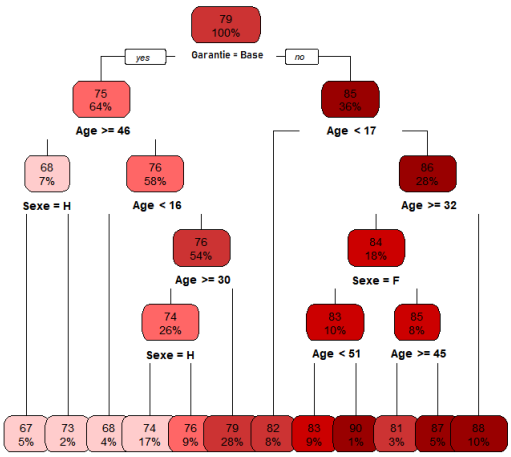
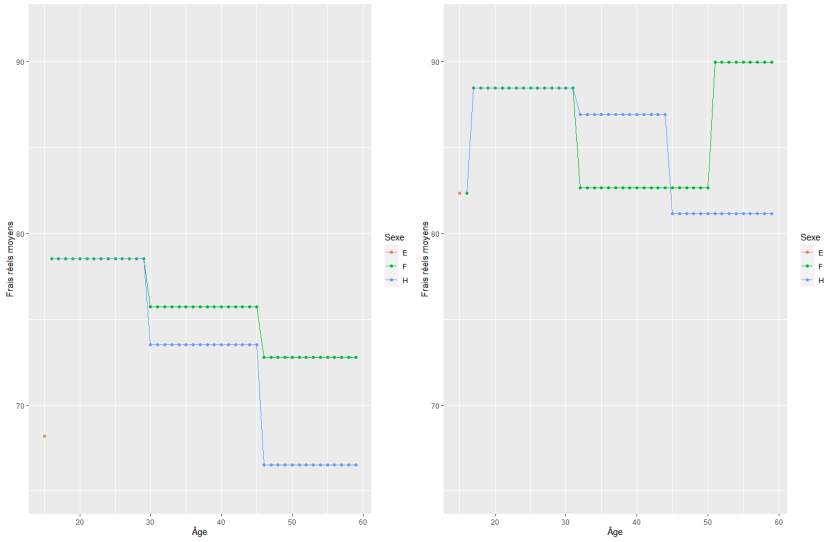


FIGURE 9.4 – Modélisation du coût moyen des verres simples du régime complémentaire par arbre CART

Le niveau de couverture est le critère le plus explicatif du prix des verres : en effet, en moyenne 10€ sépare les verres des assurés ayant la garantie de base de ceux ayant la garantie optionnelle. L'âge apparaît également comme étant un facteur explicatif : bien que cette étude soit restreinte aux verres simples, ceux-ci ont des niveaux de corrections différents dont les besoins sont liés à l'âge de l'assuré.



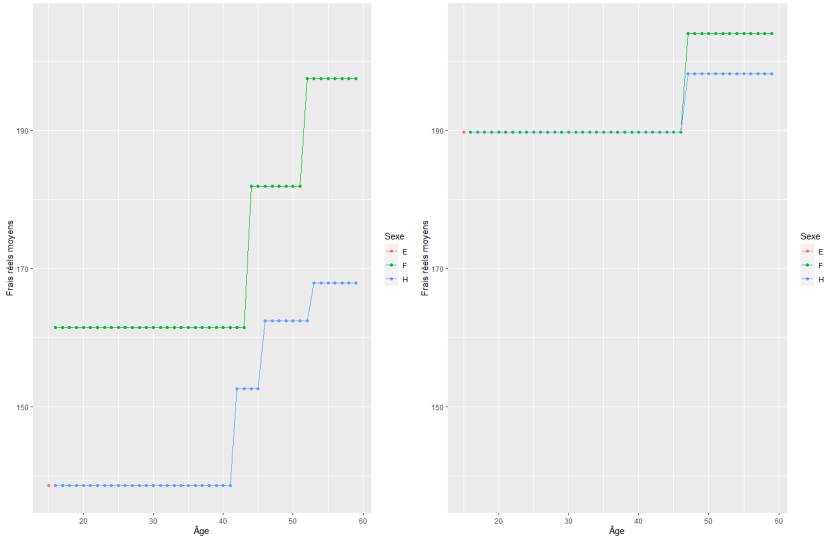
(a) Garantie de base (b) Garantie optionnelle

FIGURE 9.5 – Coût moyen par âge et par sexe des verres simples du régime complémentaire en 2019

Les femmes ont tendance à dépenser légèrement plus que les hommes parmi les assurés de la garantie de base, ce que l'on n'observe pas chez les 30-45 ans ayant la garantie optionnelle. La différence de sexe ne semble pas se faire ressentir chez les moins de 30 ans.

Les observations sur les verres complexes sont globalement les mêmes : le coût moyen d'un verre complexe est de 180€, 168€ chez les assurés de la garantie de base contre 198€ pour la

garantie optionnelle. L'arbre optimal associé est disponible en annexe D.2.



(a) Garantie de base (b) Garantie optionnelle

FIGURE 9.6 – Coût moyen par âge et par sexe des verres complexes du régime complémentaire en 2019

Quel que soit le sexe, le coût d'un verre augmente avec l'âge et les besoins de corrections plus coûteuses. Les femmes semblent également dépenser plus pour leurs verres que les hommes.

S'agissant des évolutions des frais moyens sur les deux types de verres, les tendances sur ce régime sont très proches des observations nationales :

Caractérisation de l'individu									
Groupe	Age	Sexe	Garantie	FR moyens 2019	FR moyens 2020	Nb 2019	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
1	15	N	Base	68,21 €	66,44 €	3 587	3 183	-2,6%	20%
2	16-29	N	Base	78,52 €	79,27 €	27 548	22 576	0,9%	11%
3	30-45	H	Base	73,51 €	73,11 €	16 685	14 009	-0,5%	14%
4	30-45	F	Base	75,74 €	74,34 €	8 398	7 399	-1,8%	17%
5	46-59	H	Base	66,52 €	62,71 €	4 838	3 929	-5,7%	26%
6	46-59	F	Base	72,78 €	70,85 €	1 603	1 302	-2,7%	22%
7	15-16	N	Option	82,35 €	80,97 €	7 860	5 701	-1,7%	4%
8	17-31	N	Option	88,49 €	88,72 €	9 804	6 646	0,3%	2%
9	32-44	H	Option	86,95 €	85,41 €	4 604	3 258	-1,8%	3%
10	32-50	F	Option	82,67 €	83,19 €	8 838	6 572	0,6%	3%
11	45-59	H	Option	81,17 €	79,51 €	2 820	1 856	-2,0%	6%
12	51-59	F	Option	89,97 €	83,01 €	879	642	-7,7%	5%

TABLE 9.3 – Evolution du coût moyen des verres simples dans le régime complémentaire

Caractéristiques de l'individu									
Groupe	Age	Sexe	Garantie	FR moyens 2019	FR moyens 2020	Nb 2019	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
1	15-41	H et E	Base	138,62 €	138,57 €	1 071	1 006	0,0%	10%
2	16-43	F	Base	161,49 €	153,58 €	628	639	-4,9%	11%
3	42-45	H	Base	152,65 €	145,05 €	2 670	2 584	-5,0%	11%
4	44-51	F	Base	181,88 €	170,23 €	3 784	3 642	-6,4%	10%
5	46-52	H	Base	162,44 €	155,74 €	8 738	8 136	-4,1%	12%
6	52-59	F	Base	197,47 €	180,10 €	2 722	2 668	-8,8%	11%
7	53-59	H	Base	167,95 €	161,56 €	6 412	6 271	-3,8%	13%
8	15-46	N	Option	189,71 €	185,64 €	3 193	2 474	-2,1%	2%
9	57-59	H	Option	198,21 €	195,16 €	6 794	5 988	-1,5%	2%
10	57-59	F	Option	203,99 €	196,96 €	5 443	4 818	-3,4%	2%

TABLE 9.4 – Evolution du coût moyen des verres complexes dans le régime complémentaire

Tous individus confondus, les frais engagés dans des verres simples n'ont quasiment pas évolué, tandis que les verres complexes ont baissé de 4% en passant de 180€ en moyenne à 172€. Les catégories d'individus créées ne semblent pas avoir évolué de manière réellement différente,

et leurs comportements restent similaires à ceux qu'ils avaient avant la réforme face au coût des verres. Il est important de rappeler que la population de ce régime est assez jeune, et que les informations sur la localisation géographique des assurés ne sont pas disponibles : le travail sur ces données aboutit à des groupes plus homogènes que ceux de la population nationale.

Concernant l'impact du niveau de garantie sur les comportements des assurés, il semble beaucoup jouer sur le choix du panier : en effet, la part des verres de panier A parmi les verres simples se situe autour de 15 à 20% pour le niveau de garantie le plus bas, contre 5% pour la garantie optionnelle. Dans les deux cas, l'âge semble également être un facteur : les enfants et les plus de 45 ans se tournent plus vers des paniers 100% santé que les jeunes adultes.
L'utilisation des paniers A n'est cependant pas aussi importante parmi les verres complexes : la part de ces paniers pour la garantie de base n'est que de 10 à 12% suivant les catégories, et n'est que de 2% pour la garantie optionnelle, alors que l'on aurait pu s'attendre à l'inverse compte tenu du fait que les verres complexes sont bien plus coûteux que les verres simples. Les verres de paniers A étant moins chers que ceux de paniers B, il apparaît donc que la consommation plus importante de ces paniers chez certaines catégories de personnes entraîne une baisse plus importante du coût moyen, bien que cette baisse ne soit pas très conséquente.

9.2 Coût moyen des montures

9.2.1 Cas de la population française

Tout comme pour les verres, les frais engagés pour la monture sont expliqués en fonction de la tranche d'âge, du sexe, de la région d'appartenance et du régime du bénéficiaire (C2S ou non), à partir des données 2018/2019. L'arbre optimal a été également tronqué à 15 classes pour faciliter le processus.

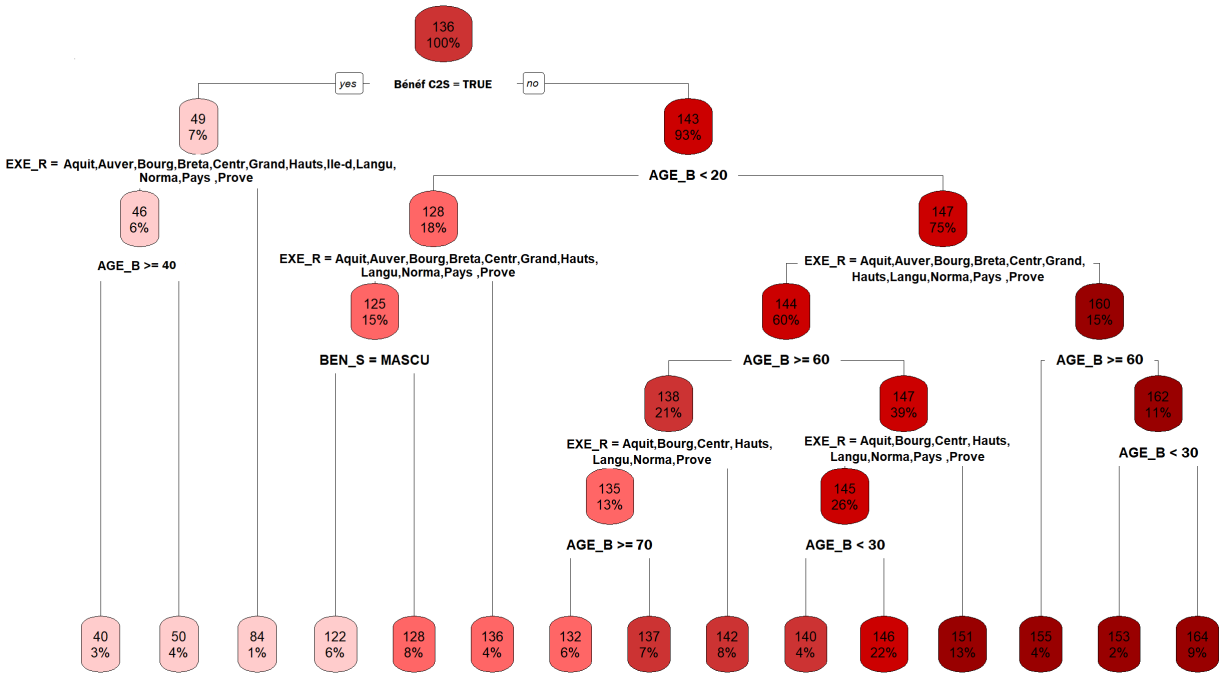


FIGURE 9.7 – Modélisation du coût moyen des montures de la base Open Damir par arbre CART

Comme pour les verres, les bénéficiaires de la C2S avaient des produits spécifiques à tarifs réduits, et n'étaient pas remboursés s'ils choisissaient une autre monture. Leurs frais moyens sont donc bien inférieurs à ceux du reste de la population.
Parmi les non bénéficiaires de la C2S, les mineurs paient leurs montures environ 13% moins chères que les adultes, et cet écart se creuse dans les régions où les montures sont les plus chères, à savoir en Ile-de-France et dans les régions d'Outre-mer.

Caractéristiques de l'individu										
Groupe	Age	Sexe	C2S	Région	FR moyens 18-19	FR moyens 2020	Nb 18-19	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
1	0-39	N	Bénéficiaire C2S	France métropolitaine	49,53 €	40,84 €	951 003	517 711	-17,5%	87%
2	0-80+	N	Bénéficiaire C2S	DOM	84,41 €	48,11 €	134 824	74 818	-43,0%	86%
3	40-80+	N	Bénéficiaire C2S	France métropolitaine	39,88 €	37,57 €	635 956	395 235	-5,8%	92%
4	0-19	M	Non bénéficiaire C2S	France métropolitaine hors IDF	122,44 €	115,26 €	1 601 335	716 110	-5,9%	3%
5	0-19	F	Non bénéficiaire C2S	France métropolitaine hors IDF	127,57 €	118,93 €	2 024 919	892 026	-6,8%	3%
6	0-19	N	Non bénéficiaire C2S	IDF, DOM	136,25 €	123,32 €	917 730	399 912	-9,5%	4%
7	20-29	N	Non bénéficiaire C2S	bleu	140,04 €	136,84 €	1 054 982	475 592	-2,3%	3%
8	20-29	N	Non bénéficiaire C2S	bordeaux + DOM	152,51 €	144,73 €	533 613	234 184	-5,1%	3%
9	20-59	N	Non bénéficiaire C2S	rouge	151,07 €	141,98 €	3 156 407	1 401 021	-6,0%	3%
10	30-59	N	Non bénéficiaire C2S	bordeaux + DOM	163,85 €	149,78 €	2 204 467	964 536	-8,6%	3%
11	30-59	N	Non bénéficiaire C2S	bleu	145,80 €	137,68 €	5 470 597	2 463 802	-5,6%	4%
12	60-69	N	Non bénéficiaire C2S	bleu	137,44 €	129,88 €	1 699 630	806 340	-5,5%	7%
13	60-80+	N	Non bénéficiaire C2S	rouge	141,65 €	134,79 €	2 060 023	992 182	-4,8%	6%
14	60-80+	N	Non bénéficiaire C2S	bordeaux + DOM	154,52 €	145,99 €	918 533	416 949	-5,5%	7%
15	70-80+	N	Non bénéficiaire C2S	bleu	132,38 €	125,18 €	1 509 398	768 833	-5,4%	9%

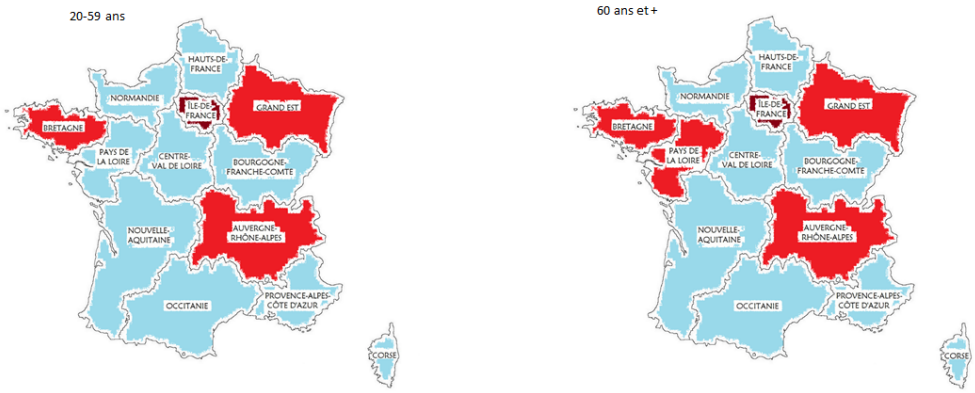
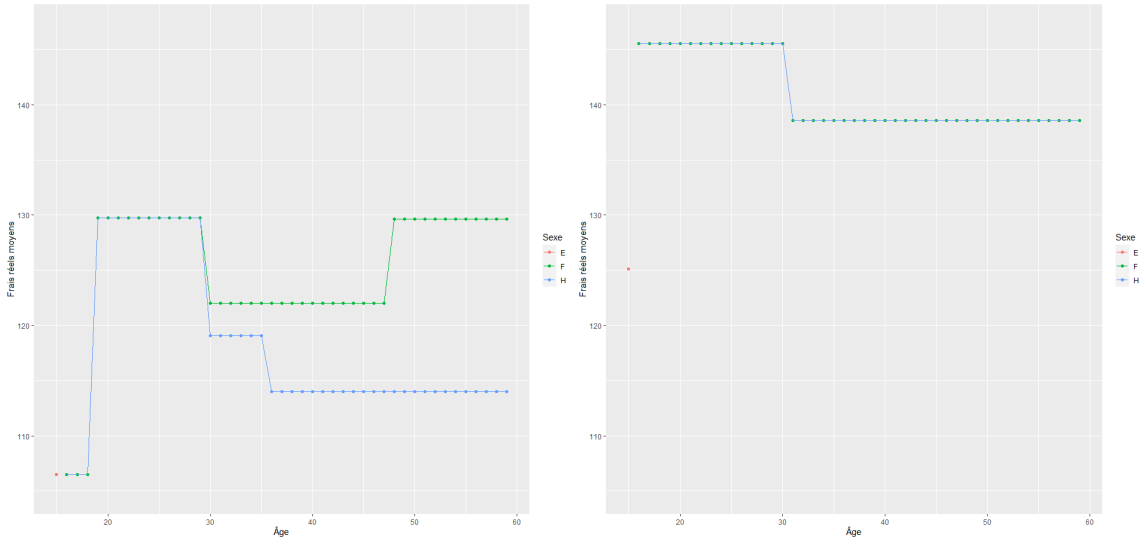


TABLE 9.5 – Evolution du coût moyen des montures en France en 2020

Il est intéressant de noter que mis à part l'Ile-de-France et les DOM, les régions où les frais engagés dans les verres étaient les plus élevés ne sont pas les mêmes que celles où les frais engagés dans les montures sont les plus élevés, particulièrement dans le nord du pays.
Les montures sont plus choisies dans le panier A par les plus de 60 ans que par les plus jeunes, mais cela n'implique pas une baisse des frais plus importante comme c'était le cas pour les verres. En effet, chez les plus de 60 ans, les dépenses moyennes engagées dans les montures baissent d'environ 5%, alors qu'elles baissent jusqu'à presque 10% chez les plus jeunes en Ile-de-France et dans les DOM. Le même phénomène est observé chez les bénéficiaires de la C2S : les plus de 40 ans en France métropolitaine voient leurs frais baisser d'environ 6%, contre 17% pour les plus jeunes.

9.2.2 Cas du régime complémentaire

L'arbre optimal créé à partir des données du régime complémentaire est disponible en annexe D.3.



(a) Garantie de base (b) Garantie optionnelle

FIGURE 9.8 – Coût moyen par âge et par sexe des montures du régime complémentaire en 2019

Sans surprise, les frais moyens des montures des assurés de la garantie de base sont inférieurs à ceux de la garantie optionnelle. Pour les deux niveaux de garantie, les jeunes actifs sont les plus dépensiers pour leur monture. Les frais moyens baissent ensuite avec l'âge, sauf pour les femmes de la garantie de base, pour lesquelles la dépense moyenne augmente après 47 ans.

Tout comme pour la population française, les frais moyens ont globalement baissé, puisque le remboursement des montures ne peut plus dépasser 100€ dans les contrats responsables. Cependant la plupart des dépenses moyennes restent au-delà de 100€, laissant donc un reste à charge aux assurés. Cette mesure n'impacte que les assurés de la garantie optionnelle dont la prise en charge des montures était supérieure à 100€ ; celle des assurés de la garantie de base n'a pas baissé.

Caractéristiques de l'individu								
Age	Sexe	Garantie	FR moyens 2019	FR moyens 2020	Nb 2019	Nb 2020	Evolution	Part des paniers A
0-18	N	Base	106,49 €	97,32 €	1 794	1 606	-8,6%	9%
19-29	N	Base	129,74 €	123,97 €	13 497	11 070	-4,4%	5%
30-35	H	Base	119,10 €	114,51 €	3 956	3 257	-3,9%	6%
30-47	F	Base	122,02 €	115,21 €	5 461	4 856	-5,6%	9%
36-59	H	Base	114,00 €	107,51 €	15 647	14 168	-5,7%	10%
48-59	F	Base	129,64 €	117,40 €	2 824	2 718	-9,4%	9%
0-15	N	Option	125,13 €	116,17 €	3 842	2 765	-7,2%	2%
16-30	N	Option	145,55 €	136,53 €	4 461	2 995	-6,2%	2%
31-59	N	Option	138,60 €	128,63 €	16 270	12 672	-7,2%	2%

TABLE 9.6 – Evolution du coût moyen des montures dans le régime complémentaire en 2020

Les dépenses des jeunes actifs sont celles qui ont le moins baissé, et c'est aussi dans leur catégorie que le taux de monture de classe A est le plus faible : l'esthétique semble être un point plus important pour eux que pour le reste de la population. En revanche, les femmes de plus de

48 ans de la garantie de base ont vu leurs dépenses baisser de 10%, grâce à un taux de monture de classe A de 9%.
Les assurés de la garantie optionnelle ne semblent pas avoir évolués différemment : leurs frais baissent d'environ 6,5% pour un taux de monture de classe A de 2%.

9.3 Fréquence de consommation des verres

9.3.1 Cas de la population française

La fréquence de consommation de chacune des catégories d'assurés, définies par l'ensemble des combinaisons de tranche d'âge, de sexe et de région, a été évaluée sur 2018-2019, par le ratio entre le nombre de verres remboursés par la Sécurité Sociale à l'ensemble des individus de la catégorie durant cette période et la moyenne du nombre d'habitants français sur ces deux années correspondant à la catégorie.

La modélisation par arbre CART (disponible en annexe D.4) a permis de rapprocher les individus dont la fréquence de consommation sur cette période était similaire. Ces classes étant difficilement comparables, elles ont été modifiées en gardant en tête les séparations les plus pertinentes selon l'arbre généré : la population est séparée en 5 classes d'âge (0-39, 40-49, 50-59, 60-79 et 80+), chacune séparée par sexe et par région (France métropolitaine ou DOM). La fréquence annuelle de consommation de chacun des groupes a ensuite été recalculée :

Caractéristiques de l'individu								
Groupe	Age	Sexe	Zone géographique	Fréquence 2018	Fréquence 2019	Fréquence 2020	Evolution 18 à 19	Evolution 19 à 20
1	0-39	FEMININ	France métropolitaine	0,40	0,43	0,38	7%	-12%
2	0-39	MASCULIN	France métropolitaine	0,27	0,29	0,26	7%	-12%
3	40-49	FEMININ	France métropolitaine	0,55	0,59	0,53	6%	-10%
4	40-49	MASCULIN	France métropolitaine	0,39	0,42	0,38	7%	-10%
5	50-59	FEMININ	France métropolitaine	0,59	0,61	0,56	4%	-9%
6	50-59	MASCULIN	France métropolitaine	0,49	0,52	0,47	6%	-9%
7	60-79	FEMININ	France métropolitaine	0,49	0,51	0,47	4%	-8%
8	60-79	MASCULIN	France métropolitaine	0,43	0,45	0,43	5%	-6%
9	80 et +	FEMININ	France métropolitaine	0,32	0,33	0,28	4%	-16%
10	80 et +	MASCULIN	France métropolitaine	0,32	0,34	0,29	5%	-14%
11	0-39	FEMININ	DOM	0,22	0,23	0,21	5%	-8%
12	0-39	MASCULIN	DOM	0,13	0,14	0,12	5%	-9%
13	40-49	FEMININ	DOM	0,44	0,46	0,44	3%	-3%
14	40-49	MASCULIN	DOM	0,27	0,28	0,27	5%	-4%
15	50-59	FEMININ	DOM	0,48	0,50	0,47	3%	-5%
16	50-59	MASCULIN	DOM	0,33	0,35	0,34	5%	-4%
17	60-79	FEMININ	DOM	0,40	0,43	0,41	7%	-6%
18	60-79	MASCULIN	DOM	0,30	0,33	0,32	9%	-4%
19	80 et +	FEMININ	DOM	0,20	0,22	0,19	10%	-14%
20	80 et +	MASCULIN	DOM	0,17	0,20	0,16	15%	-19%

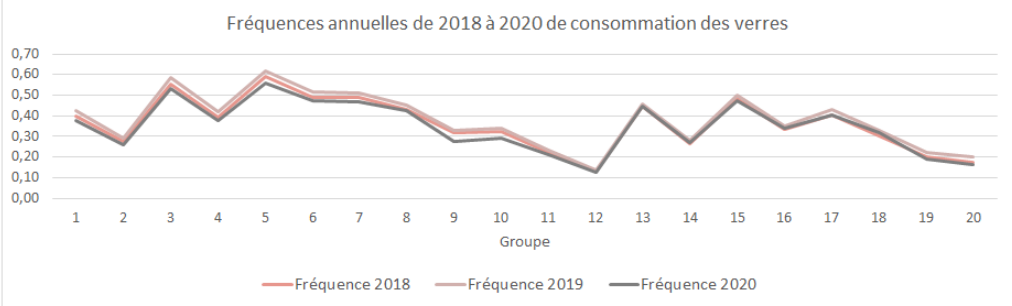


TABLE 9.7 – Evolution de la fréquence de consommation des verres en France de 2018 à 2020

Cette méthode a été préférée en raison de la consommation cyclique de la population : chez les adultes, les renouvellements d'équipements optiques ne peuvent se faire que tous les deux ans (si la vue n'a pas évolué) pour pouvoir être remboursés. Ceci implique que des années sont plus

creuses que d'autres, et il s'agit de savoir si l'année 2020 se situait normalement dans un creux ou non.
L'augmentation de consommation entre 2019 et 2018 est en effet notable, puisque la fréquence a augmenté de 5 à 15% selon les catégories d'individus. L'année 2020 se situait alors certainement dans une année plutôt creuse, et la baisse observée entre 2019 et 2020 n'est probablement pas due uniquement à la pandémie.
Dans la suite, l'évolution en 2020 sera étudiée par rapport à la moyenne des deux années précédentes.

