

Résumé

Le système de santé français, pilier de protection sociale, est aujourd'hui confronté à des défis structurels majeurs. Notamment, la réforme du 100% Santé, entrée en vigueur pour garantir un accès sans reste à charge aux soins optiques, dentaires et auditifs, constitue l'une des réformes les plus significatives de cette décennie, suscitant des évolutions considérables au sein du secteur de l'assurance santé.

Ce mémoire s'intéresse à l'évolution de la sinistralité en assurance santé, en analysant les effets de la réforme 100% Santé dans un contexte de modifications sociales et démographiques. Il étudie l'impact de ces évolutions sur les dépenses de santé et les profils de risque des populations assurées, en tenant compte des facteurs qui influencent la prise en charge et la consommation de soins. L'analyse se fonde sur des données issues de la base Open DAMIR et utilise des outils statistiques afin de modéliser les tendances de sinistralité.

Dans ce cadre, le mémoire s'appuie sur une analyse en deux volets : une étude des tendances macroéconomiques des dépenses de santé à partir de la base Open DAMIR, complétée par une analyse des modifications de comportement au niveau individuel. D'abord, le mémoire identifie des ruptures de tendance directement associées à la réforme à partir de modèles de rupture structurelle et de tests statistiques. L'isolement des effets liés à la pandémie de COVID-19 à partir d'une modélisation en série temporelle a été un préalable pour garantir la pertinence des résultats. Ensuite, un scoring est développé pour étudier les changements dans les coûts moyens des soins et identifier les populations dont les comportements de consommation ont été les plus impactés par la réforme. En croisant ces scores avec des données sur la fréquence de consommation des soins dans les postes concernés, il est possible de calculer un coefficient de contribution globale aux dépenses de santé, mettant en lumière les populations ayant une contribution significative à l'augmentation des dépenses de santé, tant en termes de coût moyen que de fréquence de consommation. Cette approche permet de mieux comprendre quelles populations contribuent de manière significative à l'augmentation des dépenses et comment leurs profils ont évolué face aux changements introduits par la réforme.

Mots clefs: Système de santé, 100% Santé, Comportements de consommation, Modélisation statistique, Scoring, Coût moyen, Fréquence

Abstract

The French healthcare system, a cornerstone of social protection, now faces major structural challenges. One of the most significant reforms of this decade, the "100% Santé" reform, aims to ensure full coverage for optical, dental, and auditory care, eliminating out-of-pocket expenses. This reform has brought considerable changes to the health insurance sector.

This study examines the evolution of claims in health insurance, focusing on the effects of the 100% Santé reform within a context of social and demographic changes. It analyzes the impact of these changes on healthcare spending and risk profiles among insured populations, accounting for factors influencing healthcare coverage and consumption. The analysis is based on data from the Open DAMIR database and uses statistical tools to model trends in claim rates.

The study is structured in two main parts : a macroeconomic analysis of healthcare spending trends using the Open DAMIR data, followed by an analysis of behavioral changes at the individual level. First, the study identifies trend shifts directly associated with the reform through structural break models and statistical tests. To ensure accurate results, effects related to the COVID-19 pandemic were isolated using time series modeling. Then, a scoring model was developed to examine changes in average care costs and identify populations whose consumption behaviors were most impacted by the reform. By combining these scores with data on the frequency of care utilization in the affected categories, the study calculates a global contribution coefficient to healthcare expenditures. This reveals which populations contribute significantly to healthcare spending increases in terms of both average cost and consumption frequency. This approach provides insight into the populations driving increased expenditures and how their profiles have adapted to changes introduced by the reform.

Keywords: Healthcare System, 100% Santé, Consumption Behaviors, Statistical Modeling, Scoring, Average Cost, Frequency

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Voahirana Ranaivozanany pour m'avoir donné l'opportunité d'intégrer FORSIDES, ainsi que pour ses conseils tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier mon tuteur académique, Guillaume Biessy, dont les remarques et l'accompagnement m'ont été d'une aide précieuse dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie sincèrement ma famille pour leur soutien constant et les nombreuses heures de relecture.

Enfin, je remercie les collaborateurs de FORSIDES ainsi que toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire, que ce soit par leur expertise, leurs conseils ou leur disponibilité tout au long de ce projet.

Table des matières

Introduction	1
1 Le système de santé français	3
1.1 La Sécurité Sociale et les assurances complémentaires	3
1.1.1 Les régimes obligatoires	3
1.1.2 L'Assurance Maladie Complémentaire	6
1.2 La structure des dépenses de santé en France	9
1.3 Les réformes et évolutions récentes en santé	13
1.3.1 Les évolutions réglementaires	13
1.3.1.1 La réforme 100% Santé	13
1.3.1.2 La portabilité des garanties	17
1.3.1.3 La Résiliation Infra-Annuelle	18
1.3.1.4 L'augmentation des tarifs : Revalorisation et inflation	18
1.3.2 Les évolutions démographiques et sociétales	20
1.3.2.1 Le vieillissement de la population	20
1.3.2.2 L'intensification de pathologies : Dépression et TMS	22
1.3.2.3 Les téléconsultations	24
1.3.2.4 Les déserts médicaux	25
2 La base Open DAMIR	29
2.1 Présentation générale de la base	29
2.1.1 Source des données	29
2.1.2 Structure des données	30
2.2 Traitement des données pour l'étude souhaitée	32
2.2.1 Retraitement initial	32
2.2.2 Qualité de la donnée (QLD)	33
2.3 Premières analyses	34
2.3.1 Analyse descriptive des données	35
2.3.1.1 Poste Audiologie	40
2.3.1.2 Poste Dentaire	42
2.3.1.3 Poste Optique	44
2.3.2 Analyse de corrélation	48
2.3.2.1 Poste Audiologie	49
2.3.2.2 Poste Dentaire	50
2.3.2.3 Poste Optique	52
3 Déformation et projections temporelles des effets de la réforme 100% Santé	53
3.1 Rappels sur les séries temporelles	54
3.1.1 Introduction aux séries temporelles	54
3.1.2 Concepts clés et méthodologies	54
3.2 Analyse des déformations en séries temporelles (élimination covid)	57