Concernant les différences de comportements des assurés, quelques points sont à noter :

— Les habitants des DOM consomment moins que leurs homologues en France métropolitaine. Bien que leur baisse de consommation observée soit plus faible que les autres, ce sont toujours eux qui consomment le moins en 2020 ;
— Les plus de 80 ans ont vu leur consommation baisser en moyenne de 15% : cette baisse est probablement liée à la pandémie, étant les plus fragiles face au virus, il ne serait pas étonnant qu'ils aient eu plus tendance à reporter leurs soins à plus tard ;
— Au delà de 60 ans, la situation géographique de l'assuré est moins importante dans l'évaluation de la fréquence de consommation, la distinction a été ajoutée afin de rendre possible la comparaison entre les groupes.

Afin de prendre en compte au mieux l'impact de la pandémie sur les consommations, l'année 2020 a été découpée en 6 périodes :

1. Janvier à Février : les mesures n'ayant été prises qu'en mars, ce début d'année est théoriquement non impacté par le Covid ;
2. Mars : début du confinement mi-mars, ce mois est marqué par un début de baisse de l'activité ;
3. Avril : le mois s'est déroulé entièrement confiné, et comme évoqué précédemment, la baisse de la consommation en optique et en dentaire dépasse 90% ;
4. Mai : fin du confinement mi-mai, le rattrapage des soins a commencé dès la fin du mois sur certains postes ;
5. Juin à août : un été marqué par la reprise de la vie presque "normale" pré-pandémie ;
6. Septembre à décembre : la fin d'année a été vécue à mi-chemin entre la normale et le confinement du printemps, certains reportent leurs soins tandis que d'autres rattrapent ceux qu'ils n'ont pas pu faire en début d'année.

Les évolutions des fréquences de consommation des individus ont alors été calculées pour chacun des groupes, pour chacune des périodes, entre 2020 et les deux années précédentes. La France métropolitaine et les DOM ont été séparés car les comportements des assurés sont très différents sur les deux périmètres.

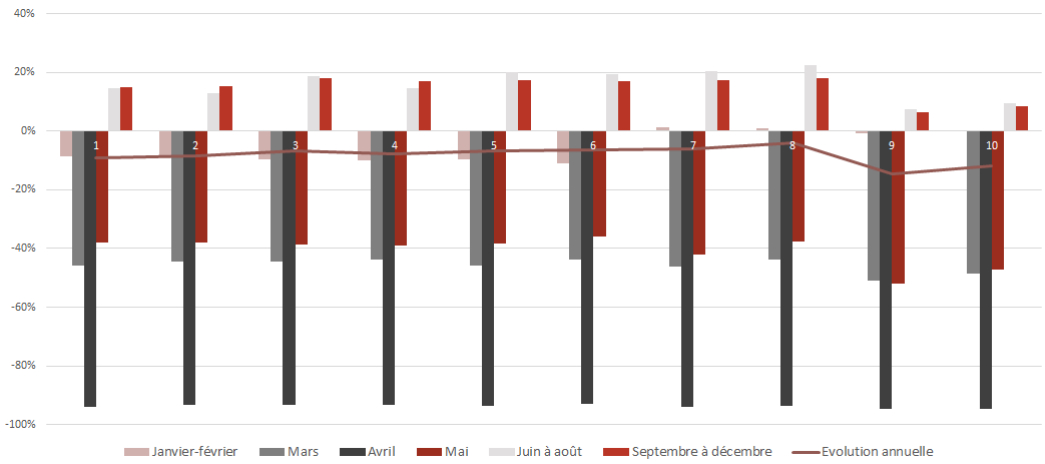


FIGURE 9.9 – Evolution de la fréquence de consommation des verres en France métropolitaine par période, entre 2020 et les deux années précédentes

Les groupes sont définis sur le tableau 9.7.

La baisse de la consommation observée en janvier/février sur la population jeune est bien moins marquée chez les plus de 60 ans (groupes 7 à 10) et se transforme même en une augmentation chez les 60 à 79 ans. De plus, les plus de 80 ans ont une augmentation plus faible sur le deuxième semestre, ce qui explique leur baisse de consommation plus importante sur l'année complète. L'évolution de leur consommation entre 2018 et 2019 n'étant pas plus importante que celle des autres groupes, cela laisse à penser que leur année 2020 n'aurait pas dû être particulièrement plus creuse que les autres, et donc qu'ils n'ont pas pu consommer autant qu'ils le souhaitaient. Un effet rattrapage plus tardif pourrait donc être attendu chez les plus de 80 ans.

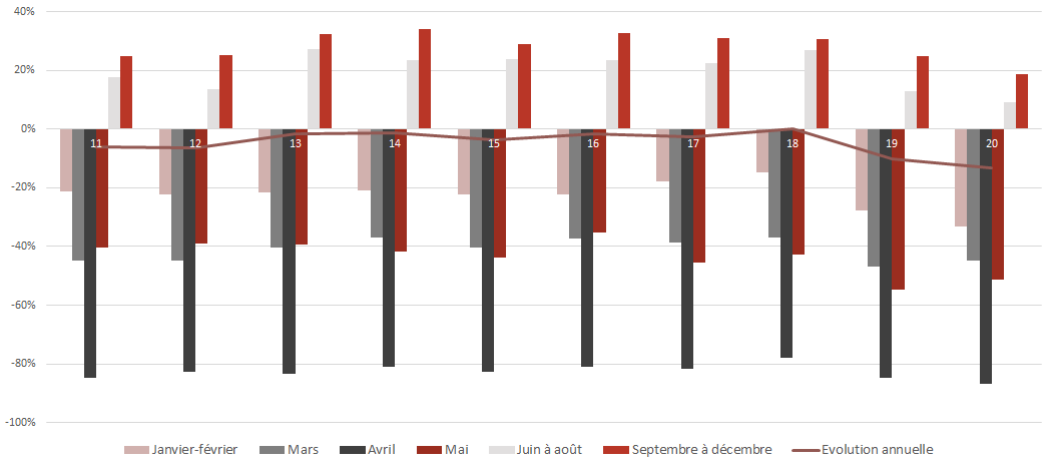


FIGURE 9.10 – Evolution de la fréquence de consommation des verres dans les DOM par période, entre 2020 et les deux années précédentes

Les habitants des régions d'Outre-mer ont eu à la fois une baisse plus importante en janvier/février que les habitants de France métropolitaine de la même classe d'âge, mais également une augmentation plus importante sur le deuxième semestre. Alors qu'on observait une augmentation de la consommation chez les plus de 80 ans très inférieure aux autres en France métropolitaine sur la fin d'année (+7% contre +16%), ce n'est pas le cas dans les DOM : une

hausse d'environ 22% est observée chez les plus de 80 ans, contre +29% chez les moins de 80 ans. De manière générale, l'augmentation de la consommation sur la dernière période est plus importante dans les DOM qu'en France métropolitaine. En effet, certaines régions d'Outre-mer ont été moins touchées par la deuxième vague de la pandémie : alors que la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane avaient des taux d'incidence en fin d'année qui se rapprochaient de ceux de métropole (200 à 300 cas par semaine pour 100 000 habitants au pire moment du dernier quadrimestre, contre 300 à 800 en France métropolitaine), ceux de la Réunion et de Mayotte étaient plus proches de 80 à 100 cas [1].

9.3.2 Cas du régime complémentaire

Pour la modélisation de la fréquence, la distinction entre les verres simples et les verres complexes n'étant plus pertinente, ces derniers ont été regroupés ; l'objectif étant effectivement de connaître la fréquence de renouvellement des équipements optiques en fonction des profils des assurés, il n'apparaît pas utile de séparer les assurés en fonction de la correction dont ils ont besoin.

La fréquence de consommation de chacune des catégories d'assurés, définies par l'ensemble des combinaisons d'âge, de sexe et de niveau de garantie, a été évaluée sur l'année 2019, par le ratio entre le nombre de verres remboursés par le régime à l'ensemble des individus de la catégorie et le nombre d'assurés de cette catégorie ayant consommé en 2019.
L'arbre optimal généré ne comporte que 3 classes :

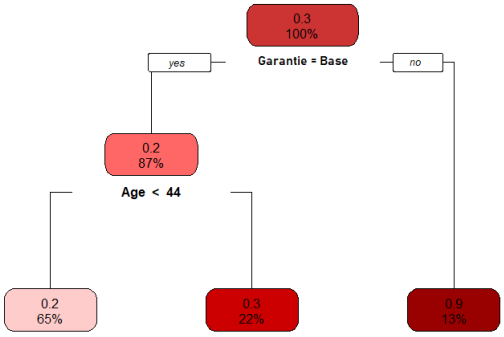


FIGURE 9.11 – Modélisation de la fréquence de consommation des verres du régime complémentaire en 2019 par arbre CART

Le niveau de couverture des assurés est un facteur déterminant dans l'évaluation de la fréquence de consommation. Comme expliqué en introduction, les assurés ayant besoin de lunettes auront tendance à choisir la garantie optionnelle en prévision de leur renouvellement d'équipement : le phénomène d'anti-sélection s'observe bien ici puisque les assurés ayant la garantie de base consomment en moyenne 0,2 verre par an, soit environ 0,1 paire de lunette, quand les bénéficiaires de la garantie optionnelle consomment environ 0,45 paire de lunette par an.

La fréquence de consommation annuelle est en légère baisse pour les trois groupes, sans différence significative entre eux :

1. D'après le tableau de bord Covid-19 du gouvernement.

Caractéristiques de l'individu								
Groupe	Age	Sexe	Garantie	Frequence 2019	Frequence 2020	Effectif 2019	Effectif 2020	Evolution annuelle
1	15-59	N	Option	86,5%	83,5%	58 115	45 481	-3,5%
2	15-43	N	Base	19,5%	18,7%	292 600	258 636	-4,5%
3	44-59	N	Base	31,1%	30,3%	101 308	96 054	-2,7%

TABLE 9.8 – Evolution de la fréquence annuelle de consommation des verres du régime complémentaire entre 2019 et 2020

Tout comme sur la population française, l'étude par période a été réalisée :

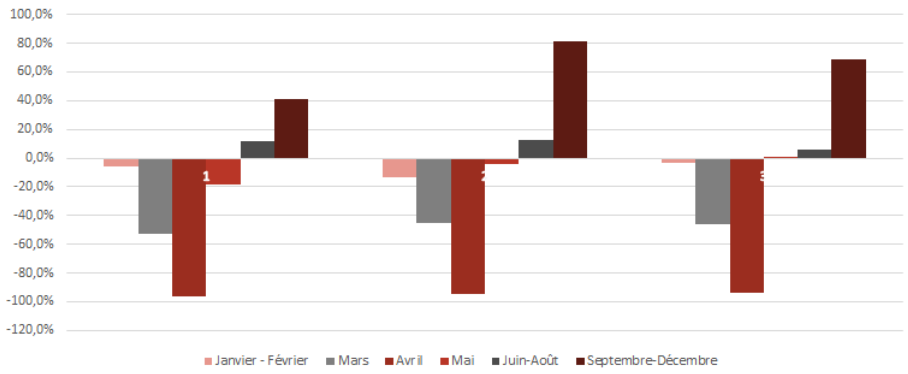


FIGURE 9.12 – Evolution de la fréquence annuelle de consommation des verres du régime complémentaire par période et par groupe entre 2020 et 2019

Il apparaît que les groupes ayant l'option de base (groupes 2 et 3) ont vu leur fréquence de consommation augmenter de 65 à 80% sur la fin de l'année, alors que cette augmentation n'est que de 40% chez les assurés ayant la garantie optionnelle. De plus, cette augmentation est plus marquée chez les plus jeunes. Egalement, la baisse du mois de mai est bien moins marquée chez les assurés de la garantie de base. Ces deux points laissent à penser que les assurés de la garantie de base ont légèrement plus consommé en 2020 grâce à la réforme 100% santé : en effet, ils se tournent presque 5 fois plus vers les paniers de classe A que les assurés de la garantie optionnelle.

9.4 Fréquence de consommation des montures

9.4.1 Cas de la population française

La fréquence de consommation des montures est très similaire à celle des verres : bien qu'il soit possible de ne faire renouveler que ses verres ou que sa monture, la plupart des assurés renouvellent les deux en même temps.
Les classes trouvées grâce à la modélisation par les arbres CART sont donc très proches de celles des verres ; l'arbre est disponible en annexe D.5. Pour la même raison que pour les verres, les classes ont été modifiées de manière identique.

Caractéristiques de l'individu								
Groupe	Age	Sexe	Zone géographique	Fréquence 2018	Fréquence 2019	Fréquence 2020	Evolution 18 à 19	Evolution 19 à 20
1	0-39	FEMININ	France métropolitaine	0,18	0,20	0,17	7%	-13%
2	0-39	MASCULIN	France métropolitaine	0,12	0,13	0,12	8%	-12%
3	40-49	FEMININ	France métropolitaine	0,26	0,27	0,25	7%	-11%
4	40-49	MASCULIN	France métropolitaine	0,19	0,20	0,17	7%	-13%
5	50-59	FEMININ	France métropolitaine	0,27	0,29	0,26	5%	-10%
6	50-59	MASCULIN	France métropolitaine	0,23	0,24	0,22	6%	-11%
7	60-79	FEMININ	France métropolitaine	0,21	0,22	0,21	6%	-7%
8	60-79	MASCULIN	France métropolitaine	0,18	0,20	0,18	7%	-7%
9	80 et +	FEMININ	France métropolitaine	0,11	0,12	0,11	7%	-12%
10	80 et +	MASCULIN	France métropolitaine	0,11	0,12	0,11	8%	-10%
11	0-39	FEMININ	DOM	0,10	0,11	0,10	5%	-9%
12	0-39	MASCULIN	DOM	0,06	0,06	0,05	5%	-10%
13	40-49	FEMININ	DOM	0,21	0,21	0,20	3%	-4%
14	40-49	MASCULIN	DOM	0,12	0,13	0,12	5%	-7%
15	50-59	FEMININ	DOM	0,23	0,23	0,22	3%	-6%
16	50-59	MASCULIN	DOM	0,16	0,17	0,15	6%	-7%
17	60-79	FEMININ	DOM	0,17	0,19	0,18	9%	-5%
18	60-79	MASCULIN	DOM	0,13	0,15	0,14	12%	-6%
19	80 et +	FEMININ	DOM	0,08	0,09	0,08	12%	-12%
20	80 et +	MASCULIN	DOM	0,06	0,07	0,06	22%	-17%

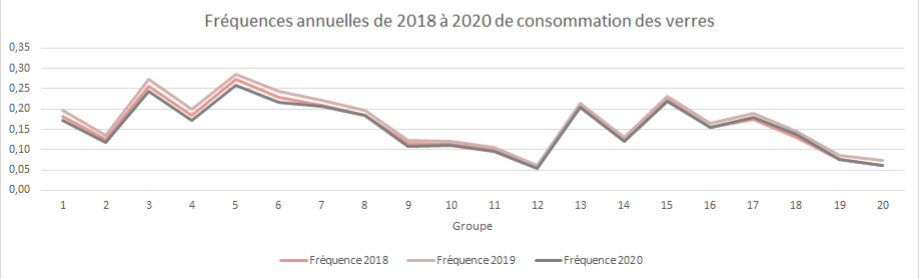


TABLE 9.9 – Evolution de la fréquence de consommation des montures en France de 2018 à 2020

Quelques remarques complémentaires peuvent cependant être apportées :

— L'effet cyclique de renouvellement des montures semble être légèrement plus marqué, et surtout pour les plus âgés : bien qu'ils soient les moins consommateurs, les plus de 80 ans ont enregistré une hausse de 22% entre 2018 et 2019 dans les DOM (contre +15% pour les verres), et une hausse de 8% pour les plus de 80 ans de France métropolitaine (contre +5% pour les verres) ;

— Une augmentation plus forte est observée sur la période septembre-décembre entre 2018 et 2019 que sur les autres périodes pour les habitants des DOM, et les moins de 60 ans en France métropolitaine. Cette augmentation peut être liée à une anticipation de la réforme, les assurés ayant une bonne complémentaire profitant des derniers mois pendant lesquels la monture pouvait encore être remboursée à plus de 100€.

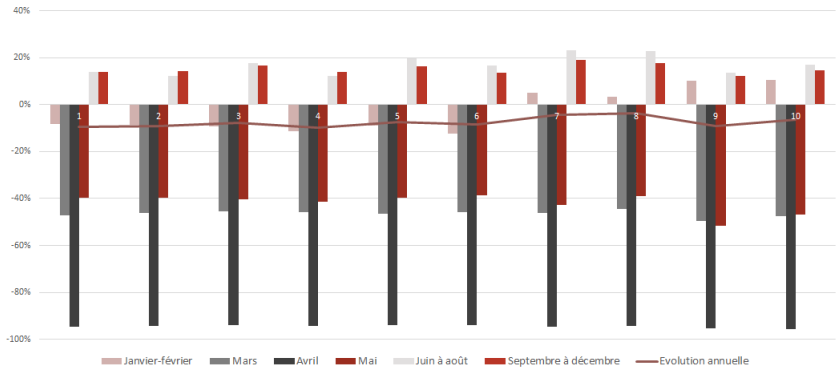


FIGURE 9.13 – Evolution de la fréquence de consommation des montures en France métropolitaine par période, entre 2020 et les deux années précédentes

L'effet observé sur les verres chez les plus âgés est accentué sur les montures : les plus de 60 ans ont plus consommé de montures sur le début d'année en 2020 que sur ces mêmes périodes en 2018 et 2019. Les plus de 80 ans ont également eu une évolution un peu plus forte sur la fin d'année concernant les montures que concernant les verres. Il semblerait que ce soit ceux qui profitent le plus de la réforme, en tout cas pour les montures, puisque leur taux de panier A parmi les montures qu'ils choisissent est bien supérieur à ceux des plus jeunes : le taux d'utilisation des paniers A chez les plus de 80 ans varie de 8 à 11% selon le mois considéré, alors qu'il ne dépasse pas 5,5% chez les moins de 60 ans.

Les évolutions observées chez les habitants des régions d'Outre-mer sont très similaires à celles des verres détaillées précédemment ; le graphique des évolutions par période est disponible en annexe E.

9.4.2 Cas du régime complémentaire

Tout comme pour les verres, l'arbre généré ne comporte que 3 classes. Celui-ci est disponible en annexe D.6.

Caractéristiques de l'individu								
Groupe	Age	Sexe	Garantie	Frequence 2019	Frequence 2020	Effectif 2019	Effectif 2020	Evolution annuelle
1	15-59	N	Option	0,42	0,41	58 115	45 481	-4,1%
2	15-43	N	Base	0,10	0,09	292 600	258 636	-4,7%
3	44-59	N	Base	0,15	0,15	101 308	96 054	-2,1%

TABLE 9.10 – Evolution de la fréquence annuelle de consommation des montures du régime complémentaire entre 2019 et 2020

Une baisse légèrement plus importante de la consommation des montures que celle des verres est à noter pour les assurés de la garantie optionnelle (-4,1% contre -3,5% pour les verres). Ces baisses ne sont pas autant visibles sur les assurés de la garantie de base : la prise en charge de la monture n'a pas changé dans leur contrat, mais a baissé entre 2019 et 2020 pour la garantie optionnelle, ce qui peut expliquer une légère baisse de la consommation chez ces assurés.

Les évolutions par période sont quasiment identiques à celles des verres : le groupe 3 a cependant des évolutions légèrement supérieures (de l'ordre de 1%), quand ceux du groupe 1 en

ont des légèrement inférieures (de l'ordre de -0,5%). Ces remarques laissent donc penser que les plus âgés moins bien couverts ont plus consommé de montures grâce à la réforme, ce que l'on avait déjà pu observer sur les données nationales.

9.5 Synthèse des observations en optique

L'attitude des assurés en matière de consommation est, sur certains points, restée similaire à ce qui était constaté habituellement avant 2020. Le coût moyen des verres reste très impacté par l'âge : en effet les plus jeunes utilisent plutôt des verres simples, et passé un certain âge les verres multifocaux, plus onéreux, deviennent nécessaires. L'impact du niveau de couverture de l'assuré n'est pas négligeable non plus, corrélé à un effet d'aléa moral de la part des assurés et/ou professionnel de santé. Les prix sont sensiblement différents selon les régions, avec des coûts plus élevés en Ile-de-France et dans les DOM. Concernant les montures, les principaux facteurs impactant les frais engagés par les assurés sont le lieu de résidence et le niveau de garantie, bien que les parents d'enfants mineurs dépensent moins dans la monture de leurs enfants que les adultes.

En 2020, les dépenses moyennes sur les verres sont globalement stables sur l'ensemble de la population par rapport aux années précédentes : les impacts ne sont pas significatifs, bien que le budget alloué par les assurés pour leurs verres multifocaux soit en faible baisse, et à l'inverse en légère hausse pour leurs verres simples. En revanche, ils dépensent 5 à 10% de moins sur leurs montures, grâce à la limitation des remboursements de 150 à 100€ dans les contrats responsables ; cependant cette baisse des dépenses n'implique pas forcément un reste à charge plus faible, ce qui pourrait avoir pour effet une poursuite de cette baisse dans les années à venir.
En 2020, les paniers A ont été très peu utilisés en optique (6% sur la population non couverte par la C2S), probablement car les bénéficiaires de régimes complémentaires d'entreprise disposent de remboursements suffisant pour couvrir leurs dépenses même en panier B. Il est en effet constaté que les plus âgés sont les plus consommateurs de ces paniers, bien que toujours dans de faibles proportions (de l'ordre de 6 à 10% chez les plus de 60 ans hors C2S).

Cette étude a montré que le lieu de résidence des assurés n'influence pas ou peu leur fréquence de consommation, excepté pour les habitants des DOM qui consomment moins que ceux de France métropolitaine. L'effet cyclique qui joue sur le renouvellement des équipements optiques a été constaté sur l'évolution de 2018 à 2020 : l'année 2019 semble être une année où la consommation devait être légèrement plus élevée en raison du renouvellement tous les 2 ans des équipements, et la baisse de consommation en 2020 ne semble donc pas uniquement due au report des soins imposé par la pandémie.
Il est cependant notable que les plus âgés ont plus consommé au début de l'année, à la mise en place des paniers 100% remboursés et avant le confinement, laissant penser qu'ils ont pu commencer à profiter de la réforme. Leur rattrapage en fin d'année s'est moins fait ressentir que chez les plus jeunes, certainement par peur du virus, impliquant un rattrapage probablement plus tardif de leur part.

Le niveau de la garantie implique une fréquence de consommation différente de la part des assurés, puisque ceux qui sont conscients de leurs problèmes de vue choisissent volontairement un contrat qui les couvrira mieux. Dans le régime complémentaire, les assurés ayant la garantie de base consomment donc moins car ils n'en ont pas besoin, et n'ont pas modifié leur comportement en termes de fréquence de consommation significativement différemment de ceux ayant la garantie optionnelle.

En conclusion, sur les verres comme sur les montures, la tendance en 2020 est à la baisse chez les plus jeunes : l'augmentation du coût moyen des verres simples ne semble pas significative, et leur fréquence de consommation a été fortement impactée par la pandémie, sans être visiblement rehaussée par l'effet de la réforme. En revanche la fréquence de consommation à la baisse chez les plus de 60 ans semble tout de même avoir été relevée par les premiers effets de la réforme, puisque le début d'année n'a pas été marqué par la baisse visible chez les plus jeunes.

Chapitre 10

Evolution des comportements en dentaire

Trois évolutions majeures ont eu lieu entre 2019 et 2020 concernant les prothèses dentaires : les couronnes ont vu leur base de remboursement évoluer à partir du 1er janvier 2020, les paniers ont également vu le jour le 1er janvier 2020, et les prothèses transitoires sont remboursées par la Sécurité Sociale depuis le 1er avril 2019.
Les mesures étant arrivées progressivement, l'étude sera menée en deux temps pour la base Open Damir : tout d'abord avec l'étude de l'impact de la prise en charge séparée des couronnes transitoires, puis avec celle de l'arrivée des paniers.

10.1 Coût moyen des prothèses dentaires

10.1.1 Cas de la population française

Afin de pouvoir étudier l'évolution des comportements des assurés suite aux deux évolutions réglementaires, les profils-types ont été établis sur la base des données de janvier 2018 à mars 2019 de la population française. Comme évoqué précédemment, la distinction entre les bridges et les couronnes est difficile sur ce jeu de données, et afin de ne pas restreindre le cadre de l'étude plus que souhaité, celle-ci sera effectuée globalement sur les couronnes et les bridges.
L'arbre optimal comportant bien trop de classes pour être exploité, il a été tronqué arbitrairement à 15 classes.

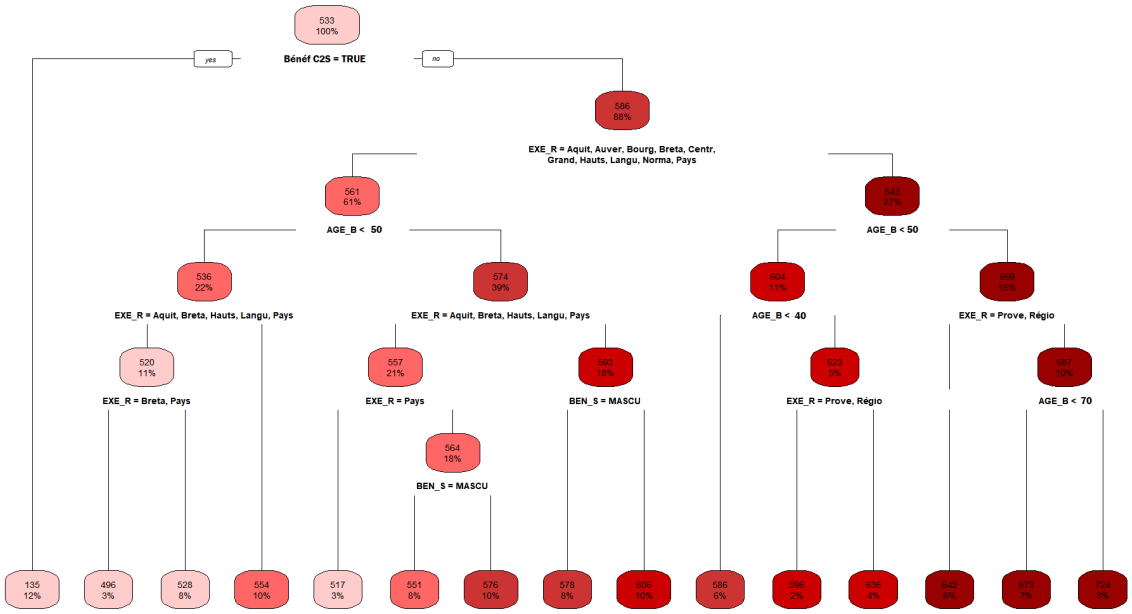
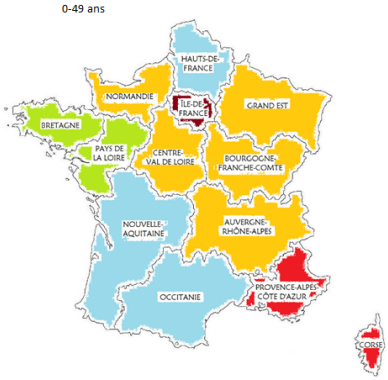


FIGURE 10.1 – Modélisation du coût moyen des couronnes en France sur la période janvier 2018 à mars 2019 par arbre CART

Les bénéficiaires de la C2S ne dépensent en moyenne que 135€ pour leur couronnes, contre 586€ pour le reste de la population. Dans les régions Ile-de-France, PACA et les régions d'Outre-mer, une couronne coûte en moyenne 14% de plus que dans le reste de la France. L'âge et le sexe semblent également jouer un rôle dans les dépenses engagées par les français dans leurs couronnes, mais cela peut plus particulièrement être lié au choix du matériau.

Les dépenses moyennes de chacun de ces groupes ont ensuite été calculées sur la période avril 2019 à décembre 2019, puis janvier 2020 à décembre 2020 afin de pouvoir évaluer distinctement les impacts liés aux deux évolutions.

Caractéristiques de l'individu										
Groupe	Age	C2S	Sexe	Région	FR moyens 01-2018/03-2019	FR moyens 04-2019/12-2019	FR moyens 2020	Evolution suite à la prise en charge des CT	Evolution suite à l'introduction des paniers	Part des paniers RAC 0
1	0-80 et +	Bénéficiaire C2S	N	Toute la France	135,40 €	143,49 €	143,41 €	6,0%	-0,1%	97%
2	0-39	Non bénéficiaire C2S	N	PACA, IDF et DOM	585,60 €	586,41 €	559,16 €	0,1%	-4,6%	35%
3	0-49	Non bénéficiaire C2S	N	Vert	495,78 €	496,48 €	484,45 €	0,1%	-2,4%	51%
4	0-49	Non bénéficiaire C2S	N	Jaune	553,90 €	551,45 €	525,71 €	-0,4%	-4,7%	44%
5	0-49	Non bénéficiaire C2S	N	Bleu	528,43 €	528,98 €	507,69 €	0,1%	-4,0%	50%
6	40-49	Non bénéficiaire C2S	N	IDF	635,75 €	631,03 €	600,51 €	-0,7%	-4,8%	34%
7	40-49	Non bénéficiaire C2S	N	PACA, DOM	595,53 €	591,19 €	554,50 €	-0,7%	-6,2%	47%
8	50-69	Non bénéficiaire C2S	N	IDF	672,77 €	661,67 €	629,58 €	-1,6%	-4,9%	40%
9	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	M	Bleu	550,84 €	543,72 €	532,99 €	-1,3%	-2,0%	67%
10	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	M	Jaune	578,03 €	566,96 €	550,57 €	-1,9%	-2,9%	61%
11	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	N	Vert	516,64 €	516,20 €	509,65 €	-0,1%	-1,3%	67%
12	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	N	PACA, DOM	641,83 €	630,57 €	595,35 €	-1,8%	-5,6%	57%
13	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	F	Bleu	575,61 €	570,08 €	551,68 €	-1,0%	-3,2%	62%
14	50-80 et +	Non bénéficiaire C2S	F	Jaune	605,63 €	595,00 €	571,42 €	-1,8%	-4,0%	56%
15	70-80 et +	Non bénéficiaire C2S	N	IDF	724,22 €	693,78 €	656,15 €	-4,2%	-5,4%	49%



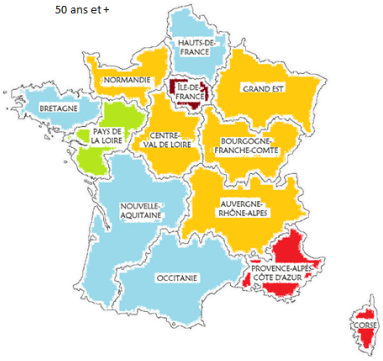


TABLE 10.1 – Evolution du coût moyen des couronnes en France

Il apparait que l'augmentation de la base de remboursement n'a pas impacté à la hausse les frais engagés par les français dans leurs couronnes, exceptés pour les bénéficiaires de la C2S. Cependant l'introduction des paniers 100% remboursés a été bénéfique aux assurés : utilisés à 52% en moyenne, ils ont permis une baisse du coût moyen de 4%, soit 20€ en moyenne par couronne.
Cette baisse est moins importante dans les régions où les dépenses n'étaient pas très élevées (-2,4% en Bretagne et dans le Pays de la Loire pour les moins de 50 ans, et -1% pour les plus de 50 ans dans le Pays de la Loire), mais atteint -5 à -6% dans les régions PACA et d'Outre-mer.
Chez les plus de 50 ans, sont distingués les hommes et les femmes dans les régions en jaune et bleu, soit des régions où les dépenses sont moyennes par rapport à la France entière : les hommes dépensent moins que les femmes dans ces régions, et la baisse des dépenses est donc plus modérée (-2 à -2,9% pour les hommes contre -3,2 à -4% pour les femmes).

L'utilisation des paniers 100% remboursés est plus importante dans les régions où les dépenses étaient les plus faibles : il est donc probable que les assurés de ces régions aient eu tendance à prendre les couronnes les moins chères, les métalliques, qui sont maintenant 100% prises en charge. Cette supposition est difficilement vérifiable sur ce jeu de données puisque les couronnes appartenant au panier 100% remboursées ne sont pas différenciées selon le matériau, et englobent à la fois les couronnes métalliques sur toutes les dents, et les couronnes céramo-métalliques sur les dents de devant.
En Ile-de-France, le taux d'utilisation du panier 100% remboursé est plus faible qu'ailleurs (environ 40%), mais les frais moyens engagés ont chuté de 5% : il est possible que la population s'orientait plutôt vers des couronnes céramo-métalliques, plus chères, dont les prix ont été limités.

	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19	oct-19	nov-19	déc-19	janv-20	févr-20	mars-20	mai-20	juin-20	juil-20	août-20	sept-20	oct-20	nov-20	déc-20
0-19 ans	60%	59%	58%	56%	62%	60%	57%	60%	54%	65%	63%	61%	55%	57%	57%	67%	64%	63%	63%	59%
20-29 ans	52%	49%	48%	47%	53%	49%	49%	48%	45%	56%	57%	58%	55%	56%	56%	61%	58%	58%	58%	57%
30-39 ans	46%	44%	43%	42%	49%	44%	43%	44%	40%	52%	54%	54%	51%	53%	54%	60%	56%	56%	56%	55%
40-49 ans	42%	41%	40%	39%	46%	41%	41%	40%	37%	48%	51%	52%	50%	52%	53%	59%	55%	55%	55%	54%
50-59 ans	42%	41%	41%	40%	45%	41%	41%	40%	37%	48%	52%	53%	51%	54%	56%	61%	57%	57%	57%	56%
60-69 ans	44%	45%	44%	44%	48%	45%	44%	43%	41%	53%	57%	58%	57%	59%	61%	66%	63%	63%	62%	61%
70-79 ans	48%	48%	49%	48%	53%	49%	48%	46%	45%	56%	61%	63%	62%	64%	65%	70%	66%	67%	67%	66%
80 ans et +	56%	55%	55%	56%	59%	56%	55%	54%	52%	62%	67%	69%	67%	68%	70%	76%	72%	72%	72%	71%

FIGURE 10.2 – Evolution de l'utilisation des paniers sans reste à charge pour les couronnes en France, par tranche d'âge

De manière générale sur l'ensemble de la population, les taux d'utilisation sont assez homogènes : ils varient de 54 à 71% en décembre 2020. Les mineurs et les plus de 80 ans sont ceux qui choisissent le plus leurs couronnes dans le panier 100% remboursé. Ceci peut être dû à plusieurs facteurs : tout d'abord chez les plus jeunes, il est probable que les enfants soient plus sujet aux dents cassés que les adultes, et donc que les dents sur lesquelles ils doivent poser une couronne soient les dents visibles, auquel cas en choisissant le panier sans reste à charge ils gardent la possibilité de mettre une couronne céramo-métallique. En revanche pour les plus âgés, l'utilisation plus importante des paniers sans reste à charge vient probablement du fait que les complémentaires individuelles sont très coûteuses à cet âge, et ils sont souvent plus mal assurés que les actifs.
Les 30 à 50 ans utilisent moins ces paniers, dans la mesure où ce sont eux qui bénéficient le plus souvent des meilleures couvertures : en effet, ils se savent plus sujet à certains problèmes de santé et donc choisiront une meilleure complémentaire, mais également ils sont à la tête d'une famille et préfèrent se couvrir contre d'éventuels soucis de santé de leurs enfants.

Concernant l'évolution depuis leur mise en place, elles sont assez similaires entre les tranches d'âge : les taux d'utilisation des paniers sans reste à charge ont augmenté de 10% au moment de la mise en place du 100% remboursé en janvier 2020, et ont eu une tendance globale légèrement haussière au cours de l'année. Il est intéressant de noter que les mois d'août sont ceux où la part des paniers 100% santé est la plus importante : en effet, la population la plus aisée part en vacances et se préoccupe moins de sa santé durant cette période. Cet effet est visible principalement en Ile-de-France et en région PACA, mais bien moins marqué dans les autres régions.

10.1.2 Cas du régime complémentaire

Concernant l'évolution comportementale des assurés du régime complémentaire en dentaire, l'approche est différente : l'arbre optimal généré par les données 2019 ne séparait la population que par le sexe. Or les classes générées par les données 2020, qui segmentaient selon le sexe et le niveau de garantie, avaient des évolutions plus intéressantes. Le choix s'est donc porté sur l'utilisation de ces classes pour segmenter la population.

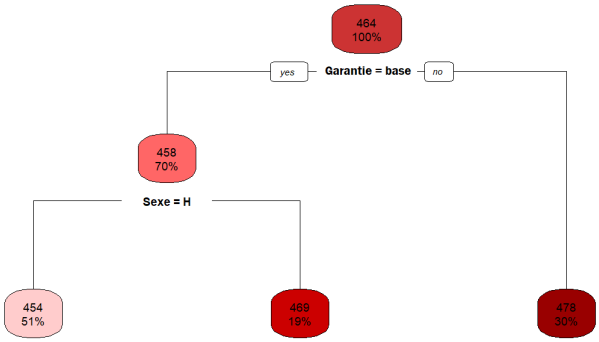
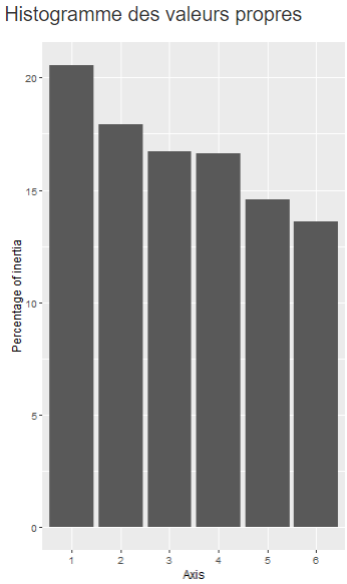


FIGURE 10.3 – Modélisation du coût moyen des couronnes dans le régime complémentaire en 2020 par arbre CART

En 2020, le niveau de garantie joue un rôle important dans les frais engagés par les assurés dans les couronnes : cela vient probablement du fait que les assurés qui bénéficient de la garantie optionnelle se tournent plus vers des couronnes qui ne sont pas 100% remboursées, et qui sont donc plus chères. Parmi les bénéficiaires de la garantie de base, les hommes semblent dépenser moins que les femmes dans leurs couronnes.

A ce stade de l'étude, il paraît utile d'étudier la corrélation entre ces variables : est-ce que les hommes consomment réellement moins de couronnes céramo-métalliques que les femmes ? Est-ce que les personnes ayant la garantie de base se tournent plus vers des couronnes métalliques ? Afin d'apporter une réponse à ces questions, une analyse des correspondances multiples (ACM) [1]a été réalisée sur les données 2019 du régime complémentaire. Les variables comparées sont ici le sexe, la tranche d'âge (18-29, 30-39, 40-49 et 50-59), le niveau de garantie, et le matériau de la couronne (métallique ou céramo-métallique).

1. La description de cette méthode est détaillée en annexe C



(a) Histogramme des valeurs propres

	Dim.1	Dim.2
Materiau.Ceramique	0.91	12.34
Materiau.Metallique	3.19	43.35
Age.18.29	12.91	23.09
Age.30.39	0.59	0.01
Age.40.49	1.62	6.77
Age.50.59	8.40	3.18
Sexe.F	19.50	6.79
Sexe.H	9.90	3.45
Garantie..FALSE	17.87	0.43
Garantie..TRUE	25.10	0.60

(b) Contribution des variables dans les axes en pourcentage

FIGURE 10.4 – Etude de la corrélation entre les caractéristiques de l'individu et le choix de la couronne en 2019 par ACM

Les deux premiers axes représentent 38% de l'inertie des données, il est donc important de faire attention à ne pas sur-interpréter les corrélations qui pourront être mises en avant avec cette méthode.
D'après la figure b ci-dessus, le premier axe (axe horizontal) est principalement porté par le niveau de garantie et le sexe (72% pour les 4 modalités, base, option, homme et femme), tandis que le second représente plutôt les matériaux des couronnes.

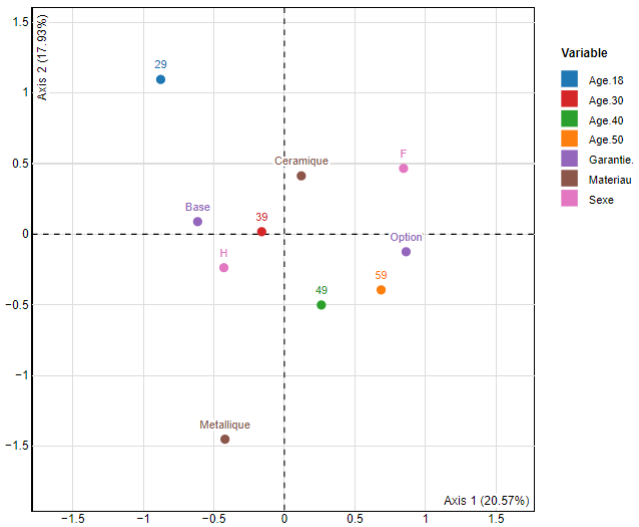


FIGURE 10.5 – Représentation des variables sur les deux axes principaux

Il apparaît que les plus jeunes ont tendance à plus recourir à la garantie de base, ce qui avait

été évoqué précédemment, et se placent sur la gauche du graphique. A l'inverse, les plus âgés se tournent plus vers la garantie optionnelle et sont sur la droite du graphique.
Concernant l'axe vertical, les femmes, les jeunes et les assurés choisissant les couronnes céramo-métalliques se situent en haut du graphique, tandis que les assurés choisissant les couronnes métalliques se situent en bas du graphique.

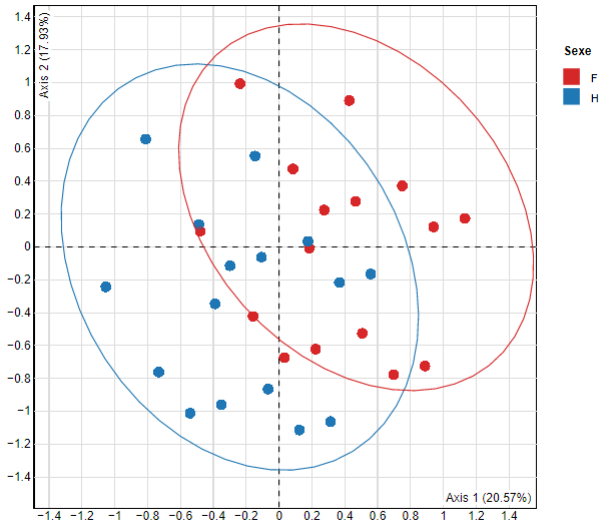


FIGURE 10.6 – Représentation des individus sur les deux axes principaux

Les femmes se placent plus haut que les hommes, ce qui montre bien une corrélation entre le sexe et le matériau choisi. Attention à bien garder en tête que ces axes ne représentent qu'une faible part de l'inertie des données, et que cette corrélation est assez faible, bien qu'elle permette d'expliquer en partie l'écart entre les frais engagés par chacun des deux sexes.

Pour en revenir au coût moyen des assurés, les évolutions de chacune des 3 classes ont été calculées entre 2019 et 2020 :

Caractéristiques de l'individu									
Groupe	Age	Sexe	Garantie	FR moyens 2019	FR moyens 2020	Nb 2019	Nb 2020	Evolution annuelle	Part des paniers RAC 0
1	15-59	N	Option	469,89 €	477,51 €	5 235	4 838	1,6%	52%
2	16-59	H	Base	453,96 €	453,90 €	5 008	8 115	0,0%	75%
3	15-59	F-E	Base	485,16 €	468,81 €	2 001	2 988	-3,4%	64%

TABLE 10.2 – Evolution du coût moyen des couronnes dans le régime complémentaire

Les hommes ont une utilisation des paniers 100% remboursés plus marquée et un coût moyen plus stable que celui les femmes, ce qui avait été mis en avant sur les données nationales, chez les plus de 50 ans dans les régions où les dépenses étaient moyennes. Les assurés ayant la garantie optionnelle utilisent moins ces paniers et leurs dépenses ont augmenté de 1,6% : il est probable que leur consommation se soit moins tournée vers les couronnes métalliques en 2020, ce qui peut expliquer cette augmentation des frais.

10.2 Fréquence de consommation des prothèses dentaires

10.2.1 Cas de la population française

Cette baisse des tarifs, et surtout l'arrivée des paniers 100% remboursés permettent aux personnes les moins aisées d'avoir accès à des prothèses dentaires, et donc de ne pas renoncer aux soins. Une augmentation de la fréquence de consommation était alors attendue sur l'année 2020.

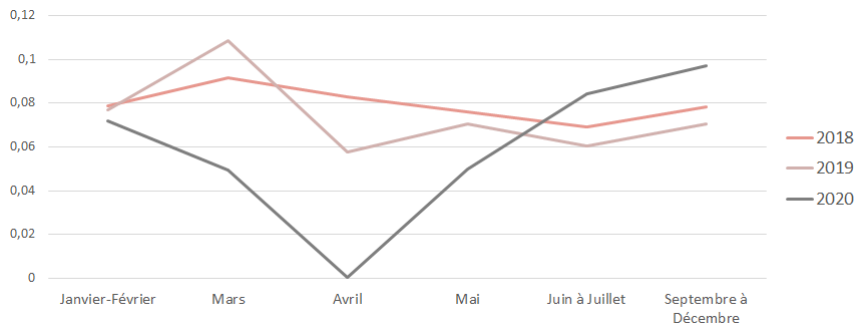


FIGURE 10.7 – Evolution de la fréquence annuelle de consommation des français par période, de 2018 à 2020

Le mois de mars 2019 à été bien plus élevé que celui de 2018 en termes de fréquence de consommation, ce qui provoque un mois d'avril bien plus faible (environ -30%) pour l'ensemble de la population. La prise en charge des couronnes transitoires (et donc leur facturation séparée) étant arrivé au 1er avril 2019, il est imaginable qu'une partie de cette baisse en avril soit due à un problème informatique, et qu'une partie des prothèses vendues en avril ait été enregistrée en mars. Mis à part cet écart, les deux années sont très semblables, et dans la suite l'évolution sera calculée entre 2020 et la moyenne des deux années 2018 et 2019.

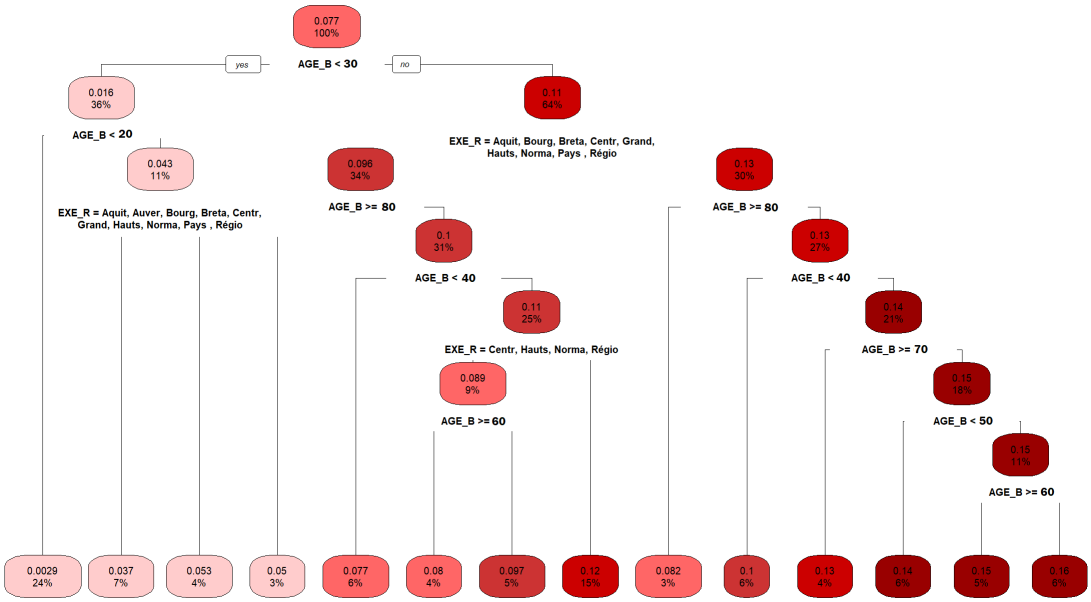


FIGURE 10.8 – Modélisation de la fréquence annuelle de consommation des couronnes en France en 2018/2019 par arbre CART

La fréquence de consommation augmente jusqu'à environ 50 ans, puis décroît : les moins de 30 ans consomment 10 fois moins que le reste de la population. De plus, la fréquence de consommation n'est pas la même selon les régions : en Ile-de-France, PACA, Rhône-Alpes et dans le Languedoc-Roussillon, la consommation est légèrement plus élevée qu'ailleurs.
Contrairement au coût moyen, le sexe ne semble pas jouer un rôle important ici.