3.2.1	Modélisation et prédiction en série temporelle	57
3.2.2	Correction des données pour les impacts de la pandémie de COVID-19	63
3.3	Analyse de l'impact direct et indirect de la réforme sur la sinistralité	67
3.3.1	Tendance des dépenses de santé : globale et postes 100% Santé	67
3.3.2	Tendance des dépenses de santé : Autres postes et synthèse	72
4	Identification des populations exposées : analyse et scoring	75
4.1	Transformation des données et sélection des prestations de soins	75
4.1.1	Poste Audiologie	79
4.1.2	Poste Dentaire	80
4.1.3	Poste Optique	81
4.2	Méthodologie de scoring pour le suivi des populations les plus impactées	84
4.2.1	Rappels sur les Modèles Linéaires Généralisés (GLM)	84
4.2.2	Elaboration des scores	86
4.2.3	Construction du modèle pour la prestation 'Prothèse amovible RAC modéré' et réflexion sur les difficultés rencontrées	89
4.3	Résultats et interprétations des scores	98
4.3.1	Poste Audiologie	98
4.3.2	Poste Dentaire	101
4.3.3	Poste Optique	104
4.3.4	Étude de l'impact relatif de la réforme 100% Santé	107
	Conclusion	113
	Bibliographie	113
	A Annexe - Chapitre 2	117
	B Annexe - Chapitre 3	119
	C Annexe - Chapitre 4	129

Introduction

Le paysage du système de santé en France est marqué par une dynamique complexe, alimentée par des réformes réglementaires, des évolutions sociétales et des changements dans les pratiques médicales. Cette dynamique a des implications profondes sur la sinistralité, c'est-à-dire sur la fréquence et la gravité des sinistres assurés. L'évolution de la sinistralité en santé reflète non seulement les variations dans les coûts des soins, mais aussi les transformations structurelles du système de santé.

Le système de santé français repose sur un double mécanisme de couverture : la Sécurité Sociale, assurant la couverture de base, et les assurances complémentaires, qui complètent cette couverture en prenant en charge les frais non couverts par les régimes obligatoires. Ce modèle à 2 structures permet une couverture étendue, mais implique aussi une complexité dans la gestion des sinistres. L'interaction entre les régimes obligatoires et les assurances complémentaires crée un système où les évolutions dans un domaine peuvent impacter l'autre, rendant l'analyse de la sinistralité particulièrement complexe.

Depuis plusieurs années, le système de santé français a connu des réformes majeures, notamment la réforme 100% Santé, visant à améliorer l'accès aux soins en réduisant les restes à charge pour certains types de soins. Cette réforme a entraîné des modifications significatives dans la structure des dépenses de santé et, par conséquent, dans les modèles de sinistralité des assurances santé. Parallèlement, d'autres facteurs tels que l'augmentation des coûts médicaux, le vieillissement de la population, et les innovations telles que les téléconsultations, influencent également les motifs de sinistralité.

Dans ce cadre, ce mémoire se concentre sur l'analyse de ces évolutions à travers l'étude de la base Open DAMIR, une base de données essentielle pour l'analyse des sinistres en assurance santé. Cette base offre une vue d'ensemble détaillée des dépenses de santé et permet une exploration approfondie des tendances et des variations dans la sinistralité. À partir de cette base, ce mémoire examine comment la réforme du 100% Santé impacte les tendances de sinistralité, et comment ces tendances peuvent être projetées dans le futur.

Après avoir présenté le cadre général du système de santé français et les réformes récentes, ce mémoire examine l'impact de la réforme 100% Santé sur la sinistralité à travers l'analyse des séries temporelles. Cette approche permettra d'identifier les effets de la réforme en ajustant les données pour les perturbations exceptionnelles telles que la pandémie de COVID-19. Ensuite, un modèle de scoring est élaboré afin d'étudier les modifications des comportements individuels suite à cette réforme. Ce modèle attribuera un score représentant la charge relative de dépense supplémentaire associée à une population. Ce coefficient de coût relatif sera ensuite croisé avec une fréquence d'acte afin d'estimer l'impact global (coût et fréquence) propre à chaque population étudiée. Ceci permettant au mieux de gérer les risques et d'adapter les offres de santé, en prévoyant plus précisément les évolutions de la sinistralité et en optimisant les stratégies de couverture.

Chapitre 1

Le système de santé français

Le système de santé français est reconnu pour son efficacité et son accessibilité. Fondé sur des principes de solidarité, il offre à tous les citoyens une couverture médicale de qualité grâce à l'Assurance Maladie. Ce chapitre examine les éléments clés de ce système, son organisation, ses réformes récentes, et les défis à venir.

1.1 La Sécurité Sociale et les assurances complémentaires

1.1.1 Les régimes obligatoires

Les régimes obligatoires de la Sécurité Sociale sont des protections sociales requises et s'imposant à toutes les personnes vivant et travaillant en France. Ils permettent une couverture adaptée pour toute sorte de risque (maladie, invalidité, décès, ...). L'assuré est automatiquement rattaché à l'un des régimes en fonction de sa situation professionnelle.