Caractéristiques de l'individu						
Groupe	Age	Sexe	Zone géographique	Fréquence 2018/2019	Fréquence 2020	Evolution annuelle
1	0-19	N	Toute la France	0,003	0,002	-21%
2	20-29	N	Rouge	0,051	0,047	-8%
3	20-29	N	Bleu et DOM	0,035	0,031	-11%
4	30-39	N	Rouge	0,096	0,087	-10%
5	30-39	N	Bleu et DOM	0,073	0,066	-9%
6	40-49	N	Rouge	0,131	0,121	-7%
7	40-59	N	Vert et DOM	0,093	0,092	-1%
8	40-79	N	Bleu	0,111	0,112	1%
9	50-59	N	Rouge	0,156	0,150	-4%
10	60-69	N	Rouge	0,141	0,148	5%
11	60-79	N	Vert	0,076	0,086	13%
12	70-79	N	Rouge	0,124	0,136	10%
13	80 et +	N	Bleu et DOM	0,049	0,055	13%
14	80 et +	N	Rouge	0,080	0,087	9%

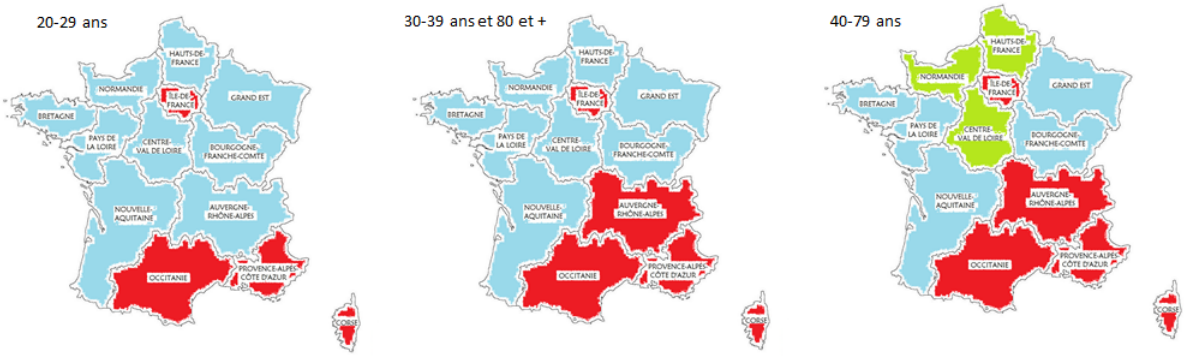


TABLE 10.3 – Evolution de la fréquence de consommation des couronnes en France entre 2018/2019 et 2020

L'augmentation de la fréquence de consommation semble croissante avec l'âge : en effet, la consommation des plus jeunes a baissé de 20% sur l'année, alors que celle des plus de 80 ans a augmenté d'environ 10%.
Chez les plus de 60 ans, les régions qui avaient la consommation la plus faible sont celles qui ont eu la hausse la plus importante : on peut supposer que le renoncement aux soins étaient plus important dans ces régions, et particulièrement chez les plus âgés.

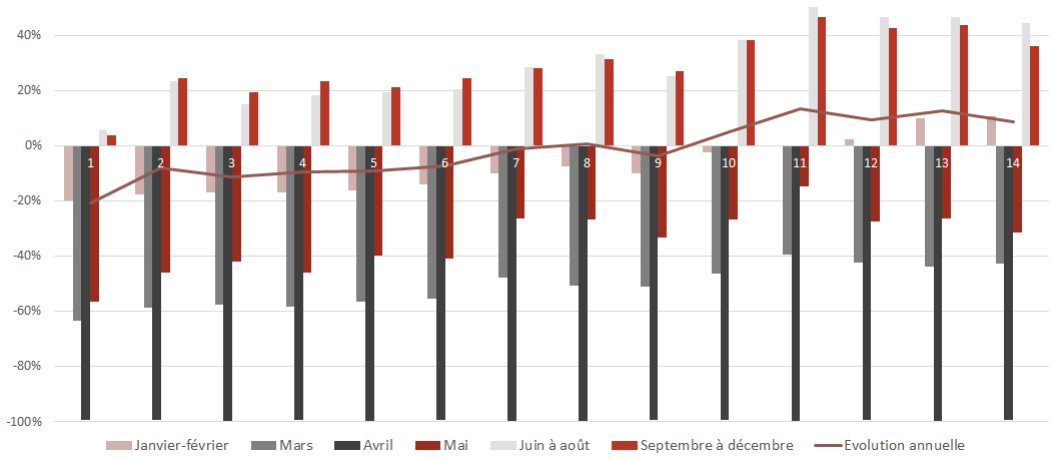


FIGURE 10.9 – Evolution de la fréquence de consommation des couronnes en France par période entre 2018/2019 et 2020

Les groupes d'individus sont définis dans le tableau précédent.
Il apparaît nettement que l'augmentation de la consommation est croissante avec l'âge, que ce soit sur l'année complète ou uniquement sur les deux premiers mois de l'année. Sur le deuxième semestre, cette évolution est moins marquée : les plus de 80 ans n'ont pas eu une évolution plus importante que les 70-79 ans. Ceci peut être dû à deux facteurs : l'effet de la pandémie a pu être plus important chez les plus âgés, et ils auraient donc pu avoir tendance à rester plus confinés chez eux que les personnes moins à risque. Egalement, à partir d'un certain âge, la couronne n'est plus adaptée au besoin, et les plus de 80 ans se tournent plutôt vers des prothèses englobant plus de dents.

10.2.2 Cas du régime complémentaire

La différence de comportement entre les assurés des deux niveaux de garantie est assez marquée : en effet, la première segmentation de la population se fait selon le niveau de couverture, et les assurés de la garantie haute consomment en moyenne 4 fois plus que ceux de la garantie basse.

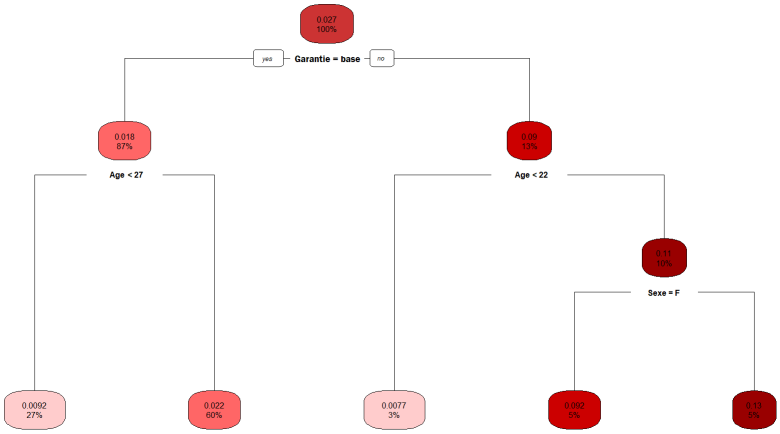


FIGURE 10.10 – Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives dans le régime complémentaire

Cette première segmentation est liée au phénomène d'anti-sélection : les assurés qui savent avoir des problèmes dentaires se tourneraient sans doute plus vers la garantie optionnelle, ce qui expliquerait que leur consommation soit plus importante.
Pour chacune de ces deux sous-populations, la segmentation est faite en fonction de l'âge : il est intéressant de noter que la segmentation de la population de la garantie de base se fait à 27 ans, tandis que celle de la garantie optionnelle se fait à 22 ans. Ceci signifie que les 22 à 27 de la garantie optionnelle consomment plus comparativement aux autres générations que ceux de la garantie de base.

Caractéristiques de l'individu								
Groupe	Age	Sexe	Garantie	Frequence 2019	Frequence 2020	Effectif 2019	Effectif 2020	Evolution annuelle
1	15-26	N	Base	0,009	0,015	122 135	105 882	66,0%
2	27-59	N	Base	0,022	0,038	271 773	248 058	76,6%
3	15-21	N	Option	0,008	0,010	12 881	9 425	31,1%
4	22-59	H	Option	0,135	0,149	22 632	17 629	10,6%
5	22-59	F	Option	0,092	0,117	22 602	18 092	26,7%

TABLE 10.4 – Evolution de la fréquence de consommation des couronnes dans le régime complémentaire entre 2019 et 2020

Il apparaît assez clairement que la population couverte par des garanties plus faibles a bien plus consommé en 2020 : alors que l'augmentation moyenne de fréquence des assurés de la garantie optionnelle atteint 19%, ceux de la garantie de base ont vu leur consommation augmenter de 76%.

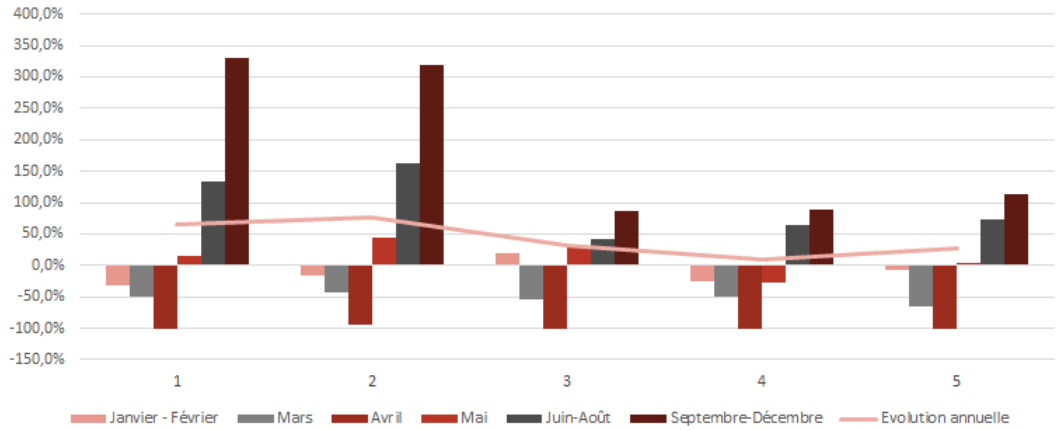


FIGURE 10.11 – Evolution de la fréquence de consommation des couronnes dans le régime complémentaire par période entre 2019 et 2020

L'effet de la réforme semble avoir été plus important sur cette population que sur la population française, pour cette tranche d'âge : en effet, la reprise de consommation a commencé dès le mois de mai pour la plupart des groupes, et est bien plus élevée sur le deuxième semestre que sur la population française. De plus, alors que l'augmentation de la consommation est à peu près équivalente entre la période estivale et la fin de l'année sur la population française, celle-ci double dans le régime complémentaire.

10.3 Les couronnes transitoires

Les couronnes transitoires, qui n'étaient pas prises en charge par la Sécurité Sociale avant la réforme, sont remboursées depuis le 1er avril 2019 à hauteur de 7€ par le régime général.
Avec cette nouvelle prise en charge sont arrivés des prix limites de vente pour les couronnes des paniers 100% remboursés et des paniers modérés, qui ont été fixés à 60€. De ce fait, en 2020, même dans le panier libre, le coût moyen d'une couronne transitoire n'était plus que de 70€.

Le remboursement de ces couronnes par la Sécurité Sociale a impliqué une nouvelle méthode de facturation : alors qu'une partie des dentistes facturait auparavant la couronne transitoire avec la couronne définitive, elles font maintenant l'objet d'un enregistrement distinct. La fréquence de remboursement de ces couronnes a donc énormément augmenté, à la fois en raison de cette nouvelle méthode de facturation, mais également d'une réelle hausse de la fréquence de consommation :

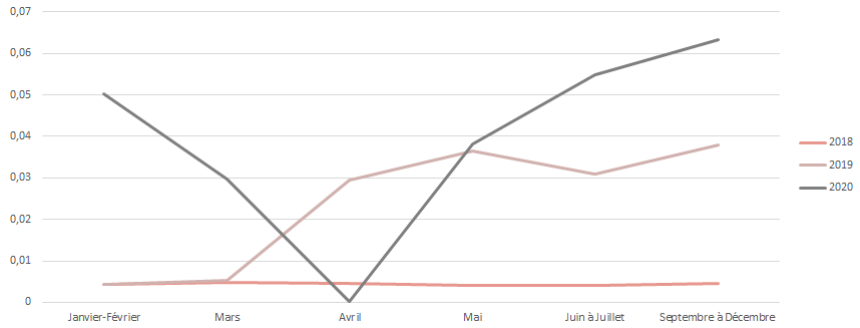


FIGURE 10.12 – Fréquence annuelle de consommation des couronnes transitoires en France par période, de 2018 à 2020

En effet, il apparaît que la fréquence de consommation entre janvier 2018 et mars 2019 est stable et très faible. Depuis, elle semble croissante malgré une chute pendant le confinement, et atteint en décembre 2020 une fréquence 11 fois supérieure à celle de mars 2019.

L'utilisation de ces couronnes transitoires étant corrélée à celle des couronnes définitives, il paraît plus intéressant d'étudier l'évolution de la fréquence de leur consommation parallèlement à celle des couronnes définitives. Les classes modélisées dans le cadre de l'étude de la fréquence de consommation de ces prothèses ont donc été reprises.

Sont affichés ci-dessous les ratios entre le nombre de prothèses transitoires et le nombre de prothèses définitives facturées par période, entre 2018 et 2020 en France :

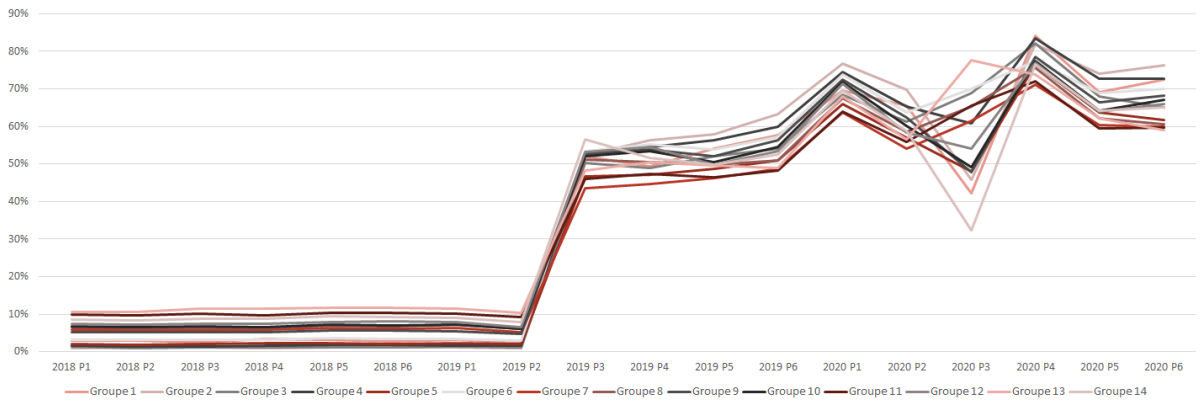


FIGURE 10.13 – Pourcentage de prothèses transitoires facturées pour une prothèse définitive en France par période

Comme détaillé précédemment, les groupes créés ont des niveaux de fréquence d'utilisation de couronnes dentaires très inégaux : cependant il est intéressant de noter que la consommation des couronnes transitoires par rapport à celle des couronnes définitives est assez homogène.
Très peu utilisées par les plus jeunes, la proportion de couronnes transitoires facturées pour une couronne définitive atteignait tout juste 10% chez les plus de 70 ans. La mise en place du remboursement de ces couronnes en avril 2019 a fait bondir leur utilisation : pour 2 couronnes définitives installées, 1 transitoire était posée. Ce ratio n'a que très légèrement augmenté pour l'ensemble des groupes d'individus pendant le reste de l'année 2019 où les paniers sans reste à charge n'étaient pas encore obligatoirement remboursés par les complémentaires, et a de nouveau fortement augmenté début 2020 en atteignant 70% en moyenne sur l'ensemble des français. La consommation en avril 2020 étant extrêmement faible, les ratios ne sont pas significatifs. En revanche, dès le mois de mai la consommation a de nouveau augmenté : près de 8 couronnes transitoires sont posées pour 10 définitives.

Il est important de garder en tête qu'il y a un certain décalage entre la pose d'une couronne transitoire et celle d'une couronne définitive, ainsi les ratios détaillés ci-dessus sont établis en fonction des couronnes posées durant la période considérée, donc ce ne sont pas nécessairement les mêmes assurés qui sont inclus dans le compte des couronnes transitoires et celui des couronnes définitives d'une même période. La baisse observée entre le mois de mai et la période estivale 2020 est donc probablement plutôt due à une augmentation progressive de consommation des couronnes définitives : les assurés, à la fin du confinement, ont souhaité faire les soins qu'ils n'avaient pas pu faire pendant 2 mois, et la pose d'une couronne définitive nécessitant plusieurs visites chez le dentiste, celle-ci s'est probablement plutôt déroulée sur le mois suivant. Le nombre de couronnes transitoires pour une couronne définitive posée est donc logiquement plus élevé en mai que sur les 3 mois suivants, mais cela ne signifie pas une baisse de l'intérêt des français pour cette couronne après le mois de mai.

Autre fait remarquable, alors que les plus jeunes n'utilisaient que très peu les couronnes transitoires avant la réforme, ce sont eux qui les utilisent le plus sur le deuxième semestre 2020 :

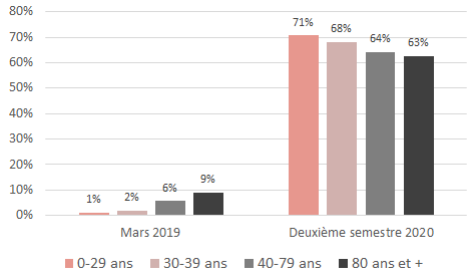


FIGURE 10.14 – Pourcentage de prothèses transitoires posées pour une prothèse définitive en France, par tranche d'âge

Le ratio couronnes transitoires sur couronnes définitives est de 71% pour les 0-29 ans contre 64% chez les 40 à 79 ans fin 2020, alors qu'il était respectivement de 1 et 6% en mars 2019, soit juste avant la prise en charge des couronnes transitoires.
De plus, l'utilisation de ces couronnes par rapport aux couronnes définitives est plus importante dans les régions où la fréquence de consommation des couronnes définitives est plus importante.

10.4 Synthèse des observations en dentaire

L'étude sur la consommation avant la réforme, menée sur plusieurs caractéristiques des assurés, a confirmé que le lieu de résidence de l'assuré influence ses dépenses au niveau des couronnes définitives : ceci peut être dû à la fois à un coût de la vie plus élevé comme dans les DOM, mais également à une tendance de la population à choisir davantage des couronnes céramo-métalliques plutôt que métalliques comme en Ile-de-France ou en PACA (90% des couronnes sont des céramo-métalliques en IDF, contre 83% en moyenne en France). De plus, les plus de 50 ans dépensent légèrement plus dans leurs prothèses dentaires que les plus jeunes. L'influence du niveau de garantie n'était pas significative sur le niveau de dépense des assurés avant la réforme, mais depuis l'apparition des paniers, les assurés ayant une garantie plus élevée auraient plus tendance à choisir leurs couronnes dans le panier libre que les autres, et donc à dépenser légèrement plus.
Il a été mis en avant sur le régime complémentaire que les femmes consommaient légèrement plus de couronnes en céramique que les hommes, augmentant donc leurs dépenses. En 2020, ce sont donc les femmes qui, dans le régime complémentaire, voient le coût moyen de leurs prothèses baisser, puisque les couronnes en céramique ont dorénavant un prix limite de vente. Au global en France, les assurés ont eu tendance à dépenser moins dans leurs couronnes : les paniers sans reste à charge sont en effet très utilisés, en moyenne à hauteur de 52%.

L'étude indiquerait que le comportement des assurés en termes de fréquence de consommation dépend beaucoup de leur âge : jusqu'à 60 ans la fréquence de consommation est croissante, puis diminue ensuite. Ces différences de consommation impliquent des comportements différents suite à la réforme : la tendance chez les plus de 60 ans est à la hausse malgré la pandémie, ce qui n'est pas observé chez les plus jeunes. Le niveau de garantie semble jouer un rôle également important : dans le régime complémentaire, les assurés du niveau le plus élevé consommaient 4 fois plus que les autres avant la réforme. A l'inverse de ce qui avait été observé en optique, la faible consommation des assurés du niveau de base semblerait être plutôt dû à un renoncement de leur part qu'à un non-besoin puisqu'elle a augmenté de 76% en 2020, contre +19% pour les mieux couverts.

Les couronnes transitoires ont également été bien plus utilisées grâce à la réforme : leur prise en charge par la Sécurité Sociale a multiplié leur utilisation par 10 (en tout état de cause leur

facturation isolée), avec une nouvelle augmentation constatée lors de la mise en place des paniers sans reste à charge (+25%).

En conclusion, chez les plus jeunes, la baisse de la consommation des prothèses dentaires est globale, à la fois en termes de dépenses et de fréquence de consommation. Chez les plus de 60 ans en revanche, bien que les dépenses moyennes soient en baisse, l'effet des paniers 100% remboursés a induit une augmentation en quantité : cette augmentation est cependant atténuée par l'effet de la pandémie, et afin de proposer une tarification de ce poste, il serait intéressant d'évaluer séparément les deux effets de la réforme et de la pandémie.

Quatrième partie

Projection de la consommation en 2021

Chapitre 11

Modélisation de la fréquence de consommation des prothèses dentaires

L'enjeu derrière l'étude de la consommation des assurés est de prévoir leurs comportements futurs, et ainsi pouvoir adapter leurs cotisations en fonction de ces évolutions.

Cette section portera sur la modélisation de la fréquence de consommation des prothèses dentaires (couronnes définitives et transitoires) en France, sur la base des données de la Sécurité Sociale de 2018 à 2020. Comme évoqué précédemment, le point le plus important est de pouvoir séparer l'effet de la réforme et l'effet de la pandémie sur la consommation des assurés, afin de pouvoir proposer une projection en 2021 qui ne prendrait en compte que l'effet de la réforme, ou qui tiendrait compte du fait que les assurés sont encore en phase de rattrapage des soins suite à la pandémie.
Le poste optique n'a pas été intégré dans cette démarche de modélisation, en raison de la mise en place plus tardive de la réforme : en effet, les effets de cette dernière ne sont que trop peu observés sans la pandémie de Covid-19, et en raison du grand nombre d'hypothèses qu'il faudrait établir, ce travail n'apporterait pas plus qu'une tarification a priori.

Dans cette section, plusieurs hypothèses sont faites afin de pouvoir séparer les deux impacts de la pandémie et de la réforme. De plus, en raison de la méthode utilisée, il n'est pas possible de créer un échantillon d'apprentissage et un échantillon test pour évaluer la capacité prédictive de ce modèle. L'ensemble des données a été utilisé pour établir le modèle, et il n'est donc pas possible de valider ou d'invalider sa capacité à prédire la fréquence de consommation dans les années à venir. Ce point est très important, car s'il n'est pas validé, il n'est théoriquement pas possible d'utiliser ces travaux pour proposer une tarification future sur ce poste. Dans cette partie, l'approche retenue est donc purement méthodologique, et nécessiterait un contrôle des projections à l'aide des données 2021, qui ne sont pas encore disponibles au moment de la réalisation des travaux.

11.1 Présentation du modèle retenu

La modélisation passe par la décomposition de la fréquence de consommation en différents effets additifs pour chacun des groupes i, établis dans la partie 10.2.1, selon le modèle suivant :

$$Y_{i,t} = \beta_{i,0} + S_{i,t} + m_{i,t} + \beta_{i,covid} \times covid + \beta_{i,reforme} \times f(reforme, t)$$

La fréquence de consommation est donc étudiée en fonction de :

— la saisonnalité, notée S ;

— la tendance, notée m ;

— l'effet de la pandémie, caractérisée par une variable *covid* prenant 6 modalités pour chacune des périodes identifiées en partie 9.3.1 rappelées ci-dessous :

  0. janvier 2018 à février 2020 ;
  1. mars 2020 ;
  2. avril 2020 ;
  3. mai 2020 ;
  4. juin 2020 à août 2020 ;
  5. septembre 2020 à décembre 2020.

— l'effet de la réforme grâce à la variable *réforme* prenant 2 modalités : 0 avant la mise en place de la réforme, et 1 après la mise en place. Ce dernier effet est caractérisé par une fonction à déterminer dépendante du temps, afin de faire apparaître le fait que l'effet de la mise en place des paniers 100% remboursés n'est pas constant dans le temps.

Pour chaque groupe i, sont notés $\beta_{i,covid} \in \mathbb{R}^5$ les coefficients relatifs à chaque modalité de la variable *covid*, et $\beta_{i,reforme} \in \mathbb{R}$ le coefficient relatif à l'effet de la réforme.

Dans un premier temps, cette étude devait être menée sur les couronnes dentaires définitives :

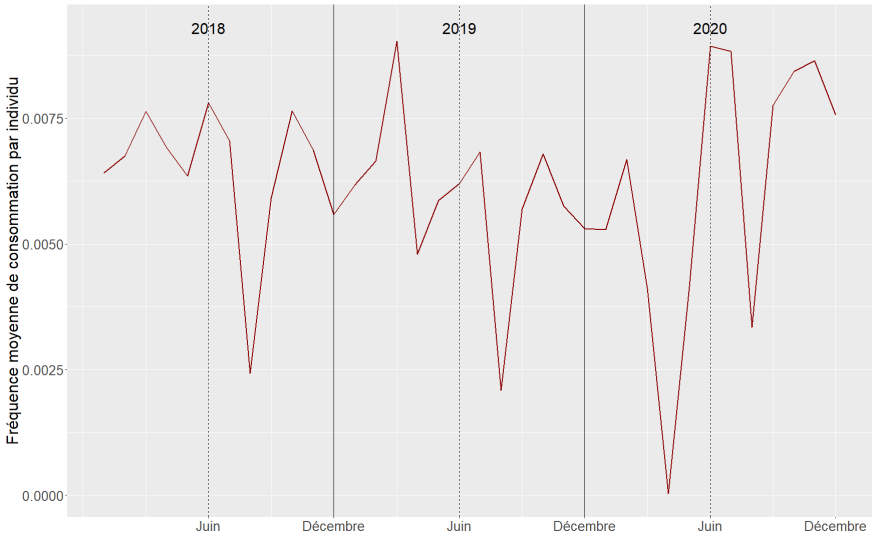


FIGURE 11.1 – Fréquence mensuelle de consommation des couronnes définitives en France de janvier 2018 à décembre 2020

Au global pour la France entière, la fréquence mensuelle de consommation des couronnes définitives, qui représente le nombre de couronnes définitives consommées en France par personne en un mois, semble en effet suivre une certaine saisonnalité, parfaitement visible en 2018 et 2019 : les assurés ont tendance à se faire poser des couronnes plutôt en mars, juin et octobre, et consomment bien moins en août. Une tendance à la baisse est notable sur les deux premières années, qui n'est pas visible en 2020.
Egalement, un pic de consommation en mars 2019 est identifié, suivi d'une baisse en avril, suite à la mise en place des paniers. Cette déformation est difficilement explicable, mais peut être associée à un biais informatique : comme évoqué dans la partie précédente, il est possible que les

dentistes n'aient pas été prêts au moment de la mise en place des paniers, et aient dû enregistrer les couronnes qu'ils vendaient sur le mois précédent, afin de ne pas être confrontés au problème de la répartition par panier. Dans la suite, les fréquences en mars et en avril 2019 sont remplacées par leur moyenne.

Modéliser cette fréquence selon un effet de saisonnalité et un effet de tendance sur les deux premières années d'observation semble donc être adapté. Cependant, les données utilisées dans ce mémoire ne remontent que 3 ans en arrière, et il est choisi de considérer la période où l'on n'observe ni pandémie, ni réforme comme la période "normale", remplaçant donc plusieurs années d'historique.
Cette hypothèse est forte, mais permet de se concentrer plutôt sur les évolutions dues aux évènements 2019 et 2020, que sur d'autres évènements antérieurs à 2018 qui auraient pu déformer la fréquence de consommation.
Ce modèle présente toutefois un autre problème : l'effet principal de la réforme est arrivé en janvier 2020 pour les couronnes définitives et les premiers effets de la pandémie sont observés en mars 2020. Il est alors très difficile d'estimer les effets de la réforme séparément de ceux de la pandémie puisqu'ils ne sont observés séparément que sur une période très courte. Dans ce modèle l'effet de la réforme était alors tiré vers le bas par l'effet de la pandémie arrivée peu de temps après.
Pour pallier ce problème, il a fallu trouver un poste sur lequel l'effet de la réforme pouvait être observé sans pandémie sur une période de temps plus longue : les couronnes transitoires ont été prises en charge par la Sécurité Sociale en avril 2019, ce qui a provoqué un gros changement dans les comportements des assurés, mais également des dentistes dans leurs méthodes de facturation, impliquant donc une hausse importante de la fréquence de consommation :

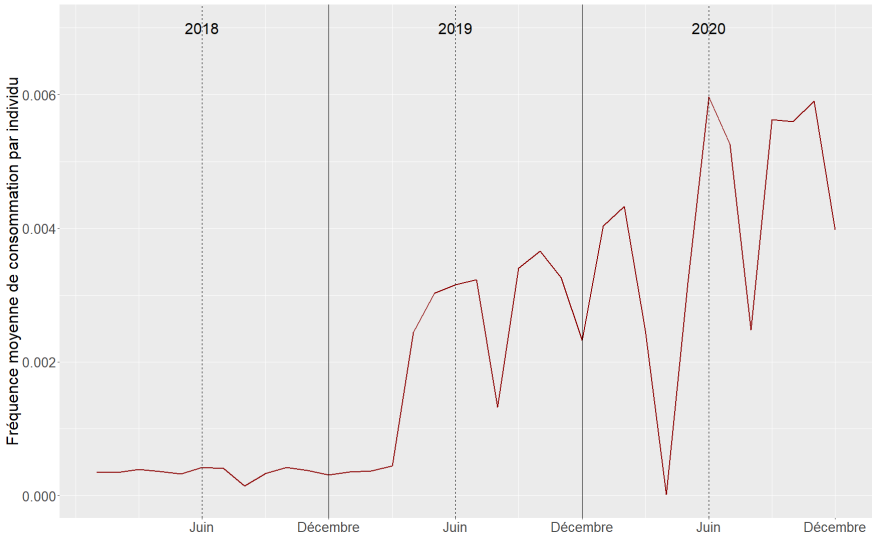


FIGURE 11.2 – Fréquence mensuelle de consommation des couronnes transitoires en France de janvier 2018 à décembre 2020

Ce poste semble donc être plus adapté à cette méthodologie. Cependant, les couronnes définitives représentent un poste important dans un contrat santé du fait du coût significatif d'une couronne, et il est également important d'en modéliser la consommation.
Une autre hypothèse est donc faite sur le comportement des assurés : l'impact de la pandémie est considéré identique sur la fréquence de consommation des couronnes transitoires et sur celle des couronnes définitives. Grâce à cette hypothèse, il sera possible de corriger l'effet de la pandémie

sur la fréquence réelle de consommation des couronnes définitives, et ainsi estimer l'impact de la réforme 100% santé.

Ce travail est effectué sur chacun des groupes obtenus dans la partie précédente à l'aide des arbres CART. Dans les sections suivantes sera présenté le déroulement de la modélisation sur un de ces groupes : le groupe 9, défini dans la partie 10.2.1 comme celui des 50-59 ans habitant dans les régions où la consommation est la plus élevée (Ile-de-France, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne-Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées).

11.2 Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes transitoires

Pour la suite, on définit les notations suivantes :

— t_0 correspond au début de la période, soit janvier 2018 ;

— t_1 correspond à la mise en place de la réforme, soit avril 2019 ;

— t_2 correspond au début de la pandémie, soit mars 2020 ;

— t_3 correspond à la fin de la période observable, soit décembre 2020.

11.2.1 Saisonnalité et effet réforme

La première étape est d'estimer les effets de saisonnalité et de la réforme pour ce groupe. Cette modélisation est faite en deux temps : tout d'abord l'impact de la réforme sur la consommation est estimé via le modèle suivant, pour un groupe donné i :

$$\forall t \in [0, t_2 - 1], \hat{R}_{i,t} = \beta_{i,reforme} \times reforme \times \left\| \begin{array}{ll} 0 & \text{si } t \in [|t_0; t_1 - 1|] \\ log(t - (t_1 - 2))^{\frac{1}{k}} & \text{si } t \in [|t_1; t_2 - 1|] \end{array} \right.$$

où $reforme$ est une variable binaire valant 0 de janvier 2018 à mars 2019, puis 1, et k un paramètre permettant d'ajuster la courbure de la fonction logarithme. Dans la suite pour ce groupe, il est fixé à 1,5.

Les modélisations sont effectuées à l'aide de la fonction lm de R.

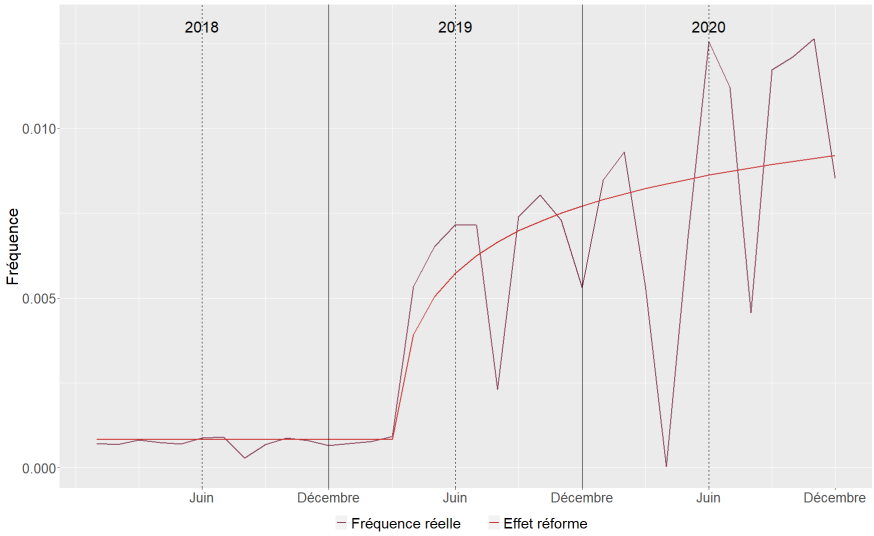


FIGURE 11.3 – Fréquence mensuelle de consommation des couronnes transitoires du groupe 9 de janvier 2018 à décembre 2020 et modélisation de l'effet de la réforme

L'effet de la réforme a donc été estimé sur la période janvier 2018 à février 2020, à l'aide d'une fonction logarithmique à partir de la mise en place, afin de mettre en avant un impact fort au lancement puis une décélération progressive de l'augmentation de la fréquence de consommation. Puis, la saisonnalité est estimée en retranchant à la fréquence réelle l'effet de la réforme : il apparaît sur la figure précédente que l'augmentation de la fréquence de consommation implique également des effets de saisonnalité plus important. Ainsi, pour ne pas les sous-estimer, ils sont modélisés également en fonction de la variable $reforme$.

$$\forall t \in [|t_0; t_2 - 1|], \hat{Y}_{i,t} - \hat{R}_{i,t} = \beta_{i,0} + S_{i,t} \times reforme$$

Ce modèle est ensuite projeté jusqu'à décembre 2020 :

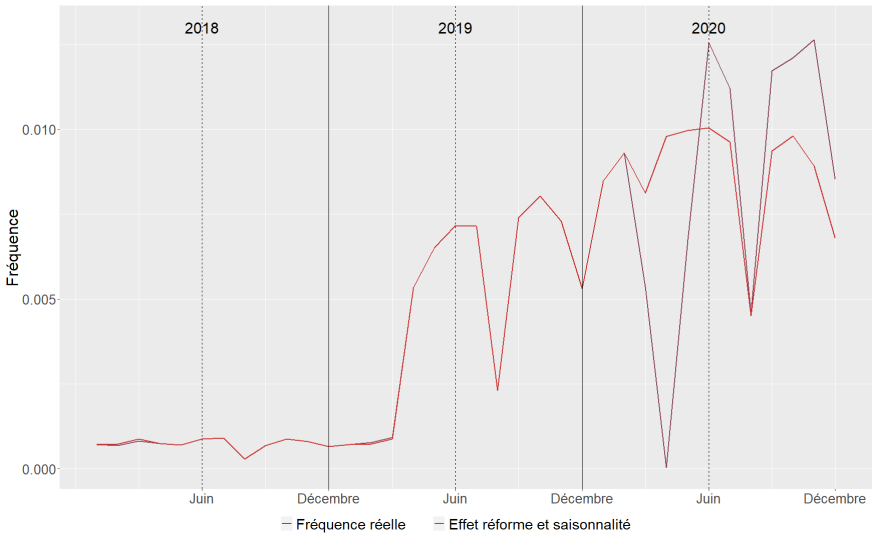


FIGURE 11.4 – Effet réforme et saisonnalité projetées du groupe 9 de janvier 2018 à décembre 2020

La fréquence projetée représente la consommation théorique selon ce modèle, sans l'effet de

la pandémie. La différence entre ces deux courbes est donc associée à la pandémie.

11.2.2 L'effet de la pandémie

Pour la période de mars 2020 à décembre 2020, le modèle est le suivant :

$$\forall t \in [t_2 + 1 : t_3], \hat{Y}_{i,t} - \hat{R}_{i,t} - S_{i,t} \times reforme - \beta_{i,0} = \beta_{i,covid} \times covid$$

où *covid* est la variable définie dans la partie précédente, et $\beta_{i,covid} \in \mathbb{R}^5$ les coefficients associés aux modalités de cette variable.

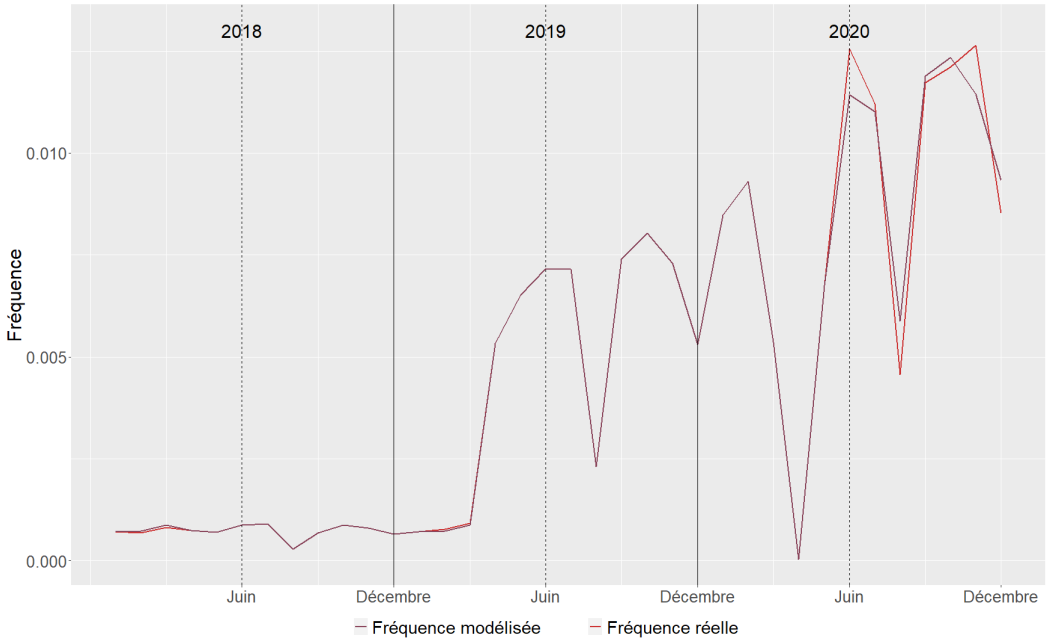


FIGURE 11.5 – Fréquences de consommation des couronnes transitoires, réelle et modélisée, pour le groupe 9

Dans ce modèle, la fréquence modélisée est identique ou presque à la fréquence réelle jusqu'à février 2020 : en effet, beaucoup de variables expliquent peu d'observations, il est donc normal que les fréquences prédites soient très proches des fréquences observées.

La décomposition des effets est affichée ci-dessous :

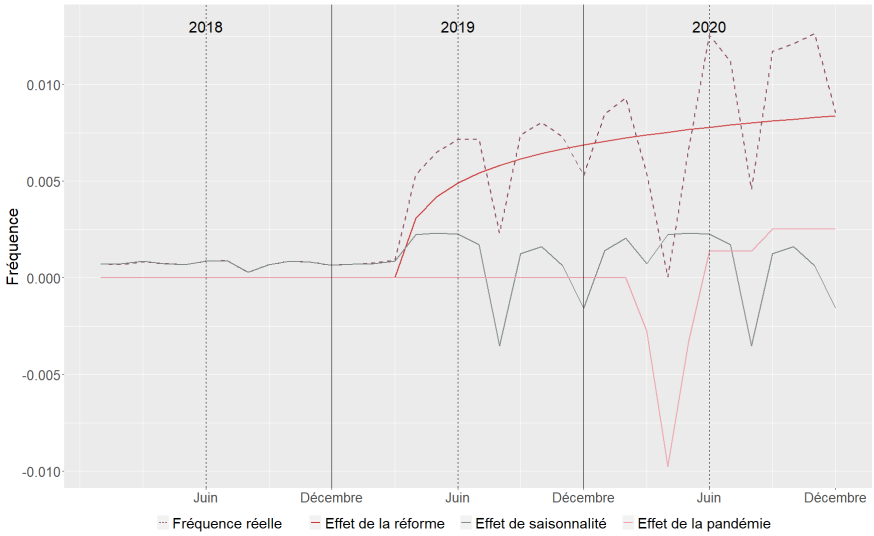


FIGURE 11.6 – Décomposition des différents effets modélisés sur la fréquence de consommation des couronnes transitoires du groupe 9

La fonction log semble être adaptée ici : la fréquence augmente au moment de la mise en place de la réforme, puis augmente de moins en moins jusqu'à tendre vers un certain palier.
De plus, les effets de la pandémie sont cohérents : une baisse de la fréquence est observée de mars à mai, puis une augmentation sur le deuxième semestre, plus importante encore pendant la dernière période.

11.2.3 La projection en 2021

La suite logique de cette modélisation serait d'établir une prédiction de la consommation pour 2021 :

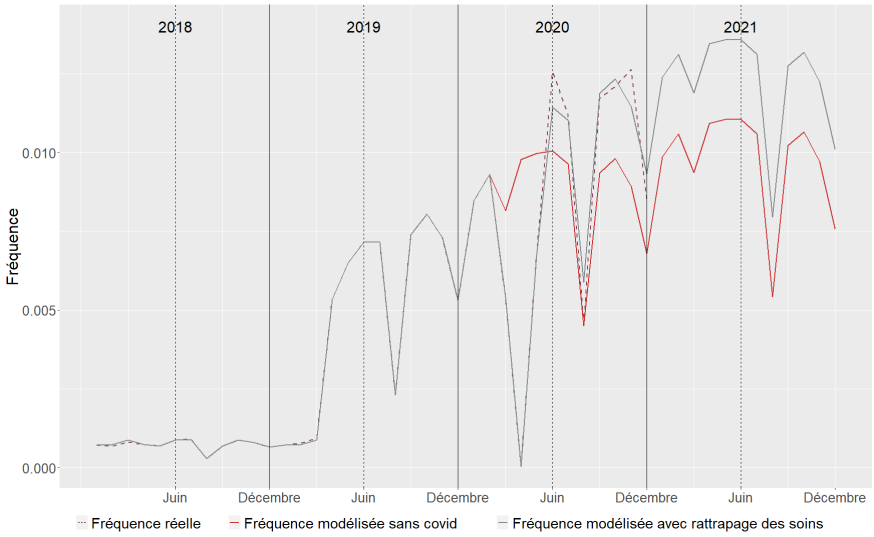


FIGURE 11.7 – Projection de la fréquence de consommation des couronnes transitoires du groupe 9 en 2021

La fréquence a été projetée selon deux hypothèses distinctes : la première, en gris, dans le cas où le rattrapage des soins se poursuit comme sur la période de septembre à décembre 2020,

et la seconde, en rouge, s'il n'y avait plus d'effet de la pandémie sur la consommation. Ces deux hypothèses représenteraient une fourchette de la fréquence en 2021 selon cette méthode.

La modélisation de ce premier poste est ensuite utilisée pour celle des couronnes définitives.

11.3 Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives

Les couronnes transitoires sont posées en amont des couronnes définitives, afin de protéger la dent de potentielles détériorations supplémentaires ; ces deux couronnes sont donc fortement liées, et l'hypothèse a été prise que leurs consommations ont été impactées de la même manière par la pandémie. De ce fait, les coefficients modificateurs liés à la pandémie estimés pour les couronnes transitoires sont appliqués à la fréquence des couronnes définitives de la manière suivante :

$$\text{freq}_{\text{trans}} = \text{freq}_{\text{trans}_{\text{sans covid}}} + \beta_{covid} \times covid$$
$$\text{freq}_{\text{def}_{\text{sans covid}}} = \text{freq}_{\text{def}} - \beta_{covid} \times covid \times \alpha \times \delta$$

où $\alpha = \frac{\text{freq}_{\text{trans}}}{\text{freq}_{\text{def}}}$. Le paramètre δ permet d'ajuster le coefficient de correction ; il est fixé à 1 dans le modèle principal, et afin d'évaluer l'impact de cette nouvelle hypothèse, la fréquence modélisée fait l'objet d'un test de sensibilité à ce paramètre δ dans la partie 13.3.

11.3.1 Correction de l'effet de la pandémie

Dans un premier temps, sont appliqués les coefficients de correction à la fréquence observée comme détaillé précédemment :

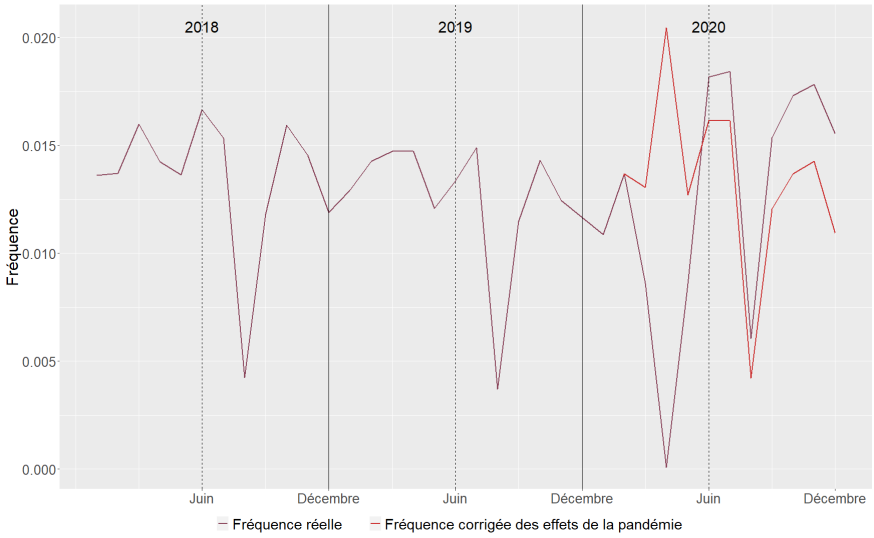


FIGURE 11.8 – Fréquence de consommation des fréquences définitives du groupe 9, corrigée des effets de la pandémie

La fréquence estimée non impactée de la pandémie semble être cohérente : elle a été réhaussée pendant le premier confinement, et abaissée en fin d'année, afin de gommer les effets de rattrapages. De plus, la saisonnalité reste similaire à celle observée en 2018 et 2019. La fréquence

de consommation réhaussée en avril 2020 n'est pas significative compte de tenu de la fréquence réelle quasi-nulle. Elle est remplacée dans la suite par la moyenne entre la fréquence réhaussée de mars 2020 et celle de mai 2020.

Cette fréquence corrigée est ensuite modélisée en fonction de la saisonnalité et de l'effet de la réforme.

11.3.2 Saisonnalité et effet réforme

Sur cette fréquence corrigée de l'effet de la pandémie, il est maintenant possible de modéliser la saisonnalité, la tendance et l'effet de la réforme.
Les deux premiers points sont estimés sur les années 2018 et 2019, et l'effet réforme sur la différence entre la projection 2020 de la saisonnalité et de la tendance, et la fréquence réelle corrigée des effets de la pandémie.

En notant $\hat{Y}_i^{*'}$ la fréquence modélisée de consommation de couronnes définitives pour le groupe i, corrigée des effets de la pandémie, le modèle est le suivant :

Avant la réforme, $\forall t \in [1, t'_1 - 1], \hat{Y}_{i,t}^{*'} = \beta'_{i,0} + S'_{i,t} + m'_{i,t}$
Après la réforme, $\forall t \in [t'_1, t_3], \hat{Y}_{i,t}^{*'} = \beta'_{i,0} + S'_{i,t} + m'_{i,t} + \beta'_{i,reforme} \times reforme \times log(t - (t'_1 - 2))$

où t'_1 correspond à la prise en charge des paniers 100% remboursés, constituant l'impact le plus important pour les couronnes définitives, soit janvier 2020.

La décomposition ainsi obtenue de la fréquence de consommation des couronnes définitives pour ce groupe est donné ci-dessous :

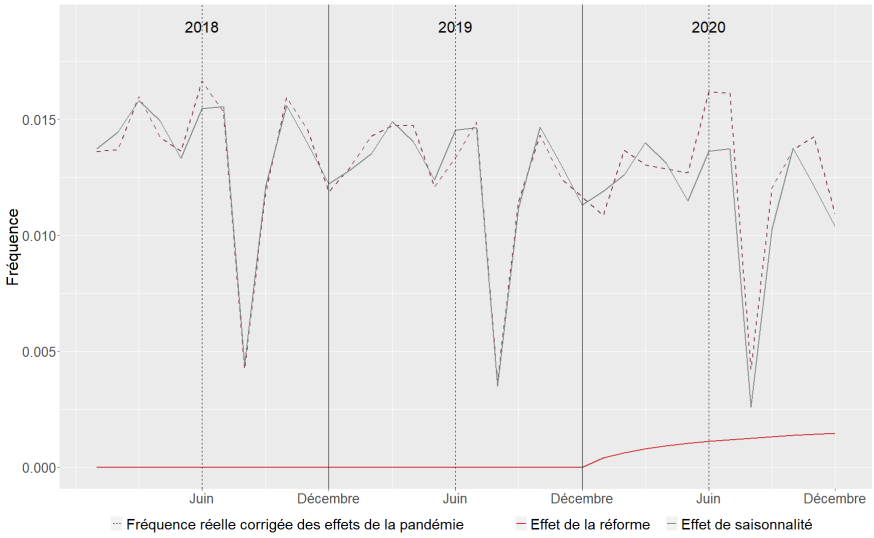


FIGURE 11.9 – Estimation des effets de saisonnalité et de la réforme sur la fréquence de consommation corrigée des effets de la pandémie des couronnes définitives du groupe 9

Selon cette modélisation, la réforme n'impacte que peu la fréquence de consommation des couronnes définitives des assurés. Elle semble tout de même réhausser cette fréquence qui était légèrement en déclin avant 2020.