Il existe 3 types de régimes obligatoires de la Sécurité Sociale en France :

- Le **régime général**, aussi appelé régime de base, s'adresse à tous les salariés et travailleurs indépendants qui ne sont pas soumis à un régime particulier.
- Le **régime agricole (MSA)** s'adresse à tous les exploitants agricoles et leurs salariés.
- Les **régimes spéciaux** fonctionnent sur la base d'une solidarité restreinte à une profession ou à une entreprise.

Le régime général

Le régime général est apparu en 1945 avec la création de la Sécurité Sociale. Depuis l'intégration du Régime des indépendants le 1er janvier 2018, le régime général regroupe les travailleurs salariés et non-salariés qui ne sont pas soumis à un régime particulier. Il couvre ainsi les risques et gère le recouvrement des cotisations pour près de 90% de la population française.

Le régime général est composé de 5 branches qui sont chargées de la gestion de risques spécifiques, considérés comme "risques sociaux" (un risque qui doit être pris en charge par la collectivité) :

- La **branche maladie** (maladie, maternité, invalidité, décès), gérée par l'Assurance Maladie (CNAM)
- La **branche famille** (dont handicap, logement, ...), gérée par les Allocations familiales (CNAF)
- La **branche accidents du travail et maladies professionnelles**, également gérée par l'Assurance Maladie
- La **branche retraite** (vieillesse et veuvage), gérée par l'Assurance Retraite (CNAV)
- La **branche autonomie**, gérée par la Caisse National de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA)

Cette subdivision est en vigueur depuis l'ordonnance "Jeanneney" du 21 août 1967. La branche autonomie

n'a cependant été introduite que récemment suite à la loi du 7 août 2020 relative à la dette sociale et à l'autonomie.

Le financement du régime général repose à environ 80% sur des cotisations et des contributions prélevées sur les salaires. [1]

Le régime agricole

La Mutualité Sociale Agricole (MSA) a été créée en 1930 pour les salariés et exploitants agricoles. Au 1er janvier 2023, elle compte plus de 5,1 millions de ressortissants (plus de 7% de la population française) et consitue le deuxième régime de protection sociale en France, après le régime de base. Parmi ces bénéficiaires, 1,8 millions sont ressortissants du régime des non-salariés. [2]

Les régimes spéciaux

La création des régimes spéciaux étant antérieure à celle de la Sécurité Sociale en 1945, ces derniers ont été maintenus par le décret du 8 juin 1946.

Parmi les régimes spéciaux liés à une profession on retrouve par exemple les Régimes des marins, des militaires et des cultes. De même, les salariés de certaines entreprises comme l'Opéra de Paris, la SNCF et la RATP possèdent leur propre régime. Ces régimes, qui étaient plus d'une centaine en 1945, ne sont plus qu'au nombre de 27 en 2021.

Même si ces régimes diffèrent historiquement par leur organisation et leur fonctionnement, on assiste depuis 1945 à un rapprochement vers le système du régime général (notamment en matière de retraite et d'assurance santé).

La couverture de l'Assurance Maladie

L'Assurance Maladie Obligatoire constitue donc une branche de la Sécurité Sociale permettant aux personnes travaillant ou résidant en France de manière régulière, de bénéficier d'une prise en charge des soins de santé. Au niveau local, ces remboursements sont gérés par les Caisses Primaires d'Assurance Maladie (CPAM).

La Sécurité Sociale ne rembourse cependant pas la totalité des frais médicaux engagés lorsque qu'un assuré déclenche une dépense de santé. La détermination du montant pris en charge fait intervenir différentes notions :

- Lors de l'exécution d'un acte de soins, le montant demandé par le professionnel de santé correspond aux **frais réels**.
 - La **Base de Remboursement de la Sécurité Sociale (BRSS, ou BR)** est un montant fixe sur lequel se base l'Assurance Maladie Obligatoire pour calculer les remboursements de frais de santé. La différence entre les frais réels et la BR, donc à la charge de l'assuré, est appelée **dépassement**.
 - Par la suite, un **taux de remboursement (TR)** est appliqué à la BR afin de déterminer la somme remboursée. Ce taux diffère selon la nature de l'acte.
 - La différence entre la base de remboursement et le montant effectivement remboursé est le **ticket modérateur**. Le ticket modérateur représente donc la partie de la base de remboursement qui reste à la charge de l'assuré.
 - En plus du ticket modérateur, une **majoration**, une **franchise médicale** ou une **participation forfaitaire** peuvent être retenues pour certains actes médicaux (dans la limite de 50€ par an pour la franchise et de 4€ par jour pour la participation).
-

Le tableau 1.1 indique les taux de remboursement pour les principaux actes et soins médicaux pris en charge par l'Assurance Maladie.

Acte médical	TR
Consultation généraliste	70%
Consultation spécialiste	60%
Auxiliaires médicaux	60%
Médicaments	30% / 65% / 100%
Optique	60%
Prothèse auditive	60%
Hospitalisation ≤ 30 jours	80%
Transports médicaux	55%

TABLE 1.1 – Principaux taux de remboursement du régime général - Source : AMELI

A titre d'exemple, le remboursement de l'AMO pour une consultation chez un médecin traitant généraliste de secteur 1 (pour un patient de plus de 18 ans) en 2024 est de :

$$70\% * 26,50 - 1 = 17,55$$

où :

- 70% constitue le taux de remboursement
- 26,50€ constitue la base de remboursement
- 1€ constitue la franchise médicale à la charge du patient

Le montant total restant après le remboursement de l'AMO constitue le **reste à charge (RAC)** de l'assuré.