11.3.3 La projection en 2021

Ces estimations permettent alors de proposer une projection en 2021, en reprenant les deux hypothèses précédentes pour encadrer la fréquence projetée :

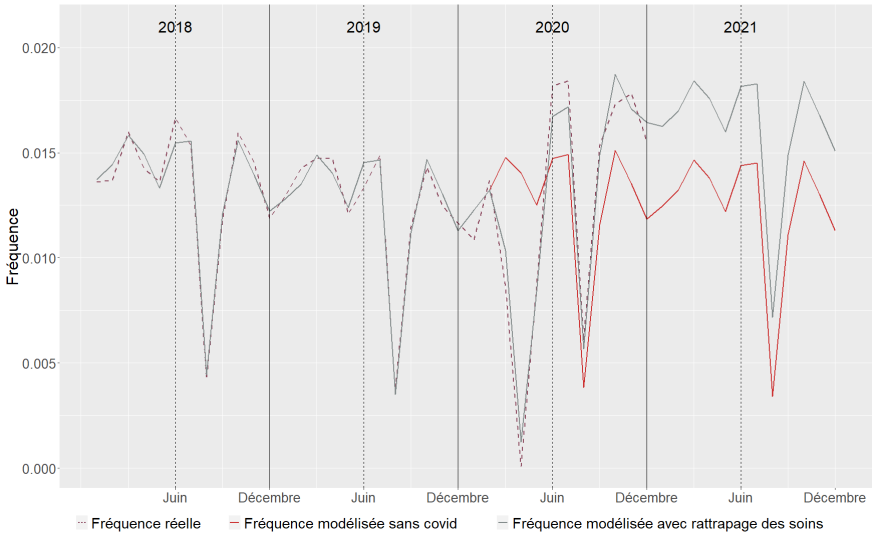


FIGURE 11.10 – Projection de la fréquence de consommation des couronnes définitives du groupe 9 en 2021

Tout comme pour les couronnes transitoires, la courbe grise représente la borne haute, dans l'hypothèse où le rattrapage des soins se poursuit comme pendant la dernière période de 2020, et la courbe rouge la borne basse, dans le cas où les effets de la pandémie ne sont plus visibles.

Après une étape de validation, la fréquence annuelle 2021 sera ensuite calculée à partir des fréquences mensuelles ainsi modélisées, et sera multipliée au coût moyen afin d'établir la charge totale de sinistres, et ce pour chacun des groupes.

Chapitre 12

Validation et limites du modèle

12.1 Significativité du modèle et étude des résidus

Toute modélisation passe par une étape de contrôle des résultats : la significativité locale et globale peut être étudiée à l'aide des résultats des différentes étapes de modélisation, et l'étude des résidus permet de juger de l'adéquation du modèle aux données.
En présence de la fréquence réelle 2021, il serait également nécessaire d'étudier les écarts entre la réalité et les projections afin de juger de la qualité prédictive du modèle.

12.1.1 Analyse des résultats

Pour la fréquence de consommation des couronnes transitoires, au total 3 modélisations différentes ont été effectuées : la première pour l'effet global de la réforme, la deuxième pour la saisonnalité, et la troisième pour l'effet de la pandémie. Les résultats du groupe 9 pour chacun de ces modèles linéaires sont détaillés ci-dessous :

```
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.0008288  0.0003064   2.705   0.0124 *
ref_logT    0.0039468  0.0003126  12.624 4.34e-12 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 2.433 on 24 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8691,    Adjusted R-squared:  0.8637
F-statistic: 159.4 on 1 and 24 DF,  p-value: 4.345e-12
```

(a) Modélisation de l'impact de la réforme

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -9.156e-20  8.166e-05   0.000        1
covid1      -2.758e-03  4.234e-04  -6.514 3.35e-07 ***
covid2      -9.744e-03  4.234e-04 -23.016  < 2e-16 ***
covid3      -3.229e-03  4.234e-04  -7.626 1.66e-08 ***
covid4       1.387e-03  2.534e-04   5.473 6.13e-06 ***
covid5       2.528e-03  2.232e-04  11.327 2.32e-12 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.8409 on 30 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9654,    Adjusted R-squared:  0.9596
F-statistic: 167.2 on 5 and 30 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

(b) Modélisation des effets de la pandémie

```
Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)     2.848e-04  5.781e-05   4.927 0.016026 *
refMois0 avril  4.539e-04  8.176e-05   5.552 0.011524 *
refMois0 dec    3.684e-04  8.176e-05   4.506 0.020419 *
refMois0 fev    4.470e-04  7.078e-05   6.316 0.008024 **
refMois0 janv   4.281e-04  7.078e-05   6.049 0.009064 **
refMois0 juil   6.144e-04  8.176e-05   7.515 0.004883 **
refMois0 juin   5.839e-04  8.176e-05   7.142 0.005652 **
refMois0 mai    4.067e-04  8.176e-05   4.975 0.015607 *
refMois0 mars   5.845e-04  7.078e-05   8.258 0.003719 **
refMois0 nov    5.171e-04  8.176e-05   6.324 0.007992 **
refMois0 oct    5.874e-04  8.176e-05   7.184 0.005557 **
refMois0 sept   4.048e-04  8.176e-05   4.951 0.015816 *
refMois1 aout  -3.793e-03  8.168e-05 -46.440  2.2e-05 ***
refMois1 avril  1.963e-03  8.168e-05  24.033 0.000158 ***
refMois1 dec   -1.861e-03  8.168e-05 -22.786 0.000185 ***
refMois1 fev    1.780e-03  8.162e-05  21.806 0.000211 ***
refMois1 janv   1.118e-03  8.162e-05  13.704 0.000841 ***
refMois1 juil   1.448e-03  8.168e-05  17.725 0.000392 ***
refMois1 juin   1.969e-03  8.168e-05  24.112 0.000156 ***
refMois1 mai    2.021e-03  8.168e-05  24.746 0.000145 ***
refMois1 nov    3.407e-04  8.168e-05   4.171 0.025090 *
refMois1 oct    1.327e-03  8.168e-05  16.241 0.000508 ***
refMois1 sept   9.658e-04  8.168e-05  11.824 0.001300 **
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.1166 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9997,    Adjusted R-squared:  0.9976
F-statistic: 474.7 on 22 and 3 DF,  p-value: 0.0001378
```

(c) Modélisation de la saisonnalité et de la tendance

FIGURE 12.1 – Sortie R des coefficients de la modélisation de la fréquence de consommation des couronnes transitoires

Il apparaît tout d'abord que toutes les variables sont significatives, validant ainsi la significativité locale du modèle. De plus, les coefficients de détermination R^2 témoignent de la significativité globale du modèle.
Cependant, ces coefficients de détermination sont très élevés, indiquant un phénomène de surapprentissage : en effet, beaucoup de variables expliquent peu de points, ce qui représente une des limites les plus importantes de cette modélisation.

Concernant les couronnes définitives, seulement deux modèles linéaires ont été faits, un pour la saisonnalité et un pour l'effet de la réforme, dont les résultats sont proposés ci-dessous :

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  5.036e-03  6.660e-04   7.562 1.11e-05 ***
Temps       -7.648e-05  2.657e-05  -2.878    0.015 *
Moisavril    1.021e-02  7.883e-04  12.956 5.27e-08 ***
Moisdec      8.105e-03  7.883e-04  10.281 5.60e-07 ***
Moisfev      9.554e-03  7.972e-04  11.984 1.18e-07 ***
Moisjanv     8.764e-03  8.030e-04  10.915 3.06e-07 ***
Moisjuil     1.106e-02  7.816e-04  14.153 2.10e-08 ***
Moisjuin     1.088e-02  7.829e-04  13.898 2.54e-08 ***
Moismai      8.662e-03  7.852e-04  11.031 2.75e-07 ***
Moismars     1.101e-02  7.923e-04  13.898 2.54e-08 ***
Moisnov      9.757e-03  7.852e-04  12.426 8.12e-08 ***
Moisoct      1.131e-02  7.829e-04  14.451 1.69e-08 ***
Moissept     7.754e-03  7.816e-04   9.921 8.00e-07 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.0007811 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9703,    Adjusted R-squared:  0.9378
F-statistic: 29.92 on 12 and 11 DF,  p-value: 1.214e-06
```

(a) Modélisation de la saisonnalité et de la tendance

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -4.899e-05  1.556e-04  -0.315 0.754788
ref_defT3    5.695e-04  1.374e-04   4.144 0.000214 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 0.0007777 on 34 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3356,    Adjusted R-squared:  0.3161
F-statistic: 17.18 on 1 and 34 DF,  p-value: 0.0002136
```

(b) Modélisation de l'impact de la réforme

FIGURE 12.2 – Sortie R des coefficients de la modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives

Tout comme pour les couronnes transitoires, pour ce groupe toutes les variables sont significatives. Le coefficient de détermination pour la modélisation de la saisonnalité est élevé, mais cette fois la saisonnalité est estimée grâce à deux années d'observation, limitant ainsi le phénomène de surapprentissage. Pour la modélisation de l'effet de la réforme, la significativité globale du modèle est bien plus faible, mais est jugée suffisante compte tenu des étapes précédant cette ultime modélisation.

Les résultats ci-dessus viennent de la modélisation d'un seul groupe, et la significativité de chacune des variables n'est pas respectée pour chacun des groupes, principalement pour les 3 groupes des plus âgés, ainsi que pour les plus jeunes. Ces absences de significativité sont dues à une mauvaise calibration de l'effet de la réforme ; en jouant sur le paramètre k, qui permet d'ajuster la courbure de la fonction logarithmique liée à l'effet de la réforme, et donc l'impact de cette dernière, il a été possible de rendre ces modèles plus significatifs.
Pour les groupes représentant les plus âgés (groupe 11, 13 et 14), comme cela a pu être montré dans les parties précédentes, l'effet de la réforme est plus important, et le paramètre k a été fixé à 1. A l'inverse pour le groupe 1 qui englobe tous les moins de 20 ans, l'effet de la réforme est bien moindre, et le paramètre k a été fixé à 2.

12.1.2 Etude des résidus

Hypothèses sur les résidus

Afin de rendre l'utilisation d'un modèle légitime, il convient de s'assurer de la conformité à un certain nombre d'hypothèses sur les résidus :

— L'espérance des résidus doit être nulle ;

— Les résidus doivent respecter un caractère homoscédastique, c'est-à-dire que la variance doit être constante quelque soit le sous-échantillon de résidus considéré.

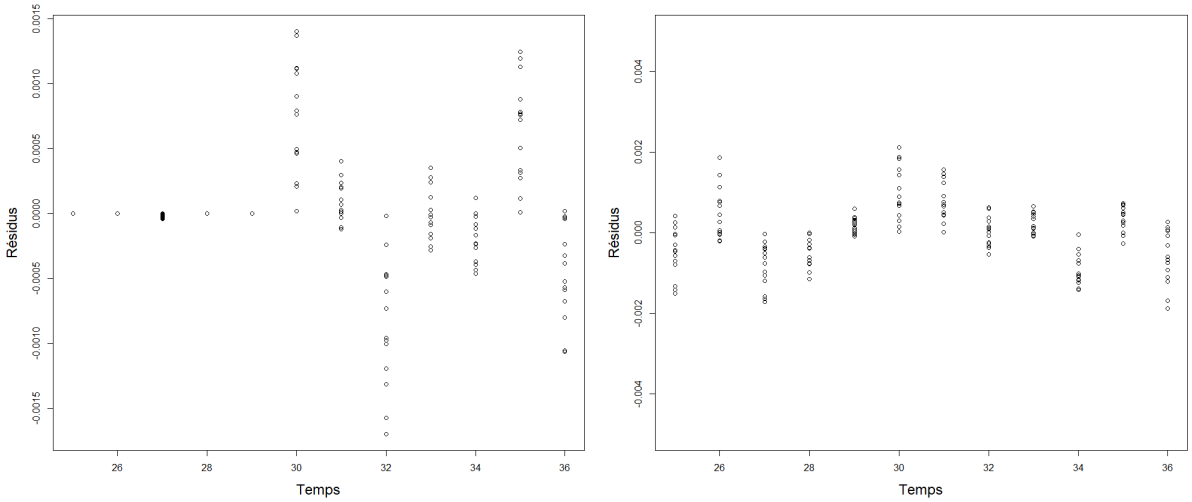
Ces hypothèses vont donc être vérifiées graphiquement dans la sous-section suivante.

Les résidus sont issus des modélisations des 14 groupes. Les résidus sont calculés sur les périodes où sont observés un effet réforme ou un effet covid : en effet, selon les hypothèses précédemment établies, la période précédant l'arrivée de la réforme a été définie comme étant la période de référence pour la suite de l'étude. De ce fait, les résidus sur cette période sont quasi-nuls pour les couronnes définitives. Les résidus sont donc calculés selon la formule suivante :

$$\text{pour les couronnes transitoires : } \forall t \in [25:36], \forall i \in [1:14], \epsilon_{i,t} = Y_{i,t} - \hat{Y}_{i,t}$$
$$\text{pour les couronnes définitives : } \forall t \in [25:36], \forall i \in [1:14], \epsilon'_{i,t} = Y'_{i,t} - \hat{Y}'_{i,t}$$

Validation des hypothèses

Les deux premières hypothèses exposées précédemment peuvent être vérifiées en affichant les résidus en fonction de la période correspondante : afin de les vérifier, les résidus doivent être répartis aléatoirement autour de 0 (hypothèse d'espérance nulle), et également former une bande horizontale autour de 0 (hypothèse d'homoscédasticité).



(a) Couronnes transitoires (b) Couronnes définitives

FIGURE 12.3 – Résidus des modélisations en fonction de la période, pour tous les groupes

L'hypothèse 1 est vérifiée à la fois sur les couronnes transitoires et sur les couronnes définitives, puisque l'espérance des résidus semble être de 0.

Concernant l'hypothèse d'homoscédasticité, elle est considérée respectée sur les couronnes définitives, mais pas sur les couronnes transitoires. Les résidus sont nuls sur le premier semestre : en effet, par construction, la fréquence prédite jusqu'en juin 2020 est égale à la fréquence observée, puisque les variables explicatives du modèle sont presque aussi nombreuses que les valeurs

à expliquer.
Ensuite, la variance des résidus n'est pas constante : ces résidus viennent de l'explication de la fréquence par la variable covid, puisque seulement deux états de cette variable décrivent le second semestre, soit 7 mois d'observation. Par exemple, pour les pas de temps 30, 31 et 32, qui représentent les mois de juin, juillet et août 2020, le modèle a tendance à toujours sous-estimer la fréquence en juin, et au contraire de la surestimer en août : ceci s'explique par le fait qu'une seule modalité de la variable covid explique les effets de la pandémie sur 3 mois, et les pics de consommation communs à tous les groupes sont donc difficilement retranscrits.
Cependant ces résidus sont considérés raisonnables devant la fréquence observée.

12.2 Hypothèses établies et limites du modèle

Pour arriver à cette modélisation, de nombreuses hypothèses ont été faites, impliquant donc des limites non négligeables.

Tout d'abord, et c'est sans doute l'hypothèse la plus importante faite dans toute la modélisation, la période pré-réforme a été considérée comme une période "normale", c'est-à-dire que les années suivantes auraient dû avoir une fréquence de consommation identique sans pandémie ni réforme. Sous cette hypothèse, les spécificités de cette période sont donc répercutées sur les années suivantes, ce qui constitue une source d'erreur non négligeable.

L'effet de la réforme est de plus modélisé par une variable binaire : or elle a été mise en place en 2 temps, une première partie en avril 2019, et une seconde en janvier 2020. Il a été choisi de considérer son lancement pour chacun des postes au moment où elle a eu l'impact le plus significatif, soit en avril 2019 pour les couronnes transitoires, et en janvier 2020 pour les couronnes définitives. Mais il a été montré dans les parties précédentes que pour les deux postes, les deux étapes avaient eu un impact sur la fréquence de consommation. Or dans le cas des couronnes transitoires, si la variable *reforme* avait eu 3 modalités au lieu de 2 pour prendre en compte ces deux étapes, l'impact de la pandémie aurait partiellement été pris en compte dans l'impact de la mise en place de la deuxième étape, et le problème aurait été identique à celui présenté en début de partie sur les couronnes définitives.

Egalement, l'hypothèse selon laquelle l'impact de la pandémie est le même sur les couronnes définitives et sur les couronnes transitoires peut également être source d'erreur. Cependant, elle peut être chiffrée à l'aide d'un test de sensibilité au paramètre δ : il a été fixé à 1 dans le modèle principal, c'est-à-dire que l'impact est le même pour les deux types de couronnes. Dans la section suivante, la prime pure sera calculée en prenant en compte plusieurs valeurs de δ, afin d'évaluer l'impact in fine de cette hypothèse.

Enfin, et comme cela a été évoqué plusieurs fois, il n'est pas possible de tester cette modélisation sur des données qui n'ont pas servi à calibrer le modèle, ne permettant donc pas de juger sur sa qualité prédictive. Afin de montrer quel serait l'utilisation de cette étude dans le cadre d'un processus de tarification, la partie suivante traite de la construction de la prime pure, et l'évolution qu'elle aurait si ce modèle était validé.

Chapitre 13

Calcul de la prime pure et tests de sensibilité sur les paramètres

La charge totale de sinistres S, aussi appelée la prime pure, se définit comme la somme des coûts de chacun des sinistres :

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

où C_i est le coût du sinistre i, et N est une variable aléatoire définissant le nombre de sinistres. Sous l'hypothèse d'indépendance des variables aléatoires C_i avec N, la prime pure est calculée de la manière suivante : $E(S) = E(C) \times E(N)$.

Dans le cadre de ce mémoire, la prime pure d'un individu est alors égale au produit de la fréquence annuelle moyenne de consommation du groupe de fréquence auquel il appartient et des frais moyens observés dans son groupe de coût moyen. La section suivante détaille la projection du coût moyen sur l'année 2021 sur un des groupes établis dans la partie 10.1.1 : le groupe 12, des assurés de plus de 50 ans, habitants dans les régions où les frais sont élevés (Provence-Alpes-Côte-d'Azur et régions d'Outre-mer).

13.1 Evaluation du coût moyen à fin 2020

A l'inverse de la fréquence, le coût moyen n'est pas soumis à des variations saisonnières. L'étude de l'évolution des frais réalisée précédemment permet de dire que l'impact de la pandémie est négligeable sur cette variable.
En revanche, le temps de la mise en place de la réforme, il est possible que les frais aient évolué progressivement avant de se stabiliser : sont donc affichés au cours du temps les frais moyens en couronnes transitoires du groupe 12.

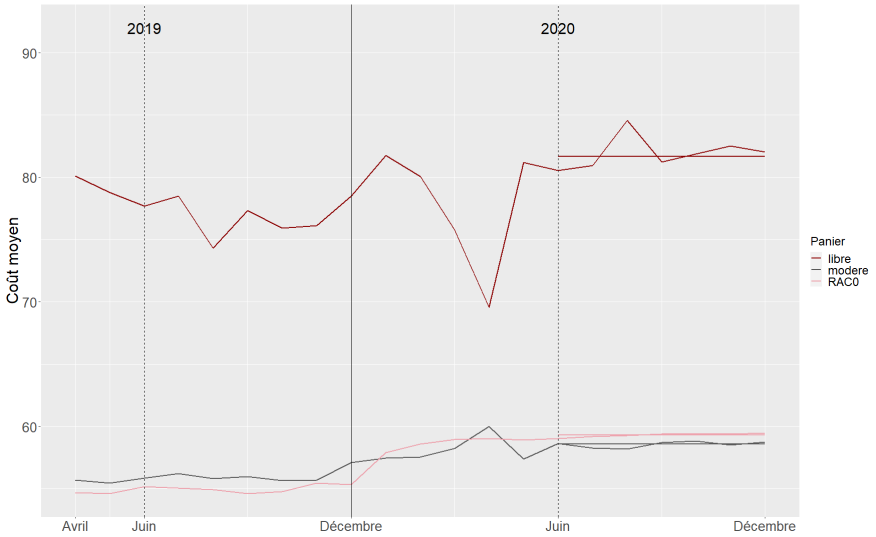


FIGURE 13.1 – Evolution du coût moyen des couronnes transitoires par panier dans le groupe 12

Les frais moyens avant la réforme ne sont pas affichés dans un soucis d'échelle. Ils semblent se stabiliser après quelques mois de mise en place, et l'hypothèse est donc faite qu'ils vont rester à ce niveau en 2021. Il est notable que les coûts moyens des couronnes transitoires dans le panier modéré et dans le panier sans reste à charge sont très proches, et atteignent presque le prix limite de vente de 60€.
Le coût moyen projeté en 2021 est alors une moyenne des coûts moyens dans chacun des paniers, pondérée par le taux d'utilisation de chacun de ces paniers dans le groupe. Les données utilisées ici sont des données nationales, et à l'échelle d'une complémentaire, les taux d'utilisation des paniers seraient différents : plus le niveau de garantie est élevé, plus le panier libre serait utilisé, augmentant ainsi les coûts moyens et donc les tarifs.

Le même travail est effectué pour les couronnes définitives, et ce pour chacun des groupes.

13.2 Evolution de la prime pure depuis 2018

La prime pure est donc calculée pour chaque individu selon ses caractéristiques (âge, région et sexe), à partir de la fréquence et du coût moyen ainsi modélisés en 2021. Il est considéré un remboursement de 100% des frais réels, sans distinction de la prise en charge de la Sécurité Sociale et d'une complémentaire. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous affiche l'évolution du tarif de 2018 à 2021 pour une femme de 55 ans, habitant en Provence-Alpes-Côte-d'Azur :

Type de couronnes	Caractéristiques de l'individu			2018	2019	2021		
	Région	Sexe	Age			Sans covid	Rattrapage des soins identique à la fin d'année	Moyenne des deux
Couronnes transitoires	PACA	Femme	55	3,86 €	6,31 €	7,30 €	9,19 €	8,24 €
Couronnes définitives	PACA	Femme	55	103,29 €	95,67 €	87,84 €	114,59 €	101,22 €

TABLE 13.1 – Primes pures établies pour les deux types de couronnes de 2018 à 2021

La moyenne calculée entre les deux scénarios liés à la pandémie est équipondérée, mais pourrait être calculée différemment selon le poids souhaité sur chacun des scénarios.
Pour les couronnes transitoires, l'augmentation très importante de la fréquence de consommation

n'est pas entièrement compensée par la baisse des tarifs, provoquant ainsi une hausse de la prime pour cette personne. En revanche, pour les couronnes définitives, c'est l'inverse : la fréquence n'a que peu augmenté, donc la baisse des coûts par rapport à 2018 permet la diminution de la prime.

L'année 2020 étant fortement atypique, elle a donc été écartée de l'étude de l'évolution de la prime.

Afin de pouvoir comparer les évolutions des primes selon les caractéristiques des assurés, plusieurs profils d'individus ont été sélectionné, notamment des régions dans lesquelles les comportements des assurés étaient sensiblement différents :

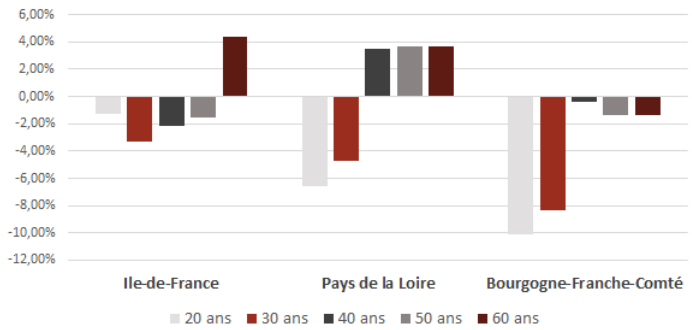


FIGURE 13.2 – Evolution de la prime d'assurance entre 2018 et 2021 selon l'âge et la région

Globalement, les primes des plus jeunes sont en baisse, ce qui est en accord avec les évolutions observées dans la partie précédente. En revanche, chez les plus de 50 ans, les tendances sont différentes selon les régions : en Pays de la Loire, où les frais moyens qui étaient déjà assez faibles n'avaient que peu baissés à la mise en place de la réforme, la fréquence avait enregistré une progression très importante, impliquant donc naturellement une hausse de la prime. A l'inverse, en Franche-Comté la tendance est à la baisse, puisque dans cette région les frais avaient baissé de manière bien plus significative.

Ces résultats sont issus de calculs sous l'hypothèse que les impacts de la pandémie sont les mêmes sur les consommations des deux types de couronnes. La section suivante porte sur la sensibilité de la prime pure à cette hypothèse.

13.3 Tests de sensibilité de la prime pure

Un paramètre a été choisi par observation graphique, et peut être légèrement modifié : il s'agit du paramètre δ permettant d'ajuster la correction des effets de la pandémie sur les couronnes définitives. Plusieurs valeurs ont alors été testées pour ce paramètre, afin d'évaluer la sensibilité de la prime pure, mais également l'erreur du modèle selon les valeurs prises.
Sa variation ne change que la modélisation des couronnes définitives. Il a été fixé dans le scénario central à 1, c'est-à-dire que les effets de la pandémie sont relativement les mêmes pour les deux types de couronnes. Les variations de la prime pure pour une femme de 55 ans habitant en PACA sont affichées ci-dessous :

Valeur de δ	Prime pure	Variation
0,8	90,98 €	3,6%
0,9	89,41 €	1,8%
1	87,84 €	0,0%
1,1	86,28 €	-1,8%
1,2	84,71 €	-3,6%

TABLE 13.2 – Sensibilité de la prime pure au paramètre δ

La prime augmente de presque 2% quand le paramètre δ baisse de 10%, c'est-à-dire quand les impacts de la pandémie sur les couronnes définitives sont 10% plus faibles que sur les couronnes transitoires. Cette augmentation n'est pas négligeable : le choix de ce paramètre est donc déterminant pour le calcul de la prime.
Concernant l'erreur quadratique moyenne du modèle de fréquence des couronnes définitives, elle diminue quand δ augmente :

Valeur de δ	RMSE
0,8	5,99E-04
0,9	5,48E-04
1	5,19E-04
1,1	5,14E-04
1,2	5,34E-04

TABLE 13.3 – Erreur quadratique moyenne du modèle de fréquence des couronnes définitives en fonction de δ

Cela dit, un modèle choisi tel que cette erreur soit minimale ne serait pas forcément logique : le choix de ce paramètre fixé à 1 dans le modèle principal a été fait graphiquement, et cette étude permet de confirmer que ce choix n'augmente pas l'erreur de spécification du modèle de manière importante, tout en respectant le principe de prudence.

Le choix de la valeur prise par ce paramètre de correction d'impact de la pandémie semble être un point très important dans la projection de la fréquence de consommation : sa variation impacte la prime pure de manière non négligeable. Cependant, l'erreur de spécification du modèle semble être assez faible en considérant les choix faits dans le modèle principal.
Malgré cela, cette prime résulte d'hypothèses fortes concernant la fréquence de consommation des assurés, et il serait nécessaire de confronter ces résultats à la réalité de la consommation 2021 afin de valider la partie prédictive du modèle.

Conclusion

À terme, la réforme 100% santé permettra aux français qui le souhaitent de bénéficier d'équipements optiques, auditifs et dentaires à moindres coûts. L'objectif de ce mémoire était d'évaluer les déformations sur les comportements des assurés de cette mesure, à la fois sur leur fréquence de consommation mais aussi sur leurs dépenses.

En optique, les paniers 100% remboursés semblent avoir du mal à convaincre le public : si les plus âgés sont les plus consommateurs de ces paniers, les assurés se tournent bien moins vers ces équipements que ce que le gouvernement attendait. L'évolution de la fréquence de consommation est assez délicate à estimer, compte tenu de la période de renouvellement de 2 ans impliquant une cyclicité de la consommation, ainsi que de l'effet de la pandémie, mais serait globalement en baisse en 2020. En effet, la majeure partie des français bénéficient de couvertures complémentaires qui prennent en charge leurs dépenses en optique, et ainsi ils n'auraient pas été convaincu par l'apport des équipements de paniers A. Sur 2020, il est constaté que leurs dépenses sont assez stables, puisque le panier A est peu utilisé et que les prix des verres de panier B n'auraient pas évolué.

Concernant les couronnes définitives en revanche, la mise en place des paniers aurait atteint son objectif : d'une part plus de la moitié des patients ayant eu recours à des couronnes se sont tournés vers le panier sans reste à charge, et d'autre part une augmentation de la fréquence est observée. En 2020, l'augmentation de fréquence est portée par les assurés les plus âgés. En revanche, une baisse de fréquence est constatée chez les plus jeunes, et les facteurs à l'origine de cette baisse restent à déterminer : l'effet de la pandémie n'est sans doute pas le seul facteur, et l'accent porté sur la prévention peut également avoir commencé à porter ses fruits. La plupart des assurés ont dépensé moins pour leurs couronnes dentaires, grâce aux limitations tarifaires des paniers sans reste à charge et maîtrisé.

Afin d'utiliser cette étude pour prévoir la consommation des assurés dans les années futures, il était nécessaire de séparer les déformations comportementales induites par la pandémie et celles induites par la réforme : le peu de recul sur les effets de la pandémie a impliqué d'importantes hypothèses ayant un impact non négligeable sur la consommation des assurés. Même si les résultats semblent cohérents et donc exploitables en pratique, la confrontation avec les comportements réels des français en 2021 serait importante pour la validation théorique de ces travaux.

Bibliographie

[1] Les chiffres clés de la Sécurité Sociale 2019. Technical report, Direction de la Sécurité Sociale, 2020.

[2] Les dépenses de la santé en 2019 en France. Technical report, DREES, 2020.

[3] Protection sociale en Europe, portrait social. Technical report, INSEE, 2020.

[4] Les complémentaires santé : un système très protecteur mais peu efficient. Technical report, Cour des comptes, 2021.

[5] ACPR. Rapport annuel 2020. Technical report, 2021.

[6] AMELI https ://assurance-maladie.ameli.fr/qui-sommes-nous/notre-fonctionnement/financement/principes-generaux/principes-generaux AMELI. (Financement de la Sécurité Sociale). Site consulté en août 2021.

[7] C2S https ://www.complementaire-sante-solidaire.fr/plafond-complementaire-sante-solidaire C2S. (Plafond d'attribution de la complémentaire santé solidaire 2021). Site consulté en août 2021.

[8] Direction de la Sécurité Sociale. Comité de suivi de la réforme du 100% santé. Technical report, 25 janvier 2022.

[9] Julie. Le marché européen de l'appareillage auditif. blog audition. *https ://www.elixir-audition.fr/marche-aide-auditive/le-marche-europeen-de-lappareillage-auditif/*, 2020, 11 avril.

[10] VERNIN-BIANCALE Julie. Création d'un outil permettant d'estimer les impacts de la réforme 100% santé à partir de l'historique d'un portefeuille. Master's thesis, 2020.

[11] HANIN Juliette. La réforme 100% santé : quelles origines et quels effets ? Master's thesis, 2019.

[12] JACCAZ Michael. Recherche de comportements opportunistes en santé individuelle. Master's thesis, 2013.

[13] MSA https ://www.msa.fr/lfy/chiffres-utiles-msa MSA. (Les chiffres utiles de la MSA), site consulté en août 2021.

[14] FANGET Nicolas. Analyse comportementale de la consommation médicale d'un portefeuille d'assurés. Master's thesis, 2010.

[15] HUYNH Sandrine. Open data et assurance santé : l'union fait la force ? Master's thesis, 2021.

Table des figures

1.1 Les branches de la Sécurité Sociale 9

2.1 Les actes pris en charge les plus courants 13
2.2 Fonctionnement des remboursements de la sécurité Sociale 14
2.3 Base de remboursement et prix limites de vente des médecins 15

3.1 Evolution des tarifs des postes 100% santé 20
3.2 Récapitulatif des règles de prise en charge des équipements optiques 21
3.3 Récapitulatif des règles de prise en charge des prothèses dentaires 22

4.1 Répartition des dépenses de la CSBM en 2019 24

5.1 Exemple de remboursement dans la base Open Damir 28
5.2 Répartition de la consommation en santé par poste, entre 2018 et 2020 29
5.3 Répartition de la consommation parmi les soins courants, entre 2018 et 2020 . . 30
5.4 Répartition de la population française en 2018 31
5.5 Répartition des dépenses en santé en 2018 31

6.1 Pyramide des âges du portefeuille complémentaire en 2019 33
6.2 Répartition des effectifs par sexe et tranche d'âge 34
6.3 Notations globales des deux niveaux de garantie du régime par rapport aux notations des CCN 35

7.1 Evolution des dépenses entre janvier 2018 et décembre 2020 36
7.2 Evolution des dépenses par poste entre 2019 et 2020 37
7.3 Répartition des dépenses du poste optique de la Sécurité Sociale entre 2018 et 2020 38
7.4 Répartition des dépenses du poste optique du régime complémentaire en 2019 et 2020 38
7.5 Dépense moyenne annuelle par personne sur le poste optique - population française 39
7.6 Nombre de verres remboursés par âge dans le régime complémentaire 39
7.7 Répartition des frais pour un verre, par type de verre et niveau de garantie . . . 40
7.8 Répartition des frais pour une monture, par niveau de garantie 40
7.9 Part des paniers 100% remboursés en optique en France 41
7.10 Part des paniers 100% remboursés par niveau de garantie dans le régime complémentaire 42
7.11 Nombre de prothèses remboursées en 2018 en France, et frais moyens associés, par tranche d'âge 43
7.12 Répartition des frais pour une couronne en 2018 en France 43
7.13 Répartition des frais pour une couronne en 2019 dans le régime complémentaire 44
7.14 Répartition des couronnes remboursées dans le régime complémentaire en 2020 par panier 44

8.1 Structure d'un arbre de décision 48

9.1 Modélisation du coût moyen des verres de la base Open Damir par arbre CART 52
9.2 Coût moyen par tranche d'âge et par région d'un verre en France en 2018-2019 53
9.3 Evolution de l'utilisation des paniers 100% remboursés pour les verres par tranche d'âge en France 56
9.4 Modélisation du coût moyen des verres simples du régime complémentaire par arbre CART 57
9.5 Coût moyen par âge et par sexe des verres simples du régime complémentaire en 2019 57
9.6 Coût moyen par âge et par sexe des verres complexes du régime complémentaire en 2019 58
9.7 Modélisation du coût moyen des montures de la base Open Damir par arbre CART 59
9.8 Coût moyen par âge et par sexe des montures du régime complémentaire en 2019 61
9.9 Evolution de la fréquence de consommation des verres en France métropolitaine par période, entre 2020 et les deux années précédentes 64
9.10 Evolution de la fréquence de consommation des verres dans les DOM par période, entre 2020 et les deux années précédentes 64
9.11 Modélisation de la fréquence de consommation des verres du régime complémentaire en 2019 par arbre CART 65
9.12 Evolution de la fréquence annuelle de consommation des verres du régime complémentaire par période et par groupe entre 2020 et 2019 66
9.13 Evolution de la fréquence de consommation des montures en France métropolitaine par période, entre 2020 et les deux années précédentes 68

10.1 Modélisation du coût moyen des couronnes en France sur la période janvier 2018 à mars 2019 par arbre CART 72
10.2 Evolution de l'utilisation des paniers sans reste à charge pour les couronnes en France, par tranche d'âge 74
10.3 Modélisation du coût moyen des couronnes dans le régime complémentaire en 2020 par arbre CART 75
10.4 Etude de la corrélation entre les caractéristiques de l'individu et le choix de la couronne en 2019 par ACM 76
10.5 Représentation des variables sur les deux axes principaux 76
10.6 Représentation des individus sur les deux axes principaux 77
10.7 Evolution de la fréquence annuelle de consommation des français par période, de 2018 à 2020 78
10.8 Modélisation de la fréquence annuelle de consommation des couronnes en France en 2018/2019 par arbre CART 78
10.9 Evolution de la fréquence de consommation des couronnes en France par période entre 2018/2019 et 2020 80
10.10 Modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives dans le régime complémentaire 81
10.11 Evolution de la fréquence de consommation des couronnes dans le régime complémentaire par période entre 2019 et 2020 82
10.12 Fréquence annuelle de consommation des couronnes transitoires en France par période, de 2018 à 2020 83
10.13 Pourcentage de prothèses transitoires facturées pour une prothèse définitive en France par période 84

10.14 Pourcentage de prothèses transitoires posées pour une prothèse définitive en France, par tranche d'âge . . . 85

11.1 Fréquence mensuelle de consommation des couronnes définitives en France de janvier 2018 à décembre 2020 . . . 89
11.2 Fréquence mensuelle de consommation des couronnes transitoires en France de janvier 2018 à décembre 2020 . . . 90
11.3 Fréquence mensuelle de consommation des couronnes transitoires du groupe 9 de janvier 2018 à décembre 2020 et modélisation de l'effet de la réforme . . . 92
11.4 Effet réforme et saisonnalité projetées du groupe 9 de janvier 2018 à décembre 2020 . . . 92
11.5 Fréquences de consommation des couronnes transitoires, réelle et modélisée, pour le groupe 9 . . . 93
11.6 Décomposition des différents effets modélisés sur la fréquence de consommation des couronnes transitoires du groupe 9 . . . 94
11.7 Projection de la fréquence de consommation des couronnes transitoires du groupe 9 en 2021 . . . 94
11.8 Fréquence de consommation des fréquences définitives du groupe 9, corrigée des effets de la pandémie . . . 95
11.9 Estimation des effets de saisonnalité et de la réforme sur la fréquence de consommation corrigée des effets de la pandémie des couronnes définitives du groupe 9 . . . 96
11.10 Projection de la fréquence de consommation des couronnes définitives du groupe 9 en 2021 . . . 97

12.1 Sortie R des coefficients de la modélisation de la fréquence de consommation des couronnes transitoires . . . 98
12.2 Sortie R des coefficients de la modélisation de la fréquence de consommation des couronnes définitives . . . 99
12.3 Résidus des modélisations en fonction de la période, pour tous les groupes . . . 100

13.1 Evolution du coût moyen des couronnes transitoires par panier dans le groupe 12 103
13.2 Evolution de la prime d'assurance entre 2018 et 2021 selon l'âge et la région . . . 104

Liste des tableaux

1.1 Montants des plafonds annuels de la C2S en métropole 11

2.1 Exemple de remboursement d'une consultation d'un généraliste 17
2.2 Exemple 1 de remboursement d'un équipement optique 17
2.3 Exemple 2 de remboursement d'un équipement optique 17
2.4 Exemple 3 de remboursement d'un équipement optique 18

3.1 Evolution des bases de remboursement des prothèses dentaires 22

5.1 Détail des variables de la base Open Damir retraitée 29

9.1 Evolution du coût moyen des verres chez les moins de 40 ans 54
9.2 Evolution du coût moyen des verres chez les plus de 40 ans 55
9.3 Evolution du coût moyen des verres simples dans le régime complémentaire . . 58
9.4 Evolution du coût moyen des verres complexes dans le régime complémentaire . 58
9.5 Evolution du coût moyen des montures en France en 2020 60
9.6 Evolution du coût moyen des montures dans le régime complémentaire en 2020 61
9.7 Evolution de la fréquence de consommation des verres en France de 2018 à 2020 62
9.8 Evolution de la fréquence annuelle de consommation des verres du régime complémentaire entre 2019 et 2020 66
9.9 Evolution de la fréquence de consommation des montures en France de 2018 à 2020 67
9.10 Evolution de la fréquence annuelle de consommation des montures du régime complémentaire entre 2019 et 2020 68

10.1 Evolution du coût moyen des couronnes en France 73
10.2 Evolution du coût moyen des couronnes dans le régime complémentaire 77
10.3 Evolution de la fréquence de consommation des couronnes en France entre 2018/2019 et 2020 79
10.4 Evolution de la fréquence de consommation des couronnes dans le régime complémentaire entre 2019 et 2020 81

13.1 Primes pures établies pour les deux types de couronnes de 2018 à 2021 103
13.2 Sensibilité de la prime pure au paramètre δ 105
13.3 Erreur quadratique moyenne du modèle de fréquence des couronnes définitives en fonction de δ 105

Annexes

A Base de remboursement et prix limite de vente des verres de panier A

CODE	DÉSIGNATION	TARIF en € TTC au 1er janvier 2020	PLV en € TTC au 1er janvier 2020
2263287	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] 0 à -2,00]	9,75	32,50
2254911	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -2,00 à -4,00]	11,25	37,50
2201814	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -4,00 à -6,00]	14,25	47,50
2214840	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -6,00 à -8,00]	14,25	47,50
2223394	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -8,00 à -12,00]	29,25	97,50
2254727	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère < -12,00	29,25	97,50
2229362	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] 0 à +2,00]	9,75	32,50
2238444	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] +2,00 à +4,00]	11,25	37,50
2238823	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] +4,00 à +6,00]	14,25	47,50
2260509	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] +6,00 à +8,00]	14,25	47,50
2274380	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] +8,00 à +12,00]	29,25	97,50
2203316	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère > +12,00	29,25	97,50
2234050	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH [0 à - 2,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	11,25	37,50
2231235	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH] -2,00 à -4,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	12,75	42,50
2217525	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH] -4,00 à -6,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	15,75	52,50
2241392	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH] -6,00 à -8,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	15,75	52,50
2277266	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH] -8,00 à -12,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	30,75	102,50
2220384	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH < -12,00 et CYL (+) [0,25 à 4,00]	30,75	102,50
2218559	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et $S \leq 2$	11,25	37,50
2254584	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et S entre] +2,00 à +4,00]	12,75	42,50
2258406	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et S entre] +4,00 à +6,00]	15,75	52,50
2203871	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et S entre] +6,00 à +8,00]	15,75	52,50
2231258	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et S entre] +8,00 à +12,00]	30,75	102,50
2215905	OPTIQUE, verre unifocal classe A, SPH positive et S > +12,00	30,75	102,50
2255520	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère [0 à -2,00] et cylindre (+) >4	15,75	52,50
2284071	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -2,00 à -4,00] et cylindre (+) >4	17,25	57,50
2266080	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -4,00 à -6,00] et cylindre (+) >4	20,25	67,50
2238409	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -6,00 à -8,00] et cylindre (+) >4	20,25	67,50
2293390	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère] -8,00 à -12,00] et cylindre (+) >4	35,25	117,50
2236586	OPTIQUE, verre unifocal classe A, sphère < -12,00 et cylindre (+) >4	35,25	117,50
2245190	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère [0 à -2,00]	13,50	45,00

CODE	DÉSIGNATION	TARIF en € TTC au 1er janvier 2020	PLV en € TTC au 1er janvier 2020
2235977	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -2,00 à -4,00]	15,00	50,00
2232648	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -4,00 à -6,00]	18,00	60,00
2234357	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -6,00 à -8,00]	18,00	60,00
2217229	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -8,00 à -12,00]	18,00	60,00
2272398	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère < -12,00	30,00	100,00
2267240	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] 0 à +2,00]	13,50	45,00
2264884	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] +2,00 à +4,00]	15,00	50,00
2241009	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] +4,00 à +6,00]	18,00	60,00
2209193	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] +6,00 à +8,00]	18,00	60,00
2253248	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] +8,00 à +12,00]	18,00	60,00
2237829	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère > +12,00	30,00	100,00
2216885	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH [0 à - 2,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	18,00	60,00
2245875	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH] -2,00 à -4,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	19,50	65,00
2223626	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH] -4,00 à -6,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	22,50	75,00
2201754	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH] -6,00 à -8,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	22,50	75,00
2261087	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH] -8,00 à -12,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	22,50	75,00
2247093	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH < -12,00 et CYL (+) [0,25 à 4,00]	34,50	115,00
2234475	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et $S \leq 2$	18,00	60,00
2225648	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et *S* entre] +2,00 à +4,00]	19,50	65,00
2228931	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et *S* entre] +4,00 à +6,00]	22,50	75,00
2287514	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et S entre] +6,00 à +8,00]	22,50	75,00
2275847	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et *S* entre] +8,00 à +12,00]	22,50	75,00
2237775	OPTIQUE, verre multifocal classe A, SPH positive et *S* > +12,00	34,50	115,00
2288293	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère [0 à -2,00] et cylindre (+) >4	22,50	75,00
2204563	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -2,00 à -4,00] et cylindre (+) >4	24,00	80,00
2292544	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -4,00 à -6,00] et cylindre (+) >4	27,00	90,00
2234245	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -6,00 à -8,00] et cylindre (+) >4	27,00	90,00
2256910	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère] -8,00 à -12,00] et cylindre (+) >4	27,00	90,00
2256560	OPTIQUE, verre multifocal classe A, sphère < -12,00 et cylindre (+) >4	39,00	130,00
2249229	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère [0 à -2,00]	22,50	75,00
2296803	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -2,00 à -4,00]	24,00	80,00
2282913	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -4,00 à -6,00]	27,00	90,00
2272748	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -6,00 à -8,00]	27,00	90,00
2248030	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -8,00 à -12,00]	39,00	130,00
2243511	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère < -12,00	39,00	130,00
2210635	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] 0 à +2,00]	22,50	75,00
2279934	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] +2,00 à +4,00]	24,00	80,00
2217376	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] +4,00 à +6,00]	27,00	90,00

CODE	DÉSIGNATION	TARIF en € TTC au 1er janvier 2020	PLV en € TTC au 1er janvier 2020
2221917	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] +6,00 à +8,00]	27,00	90,00
2274730	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] +8,00 à +12,00]	39,00	130,00
2221604	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère > +12,00	39,00	130,00
2236362	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH [0 à - 2,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	27,00	90,00
2210061	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH] -2,00 à -4,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	28,50	95,00
2215957	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH] -4,00 à -6,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	31,50	105,00
2252177	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH] -6,00 à -8,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	31,50	105,00
2216359	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH] -8,00 à -12,00] et CYL (+) [0,25 à 4,00]	43,50	145,00
2236066	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH < -12,00 et CYL (+) [0,25 à 4,00]	43,50	145,00
2209342	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et $S \leq 2$	27,00	90,00
2286118	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et *S* entre] +2,00 à +4,00]	28,50	95,00
2244203	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et *S* entre] +4,00 à +6,00]	31,50	105,00
2218950	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et *S* entre] +6,00 à +8,00]	31,50	105,00
2297910	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et *S* entre] +8,00 à +12,00]	43,50	145,00
2228411	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH positive et *S* > +12,00	43,50	145,00
2268273	OPTIQUE, verre progressif classe A, SPH [0 à -2,00] et CYL (+) >4	34,50	115,00
2229209	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -2,00 à -4,00] et cyl (+) >4	36,00	120,00
2295175	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -4,00 à -6,00] et cylindre (+) >4	39,00	130,00
2224270	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -6,00 à -8,00] et cylindre (+) >4	39,00	130,00
2299196	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère] -8,00 à -12,00] et cylindre (+) >4	51,00	170,00
2234334	OPTIQUE, verre progressif classe A, sphère < -12,00 et cylindre (+) >4	51,00	170,00
2263927	OPTIQUE, verre neutre de classe A	6,00	20,00
2222124	OPTIQUE, monture adulte de classe A	9,00	30,00
2254242	OPTIQUE, monture enfant de classe A	9,00	30,00
2264223	OPTIQUE, supplément pour monture (de classe A) de lunettes à coque, < 6 ans	6,00	20,00
2247905	OPTIQUE, prisme incorporé adulte. Quelle que soit la puissance	3,96	
2287862	OPTIQUE, prisme incorporé enfant. Quelle que soit la puissance	16,01	
2227920	OPTIQUE, prisme souple, < 6 ans.	22,41	
2200795	OPTIQUE, système antiptosis adulte	77,29	
2293957	OPTIQUE, système antiptosis enfant	77,29	
2278219	OPTIQUE, verres iséiconiques adulte. Sur devis	Sur devis	
2222408	OPTIQUE, filtre chromatique ou ultraviolet, < 18 ans	9,15	
2269025	OPTIQUE, filtre d'occlusion partielle, < 6 ans	3,66	
2204066	OPTIQUE, verres iséiconiques enfant. Sur devis	Sur devis	
2267641	OPTIQUE, supplément pour verres teintés	1,50	5,00
2226435	OPTIQUE, prestation adaptation verres de classe A	10,00	10,00
2209738	OPTIQUE, prestation adaptation verres de classe B		10,00

CODE	DÉSIGNATION	TARIF en € TTC au 1er janvier 2020	PLV en € TTC au 1er janvier 2020
2232252	OPTIQUE, prestation d'appairage niveau 1	1,50	5,00
2222503	OPTIQUE, prestation d'appairage niveau 2	3,00	10,00
2206987	OPTIQUE, prestation d'appairage niveau 3	4,50	15,00

B Répartition des codes de prestations de la base Open Damir par poste et sous-poste

Ci-dessous est détaillée la répartition en postes et sous-postes des prestations, à l'aide la variable *PRS NAT*. Le premier tableau permet d'identifier chaque sous-poste par un code de regroupement, et ces codes permettent ensuite d'associer chaque modalité de la variable *PRS NAT* avec l'un des sous-postes. Comme évoqué en partie 5.2, certaines modalités ne représentent qu'une très faible part des remboursements, et ont été écartées de l'étude.