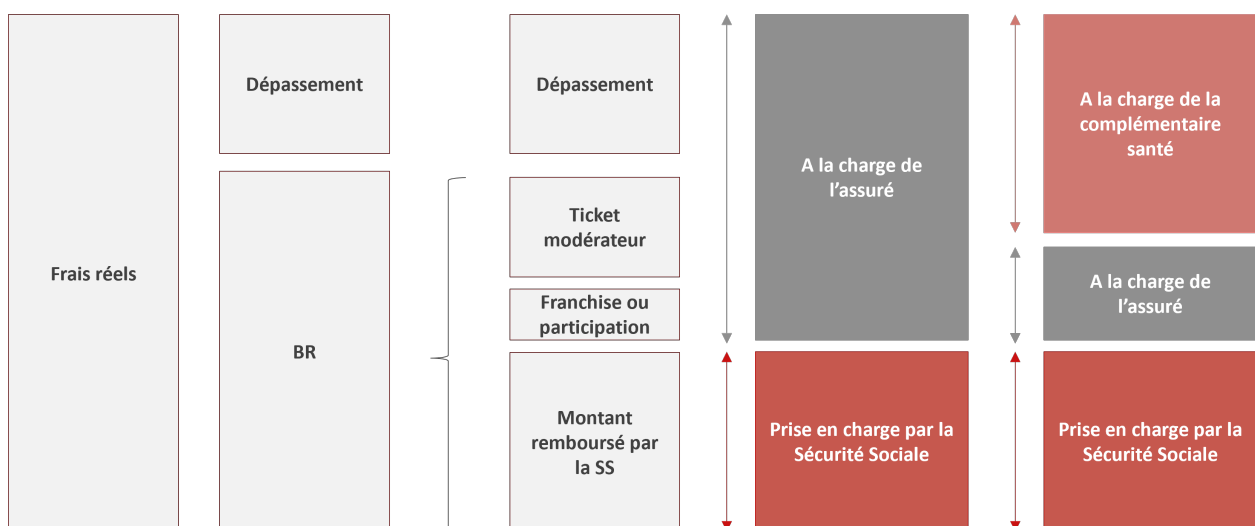


FIGURE 1.1 – Décomposition du remboursement d'une dépense de santé

C'est dans le but de diminuer ce reste à charge que les assurances santé complémentaires interviennent.

1.1.2 L'Assurance Maladie Complémentaire

Les régimes complémentaires

L'Assurance Maladie Complémentaire constitue l'un des régimes complémentaires existant en France. Les régimes complémentaires ont pour objectif de compléter les régimes obligatoires gérés par la Sécurité Sociale en fournissant une couverture supplémentaire. Certains sont obligatoires, comme l'Assurance Chômage ou les retraites complémentaires des salariés du secteur privé, tandis que d'autres comme les complémentaires santé ou la prévoyance (décès, invalidité, rentes éducation et conjoint, ...) sont facultatives.

La couverture maladie complémentaire

Une complémentaire santé permet de compléter le remboursement de l'Assurance maladie obligatoire. Elle va intervenir sur le reste à charge de l'assuré après l'intervention de la Sécurité Sociale. Le degré d'intervention d'une complémentaire santé sur les frais restants dépendra du contrat qui a été souscrit et des garanties qui le constituent.

Toute personne peut souscrire (de manière facultative) une complémentaire santé, que ce soit à titre **individuel** ou éventuellement au profit de son conjoint et/ou de ses ayants droit. D'autre part, une assurance complémentaire peut également être souscrite à titre **collectif**, en adhérant à un contrat de groupe par l'intermédiaire d'un employeur ou d'une association.

Depuis le 1er janvier 2016, la mise en application de l'Accord National Interprofessionnel (ANI) oblige tous les employeurs du secteur privé et les associations à fournir une complémentaire santé à leur salarié, financée à 50% par la société. L'adhésion y est obligatoire, sauf en cas de dispense d'affiliation.

Dans ce cadre, les contrats souscrits à titre individuel concernent essentiellement les étudiants, les retraités, les travailleurs indépendants, les fonctionnaires ou bien les salariés du secteur privé souhaitant bénéficier d'une **surcomplémentaire santé**.

Sur le marché assurantiel, 3 types d'organismes sont habilités à la pratique d'une activité de complémentaire santé : les mutuelles, les sociétés d'assurances et les institutions de prévoyance.

En 2021 la santé représentait 82% des cotisations des mutuelles, 48% de celles des institutions de prévoyances et seulement 6% de celles des entreprises d'assurances.

	Mutuelles	Institutions de prévoyance	Compagnies d'assurances
Nombre d'organismes	272	25	100
Parts de marché en santé (en % des cotisations collectées)	47%	17%	36%
Parts de l'activité santé dans le chiffre d'affaire global en 2021	82%	48%	6%
Législation de référence	Code de la mutualité	Code de la Sécurité Sociale	Code des assurances
Gouvernance	Assurés sociétaires	Gestion paritaire par les partenaires sociaux	Actionnariat
Nature de l'organisation	But non lucratif	But non lucratif	But lucratif

TABLE 1.2 – Descriptif des acteurs du marché des complémentaires santé, d'après [3]

Ces organismes habilités vont ainsi proposer des contrats de couverture santé dont les caractéristiques sont développées dans la suite de cette section.