Poste	Sous poste	Code de regroupement
AIDE_AUDITIVE	Aide auditive	1.1
DENTAIRE	Implantologie	2.1
DENTAIRE	Inlay / onlay	2.2
DENTAIRE	Orthodontie	2.3
DENTAIRE	Protheses dentaires	2.4
DENTAIRE	Soins	2.5
HOSPITALISATION	Chambre particuliere	3.1
HOSPITALISATION	Forfait journalier hospitalier	3.2
HOSPITALISATION	Frais de sejour	3.3
HOSPITALISATION	Honoraires	3.4
OPTIQUE	Autres	4.1
OPTIQUE	Lentilles	4.2
OPTIQUE	Monture	4.3
OPTIQUE	Verres	4.4
SOINS_COURANTS	Actes d'imagerie medicale	5.1
SOINS_COURANTS	Actes techniques medicaux	5.2
SOINS_COURANTS	Analyses et examens de laboratoire	5.3
SOINS_COURANTS	Autres	5.4
SOINS_COURANTS	Consultation - omnipraticien	5.5
SOINS_COURANTS	Consultation - specialiste	5.6
SOINS_COURANTS	Cures thermales remboursees par la SS	5.7
SOINS_COURANTS	Frais de transport sanitaire	5.8
SOINS_COURANTS	Honoraires paramedicaux	5.9
SOINS_COURANTS	Majorations et deplacements	5.10
SOINS_COURANTS	Materiel medical	5.11
SOINS_COURANTS	Medecine additionnelle	5.12
SOINS_COURANTS	Medicaments	5.13
SOINS_COURANTS	Teleconsultation - omnipraticien	5.14
SOINS_COURANTS	Teleconsultation - specialiste	5.15

Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	Code de regroupement
1098	3.4	1312	3.4	1473	2.4	2211	3.3
1099	3.4	1321	3.4	1474	2.4	2213	3.3
1100	4.1	1322	3.4	1475	2.4	2221	3.1
1102	5.6	1323	3.4	1476	2.4	2238	3.4
1103	5.6	1324	5.1	1477	2.4	2239	3.4
1104	5.6	1331	5.1	1811	5.10	2240	3.2
1105	5.5	1351	5.1	1812	5.10	2250	3.2
1106	5.5	1352	5.2	1813	5.10	2251	3.2
1107	5.5	1400	2.4	1841	5.10	2252	3.2
1108	5.5	1401	2.4	1842	5.10	2258	3.2
1109	5.6	1402	2.4	1843	5.10	2331	3.4
1110	5.5	1403	2.4	1844	5.10	2351	5.1
1111	5.5	1404	2.4	1845	5.10	2352	5.1
1112	5.6	1405	2.4	1846	5.10	2412	3.4
1113	5.6	1406	2.4	1847	5.10	2415	5.13
1114	5.6	1407	2.4	1903	5.5	2416	5.13
1115	5.5	1408	2.4	1904	5.6	2418	5.1
1116	5.10	1409	2.4	1905	5.5	3111	5.1
1117	5.6	1410	2.2	1906	5.5	3112	5.9
1118	5.6	1412	2.4	1911	5.9	3116	5.10
1125	5.5	1413	2.4	1913	5.10	3117	3.4
1126	5.6	1414	2.4	1923	5.9	3121	5.9
1127	5.6	1415	2.4	1931	5.5	3122	3.4
1132	5.6	1416	2.4	1932	5.5	3125	5.9
1133	5.5	1417	2.4	1933	5.10	3131	5.6
1140	5.6	1418	2.4	1934	5.10	3132	5.9
1141	5.5	1419	2.4	1935	5.10	3133	5.9
1159	4.1	1420	2.4	1936	5.10	3134	5.6
1168	5.12	1421	2.4	1937	5.10	3211	5.3
1191	5.15	1422	2.3	1938	5.10	3221	5.3
1192	5.14	1423	2.4	1941	5.10	3222	5.3
1209	5.6	1424	2.3	1942	5.10	3223	5.3
1210	5.5	1434	2.5	1943	5.10	3311	5.13
1211	5.5	1435	2.5	1944	5.10	3312	5.13
1212	5.6	1436	2.5	1945	5.5	3313	5.13
1213	5.6	1437	2.5	1957	5.10	3314	5.13
1214	5.5	1451	2.5	1971	5.13	3315	5.13
1215	5.5	1452	2.4	1972	5.13	3316	5.13
1224	5.10	1453	2.5	1976	5.4	3317	5.13
1226	5.10	1462	2.4	2104	5.8	3318	5.13
1227	5.10	1465	2.1	2111	3.3	3319	5.13
1228	5.10	1470	2.5	2132	3.4	3320	5.13
1232	5.10	1471	2.2	2141	3.1	3321	5.13
1311	3.4	1472	2.5	2151	3.4	3322	5.13

Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	Code de regroupement	Variable PRS_NAT	regroupement
3324	5.13	3389	5.13	3544	5.11	4217	5.8
3325	5.13	3390	5.13	3545	5.11	4218	5.8
3326	5.13	3511	5.11	3550	1.1	4219	5.8
3327	5.13	3512	5.11	3553	4.4	4220	5.8
3328	5.13	3513	5.11	3554	4.4	4229	5.8
3329	5.13	3514	5.11	3555	4.4	5101	4.4
3331	5.13	3515	5.13	3556	4.4	5102	4.4
3332	5.13	3521	5.11	3557	4.4	5103	4.4
3334	5.13	3522	5.11	3561	5.11	5104	4.4
3335	5.13	3523	4.3	3581	4.4	5105	4.4
3336	5.13	3524	4.4	3582	4.4	5106	4.4
3341	5.13	3525	4.4	3583	4.3	5107	4.3
3342	5.13	3526	4.4	4131	5.7	5110	4.1
3343	5.13	3527	4.4	4132	5.7	5111	4.1
3351	5.13	3528	4.4	4141	5.7	5113	4.1
3352	5.13	3529	4.4	4142	5.7	5114	4.1
3353	5.13	3530	4.4	4143	5.7	5115	4.1
3354	5.13	3531	4.1	4144	5.7	5117	4.1
3355	5.13	3532	4.3	4145	5.7	5119	4.1
3356	5.13	3535	4.2	4151	5.7	5120	4.1
3364	5.13	3536	4.4	4152	5.7	5201	2.4
3366	5.13	3537	4.4	4153	5.7	5202	2.4
3380	5.13	3538	4.4	4154	5.7	5203	2.4
3381	5.13	3539	4.4	4210	5.8	5204	2.3
3383	5.13	3540	1.1	4212	5.8	5206	2.3
3384	5.13	3541	1.1	4213	5.8	5401	1.1
3385	5.13	3542	5.11	4214	5.8	9191	2.5
3386	5.13	3543	5.11	4215	5.8	9421	2.5

C L'analyse des correspondances multiples

Cette méthode d'analyse de données permet d'étudier le lien entre plusieurs variables qualitatives : l'objectif est de résumer l'information contenue dans l'ensemble des variables en étudiant les modalités corrélées entre elles. Cela passe par la création d'un nouvel espace pour représenter graphiquement les individus, dans lequel les premiers axes permettent de représenter le nuage de points tel qu'il prenne le plus d'espace possible graphiquement.

Cette technique sera utile dans la suite afin d'étudier au mieux les choix de consommation des individus.

C.1 Représentation des données sous la forme d'un tableau disjonctif complet

Soient un jeu de données de I individus représentés par J variables, chacune ayant K_j modalités, $j \in [|1, J|]$. Le tableau disjonctif complet représente les données avec les individus en ligne, et les modalités des variables en colonnes : les modalités sont notées $k \in [|1, K|]$, avec $K = \sum_{j=1}^{J} K_j$.

	Modalités de la première variable			Modalités de la deuxième variable						Modalités de la Kème variable			
	1	.	K_1	K_1+1	.	K_1+K_2	.	k	.	$\sum_{j=1}^{J-1} K_j - 1$	.	$\sum_{j=1}^{J} K_j = K$	marge
1	1	.	0	0	.	1	.	.	.	0	.	0	J
.													.
.													.
i	x_{i1}	.	.	.	.	.	.	x_{ik}	.	.	.	x_{iK}	J
.													.
.													.
I	x_{I1}	.	.	.	.	.	.	x_{Ik}	.	.	.	x_{IK}	J
marge	I_1	.	.	.	.	.	.	I_k	.	.	.	I_K	

avec

$$x_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{si l'individu } i \text{ possède la modalité } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

De cette manière, l'ensemble des valeurs x_{ik} pour la variable j comporte une unique fois la valeur 1, et les autres valeurs sont des 0.

Les sommes de chacune des colonnes et des lignes sont appelées les marges :

$$\forall i \in [1, I], \sum_{k=1}^{K} x_{ik} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{K_j} x_{ik} = J$$

$$\forall k \in [1, K], \sum_{i=1}^{I} x_{ik} = I_k$$

où I_k représente le nombre de fois où la modalité k est présente dans les données, soit le nombre d'individus ayant la modalité k.

Une fois le tableau disjonctif complet réalisé, il est modifié afin d'y introduire les fréquences : en notant $f_k = \frac{I_k}{I}$ la fréquence de la modalité k, soit le nombre d'individus ayant la modalité k sur le nombre total d'individus, les x_{ik} sont alors temporairement remplacés par $\frac{x_{ik}}{f_k}$.
Afin d'avoir des données centrées, la moyenne de cette indicatrice transformée est calculée (on suppose ici que les individus sont équipondérés) :

$$\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\frac{x_{ik}}{f_k} = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\times\frac{I}{I_k}x_{ik} = \frac{1}{I_k}\times\underbrace{\sum_{i=1}^{I}x_{ik}}_{=I_k} = 1$$

On place finalement dans le tableau les $\frac{x_{ik}}{f_k} - 1$ qui sont les indicatrices transformées et centrées. C'est à partir de cette matrice $X = \left(\frac{x_{ik}}{f_k} - 1\right)_{ik}$ que sera étudié l'espace des modalités.

C.2 Distances et inerties dans l'espace des modalités

L'objectif ici est de connaître l'inertie du nuage de modalités. En considérant une modalité k, le carré de la distance de la modalité au centre de gravité est :

$$d^2(k,0) = \sum_{i=1}^{I}\frac{1}{I}\left(\frac{x_{ik}}{f_k} - 1\right)^2 = \sum_{i=1}^{I}\frac{1}{I}\left(\frac{x_{ik}}{f_k^2} - 2\frac{x_{ik}}{f_k} + 1\right) = \frac{1}{f_k^2}\sum_{i=1}^{I}\frac{x_{ik}}{I} - \frac{2}{f_k}\sum_{i=1}^{I}\frac{x_{ik}}{I} + \sum_{i=1}^{I}\frac{1}{I}$$
$$\Rightarrow d^2(k,0) = \frac{1}{f_k} - 1$$

Puis, l'inertie apportée par cette modalité est définie comme la distance au carré de la modalité au centre de gravité, multipliée par le poids de la modalité dans l'ensemble des variables :

$$I(k) = \frac{f_k}{J}d^2(k,0) = \frac{f_k}{J}\left(\frac{1}{f_k} - 1\right) = \frac{1 - f_k}{J}$$

Et donc l'inertie apportée par la variable j est, avec l qui parcourt l'ensemble de ses modalités :

$$I(j) = \sum_{l}\frac{1 - f_l}{J} = \frac{K_j - \sum_l f_l}{J} = \frac{K_j - 1}{J}$$

Il est intéressant de noter à partir des deux dernières formules que l'inertie d'une modalité est d'autant plus importante qu'elle est peu présente dans la population. De plus, l'inertie apportée par une variable est d'autant plus importante que cette variable comporte beaucoup de modalités.

L'inertie totale du nuage de modalités est alors :

$$\sum_{j=1}^{J}\frac{K_j - 1}{J} = \frac{\sum_j (K_j - 1)}{J} = \frac{K - J}{J} = \frac{K}{J} - 1$$

Avec ce système, la distance entre deux modalités sera d'autant plus faible qu'elles sont partagées par les mêmes individus, et d'autant plus éloignées qu'elles sont rares et peu partagées.

Pour en revenir à la matrice X avant le centrage des indicatrices, prenons les colonnes liées aux modalités de j. Ces indicatrices transformées avant centrage engendrent un sous-espace de

dimension K_j. Le centrage des indicatrices revient à les remplacer par leurs projections dans le sous-espace complémentaire au sous-espace engendré par le vecteur unitaire, et alors le rang de ces indicatrices transformées et centrées est $K_j - 1$. En considérant un vecteur v de l'espace des modalités, normé et centré, la projection de la modalité k sur v vaut :

$$\langle k, v\rangle = \sum_{i=1}^{I} \frac{1}{I}\left(\frac{x_{ik}}{f_k} - 1\right) v_i = \underbrace{\sum_{i=1}^{I} \frac{1}{I}\left(\frac{v_i}{f_k} - v_i\right)}_{\text{si } x_{ik} \text{ vaut } 1} + \underbrace{\sum_{i=1}^{I} \frac{1}{I}\left(-v_i\right)}_{\text{si } x_{ik} \text{ vaut } 0} = \frac{1}{f_k} \sum_{\substack{i\in[1,I] \\ x_{ik}=1}} \frac{1}{I} v_i$$

$$\Rightarrow \langle k, v\rangle = \frac{1}{I_k} \sum_{\substack{i\in[1,I] \\ x_{ik}=1}} v_i$$

Cette projection correspond à la moyenne de v sur les individus possédant la modalité k, qui sera notée dans la suite $\bar{v_k}$. Enfin, l'inertie des modalités de j projetées sur v vaut, avec l qui parcourt l'ensemble de ses modalités :

$$\sum_l \frac{f_k}{J} \langle k, v\rangle^2 = \frac{1}{J} \sum_l f_k \bar{v_k}^2 = \frac{1}{J} \eta^2 \left(K_j, v\right)$$

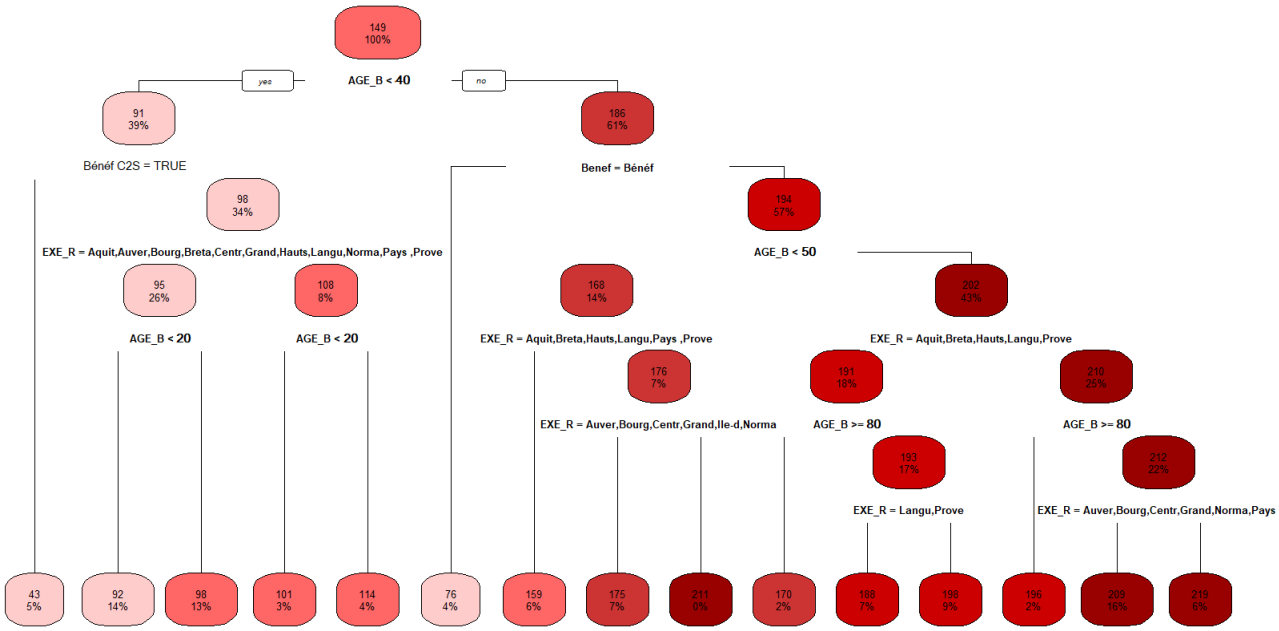
Finalement, l'inertie de la projection d'une variable sur un axe porté par v correspond au rapport de corrélation de cette variable avec v. L'objectif est de trouver les vecteurs v qui permettent de maximiser la moyenne des rapports de corrélations des modalités j avec les directions de projection. Une fois l'espace engendré par ces vecteurs établi, les modalités sont projetées sur ce nouvel espace et il est possible d'établir les liens de corrélations entre les différentes modalités.

Cette analyse permettra par la suite d'établir des liens de corrélation entre les assurés et le type de produit qu'ils consomment, afin de mieux expliquer les écarts de frais entre les catégories d'assurés.

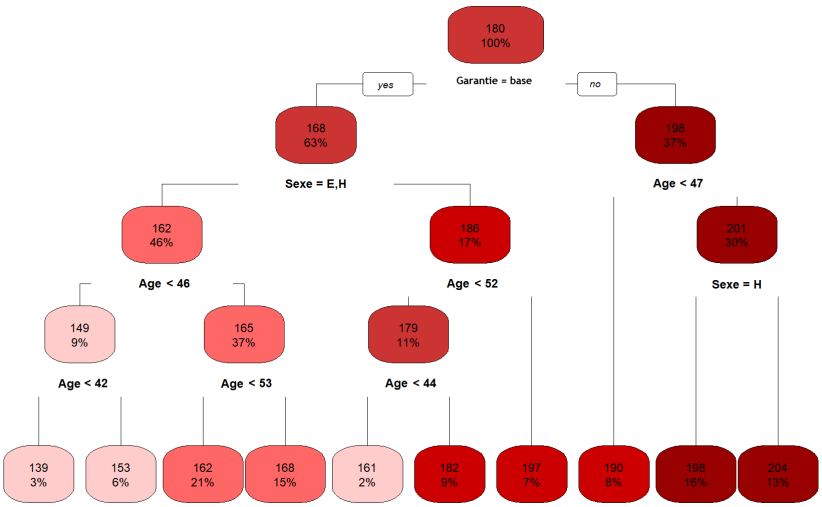
D Modélisations par arbre CART

Dans cette annexe peuvent être retrouvées toutes les modélisations effectuées à l'aide des arbres CART qui ne figurent pas dans le corps du mémoire.

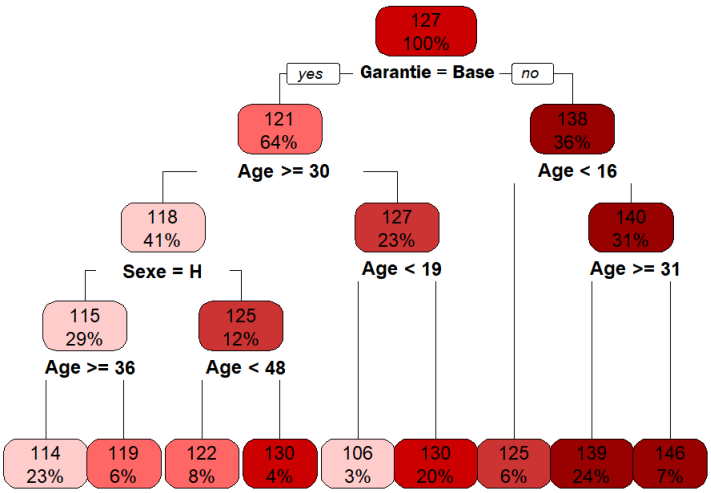
D.1 Modélisation du coût moyen des verres en France en 2020



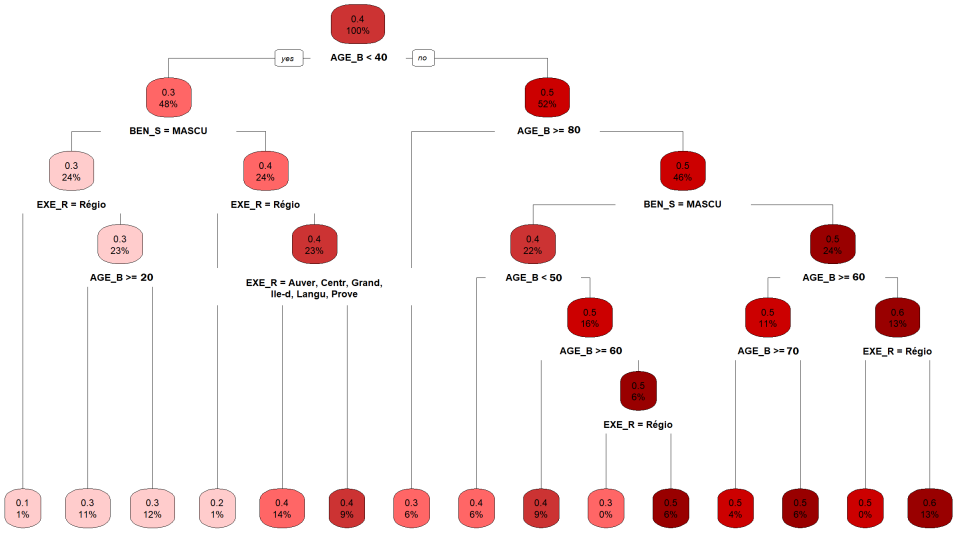
D.2 Modélisation du coût moyen des verres complexes dans le régime complémentaire en 2019



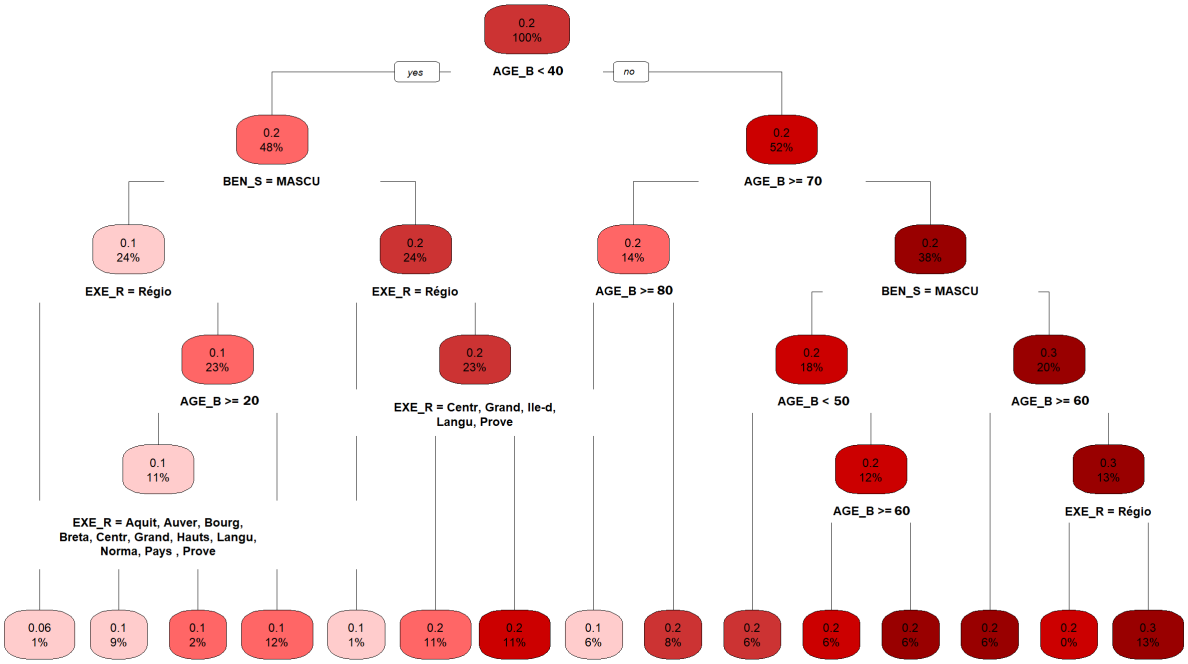
D.3 Modélisation du coût moyen des montures dans le régime complémentaire en 2019



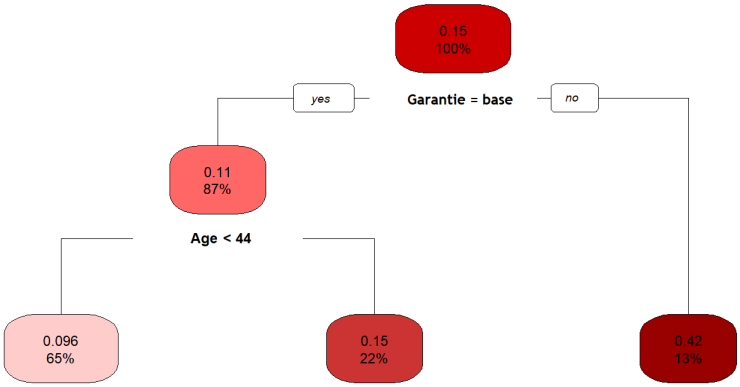
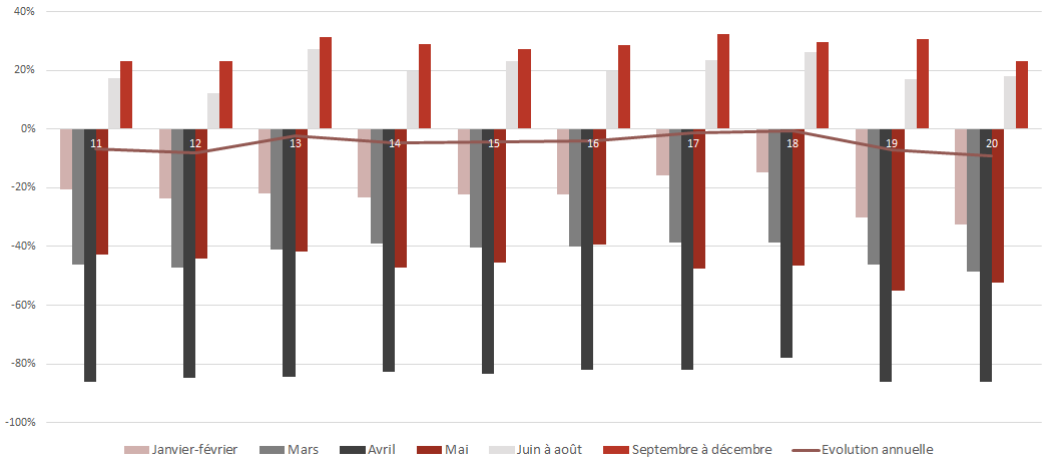
D.4 Modélisation de la fréquence de consommation des verres en France en 2019



D.5 Modélisation de la fréquence de consommation des montures en France en 2019



D.6 Modélisation de la fréquence de consommation des montures dans le régime complémentaire en 2019



E Evolution de la fréquence de consommation des montures dans les DOM en 2020