La **prime** associée à un contrat complémentaire santé est liée au niveau de couverture choisi ainsi qu'à la situation personnelle de l'assuré. Elle dépend notamment de :

- ses revenus
- son âge
- son statut professionnel
- son lieu d'habitation

Un assuré souscrivant une complémentaire santé doit choisir un niveau de couverture en adéquation avec ses besoins. Généralement, les contrats complémentaires santé sont classés en 3 catégories : les contrats **entrée de gamme**, les contrats **milieu de gamme** et les contrats **haut de gamme** (entrée de gamme correspondant à une faible couverture santé et haut de gamme à une couverture optimale).

Les niveaux de garanties proposés par l'assurance complémentaire sont représentés par les **tableaux de garantie**. Un tableau de garantie décrit le remboursement associé à chaque prestation médicale. Ces prestations sont catégorisées en fonction de différents grands postes médicaux. Généralement, nous retrouvons les grands postes suivants dans un tableau de garantie :

- *Hospitalisation* : Frais de séjour, honoraires de chirurgien, etc...
- *Soins courants* : honoraires de médecins généralistes et spécialistes, honoraires paramédicaux, examen de laboratoire, pharmacie, matériel médical, etc...
- *Optique* : Verres, monture, lentille, chirurgie et implant oculaire, etc...
- *Dentaire* : Soins dentaires, prothèses dentaires, orthodontie, etc...
- *Aides auditives* : Appareils auditifs, entretien, piles, accessoires
- *Confort & Prévention* : Médecines douces, cures thermales, dépistage et vaccins, etc...
- *Avantages & Services supplémentaire* : Téléconsultation, protection juridique médicale, etc...

Au sein de ces postes, les remboursements peuvent être présentés sous différentes formes :

- Remboursement exprimé en pourcentage de la BR (exemple : 100% BR)
- Remboursement intégral (frais réels)
- Remboursement exprimé en montant forfaitaire (exemple : 150€)

Comme l'illustre la figure 1.1, les assurances complémentaires interviennent sur le dépassement et le ticket modérateur, mais ne sont pas autorisées à prendre en charge les majorations, les franchises médicales ou les participations forfaitaires, qui resteront toujours à la charge de l'assuré peut importe le contrat souscrit.

Il est également important de souligner que le remboursement global effectué par l'ensemble des organismes ne peut jamais dépasser les frais réels supportés par l'assuré. Ainsi, l'assuré ne peut pas tirer un profit financier de sa consommation de soins.

Les aides sociales pour l'accès à une complémentaire santé

Pour les personnes aux revenus modestes, le coût d'une couverture santé complète peut être un obstacle. C'est pourquoi l'État français a mis en place des dispositifs d'aide spécifiques, notamment la Couverture Maladie Universelle Complémentaire (CMU-C) et l'Aide au paiement d'une Complémentaire Santé (ACS), qui ont été remplacés par la Complémentaire santé solidaire (C2S) depuis le 1er novembre 2019.

La CMU-C était une aide gratuite permettant aux personnes ayant de faibles revenus de bénéficier d'une complémentaire santé sans avoir à en supporter les coûts. Elle couvrait la part des dépenses de santé non remboursées par l'Assurance Maladie, incluant les consultations médicales, les médicaments, les hospitalisations, et même certains soins dentaires et optiques. Parallèlement, l'ACS était une aide finan-

cière destinée à réduire le coût d'une complémentaire santé pour les personnes dont les ressources étaient légèrement supérieures au plafond de la CMU-C. Elle prenait la forme d'un chèque santé utilisable pour payer tout ou partie de la cotisation annuelle à une complémentaire santé.

Depuis le 1er novembre 2019, la CMU-C et l'ACS ont été remplacées par la **Complémentaire santé solidaire (C2S)**. Ce nouveau dispositif unifie les deux aides précédentes pour simplifier et élargir l'accès à une complémentaire santé.

En fonction des ressources du bénéficiaire, la C2S peut être gratuite ou à faible coût : elle est sans participation financière pour les foyers dont les ressources sont inférieures au plafond de l'ancienne CMU-C, et peut être accordée contre une participation financière de moins de 1 € par jour et par personne pour les foyers dont les ressources sont comprises entre ce plafond et celui de l'ancienne ACS.

1.2 La structure des dépenses de santé en France

Après avoir examiné le fonctionnement du remboursement des frais de santé, cette partie s'intéresse à la répartition des dépenses de santé en France à travers des statistiques générales sur la consommation de soins des Français.

La **Consommation de Soins et de Biens Médicaux (CSBM)** correspond à la valeur totale des biens et services de santé consommés et liés au traitement d'un trouble provisoire de l'état de santé (c'est à dire que les dépenses liées au handicap ou aux personnes âgées en institutions sont exclues). La CSBM est en grande partie financée par la Sécurité Sociale (à 79,6% en 2022). En 2022, la CSBM s'élevait à 235,8 milliards d'euros.

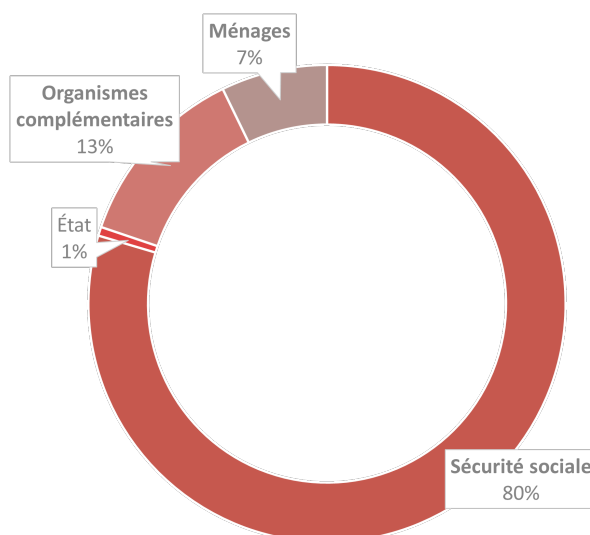


FIGURE 1.2 – Structure du financement de la CSBM en 2022, d'après [4]

La **Dépense Courante de Santé au sens international (DCSi)** correspond à la consommation finale (individuelle ou collective) de biens et services de santé consommée par tous les acteurs du système. Il peut s'agir de biens et services directement consommés (par les ménages) ou biens indirectement consommés par des institutions (la Sécurité Sociale, l'Etat et les collectivités locales ou les organismes de protection complémentaire). Cet agrégat permet une comparaison internationale des dépenses courantes de santé et est aujourd'hui piloté par l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), Eurostat et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

En 2022, la DCSi s'élevait à 313,6 milliards d'euros.

Si la DCSi augmentait en moyenne de 1,9% par an depuis 2014, son niveau a été fortement impacté par l'épidémie de Covid-19. En effet, cet agrégat recouvre principalement la consommation de soins et de biens médicaux mais prend également en compte les dépenses de prévention et des pouvoirs publics quant aux mesures exceptionnelles de soutien à destination des établissements de santé. La DCSi augmentait ainsi de +3,7% en 2020 et +9,9% en 2021. En 2022, cette accélération a été freinée par le ralentissement des dépenses de l'Etat dédiées à la crise sanitaire.

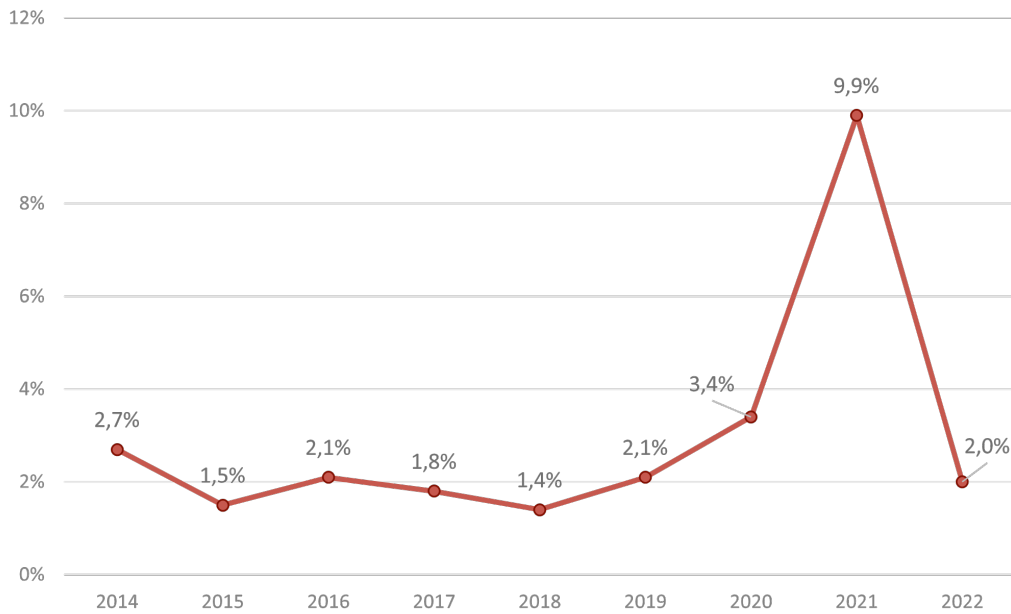


FIGURE 1.3 – Evolution de la DCSi de 2014 à 2022, d’après [4]

Au niveau international, la France se place derrière les Etats-Unis et l’Allemagne en terme de dépenses courantes de santé. Ces dernières représentaient 11,9% du PIB en 2022, contre 18,2% pour les Etats-Unis.

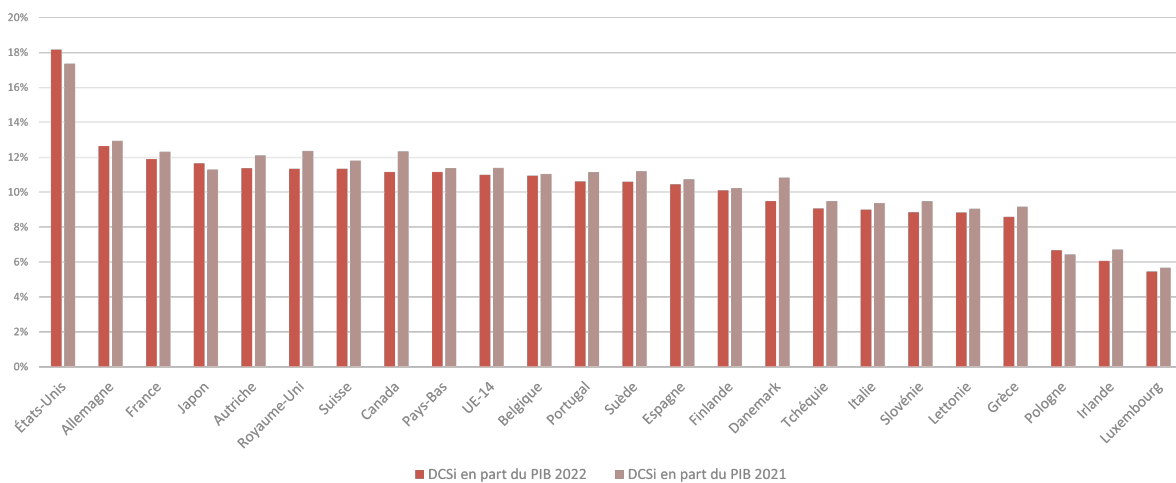


FIGURE 1.4 – Comparaison internationale de la DCSi : 2022 vs 2021, d’après [4]

La répartition des dépenses de santé

Cette section va examiner plus en détail la répartition des dépenses de santé en France.

En France, la répartition des dépenses de santé reflète la diversité des postes de soins qui composent le système de santé. Le secteur hospitalier domine ces dépenses, avec 38% des coûts consacrés aux hôpitaux du secteur public. Ces établissements jouent un rôle central dans la prise en charge des patients, notamment pour les soins intensifs, les urgences, et les interventions chirurgicales majeures. Les hôpitaux du secteur privé, quant à eux, représentent 11% des dépenses. Bien que leur part soit plus modeste, ils contribuent de

manière significative à la capacité globale de soins, offrant souvent des spécialités ou des soins de proximité. Les soins de ville, comprenant les consultations chez les médecins généralistes et spécialistes ainsi que les soins ambulatoires, absorbent 26% des dépenses. Cette part importante souligne l'importance des soins de première ligne dans le parcours de santé des Français. Les médicaments représentent 14% des dépenses, un poste essentiel qui inclut à la fois les médicaments prescrits et ceux délivrés en pharmacie. Les biens médicaux, incluant les dispositifs médicaux comme les prothèses, les lunettes, ou les équipements pour les personnes en situation de handicap, représentent 8% des dépenses. Enfin, les transports sanitaires, qui permettent de déplacer les patients vers les structures de soins ou entre ces structures, constituent 3% des dépenses. Ce service est crucial pour assurer l'accès aux soins, notamment pour les personnes ayant des difficultés à se déplacer par leurs propres moyens.

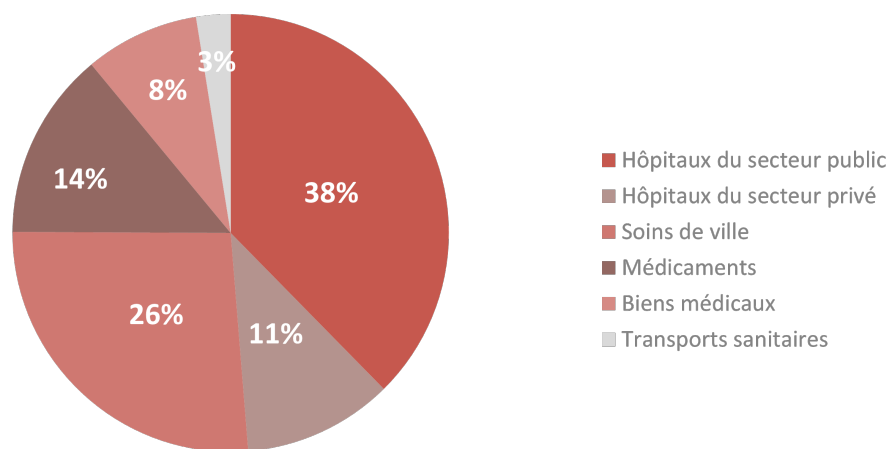


FIGURE 1.5 – Répartition des dépenses par poste de soins, en % de la CSBM [4]

Le reste à charge des ménages

Au fil des années, le reste à charge des ménages a légèrement diminué grâce à diverses réformes et à l'augmentation de la couverture des complémentaires santé. Cependant, certaines dépenses, notamment les dépassements d'honoraires et les soins non pris en charge, continuent de constituer une part non négligeable du reste à charge.

Ainsi, si le financement de la CSBM est en grande partie pris en charge par la Sécurité sociale et les organismes complémentaires (cf Figure 1.2), près de 7,2%, soit plus de 16 milliards d'euros, restaient encore à la charge des ménages en 2022.

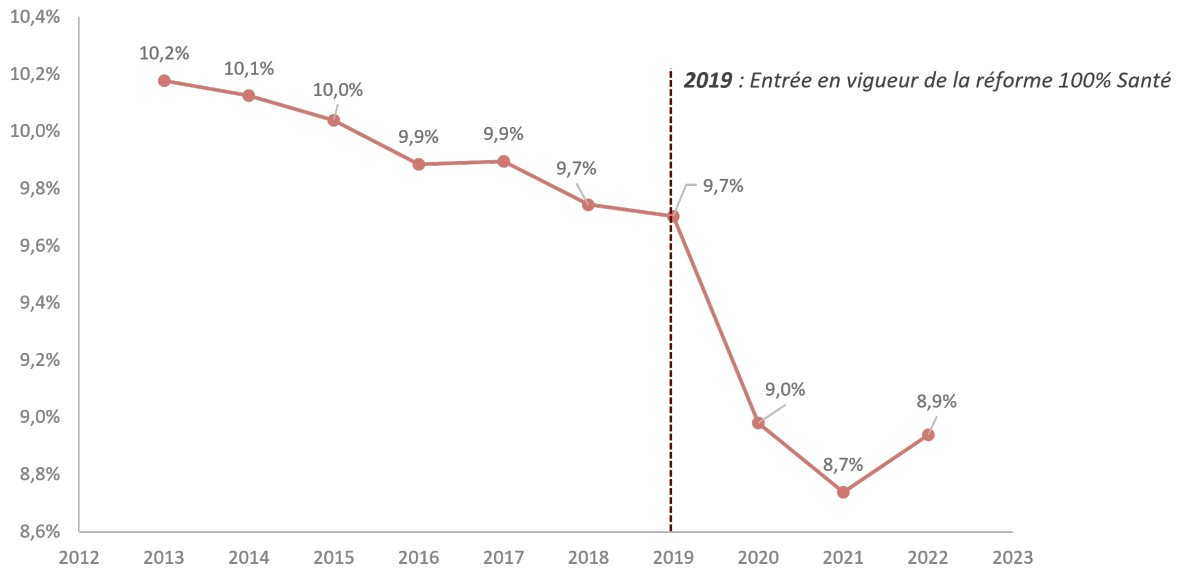


FIGURE 1.6 – Evolution du reste à charge des ménages, en % de la DCSi

En moyenne, ce reste à charge s'élève à 250,4€ par habitant.[4] Il est composé à presque 50% par le financement de médicaments en ambulatoire et de soins hospitaliers (cf figure 1.7).

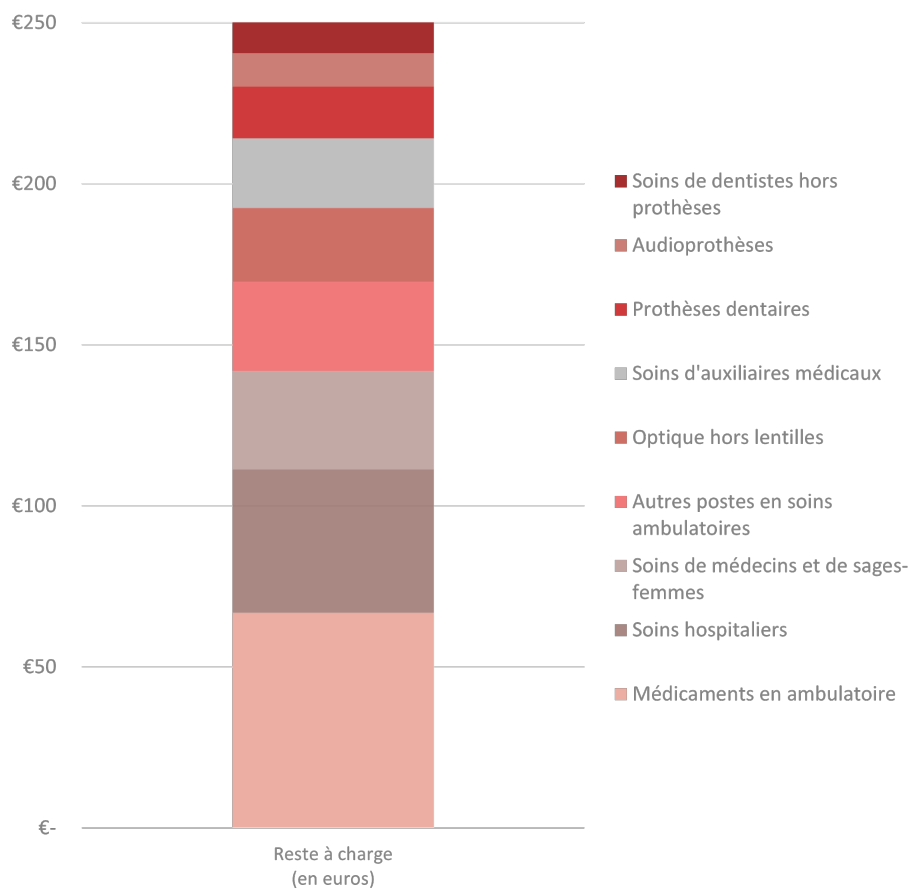


FIGURE 1.7 – Décomposition du reste à charge des ménages par poste de soins [5]

1.3 Les réformes et évolutions récentes en santé

Au cours des dernières décennies, le système de santé français a connu de profondes transformations, influencées à la fois par des réformes réglementaires et par des changements sociaux et démographiques majeurs. Ces évolutions, qui touchent tant la structure que le fonctionnement du système, reflètent les efforts continus pour répondre aux défis posés par une population vieillissante, l'augmentation des dépenses de santé, et les exigences croissantes en matière de qualité et d'accès aux soins. Cette section se propose d'examiner les dynamiques récentes, en se concentrant d'abord sur les réformes législatives et réglementaires, avant de s'intéresser aux évolutions sociales et démographiques.

1.3.1 Les évolutions réglementaires

Les réformes réglementaires sont essentielles pour adapter le système de santé français aux enjeux actuels. Elles visent à améliorer la gestion des ressources, à garantir l'accès aux soins et à renforcer la protection sociale. Cette sous-section explore les principales réformes récentes et leurs impacts sur le système de santé.

1.3.1.1 La réforme 100% Santé

La réforme 100% Santé était l'une des propositions centrales d'Emmanuel Macron lors de l'élection présidentielle française de 2017. Elle avait pour objectif d'améliorer l'accès à des soins de qualité et renforcer la prévention. Le calendrier gouvernemental prévoyait un lancement de la réforme en 2019 et une mise en place progressive sur les 3 années qui suivent.

Cette réforme vise à proposer un ensemble de prestations de soins identifiées (appelées "paniers") répondant aux besoins de santé nécessaires avec une garantie de qualité. Dans ce cadre, des paniers spécifiques ont été mis en place pour 3 postes de soins : l'audiologie, l'optique, et le dentaire. Ce service s'adresse à tous les français bénéficiant d'une complémentaire santé responsable (95% des français) ou de la Complémentaire Santé Solidaire (CSS).

Dans ce cadre, le reste à charge de tous les équipements composant le panier 100% Santé a subi une diminution progressive depuis 2019 et est maintenant et depuis le 1er janvier 2021, pris en charge en totalité par la Sécurité Sociale et les complémentaires santé.

En 2019, le gouvernement prévoyait une augmentation des dépenses de près d'1 milliard d'euros à l'horizon 2023 pour l'assurance maladie obligatoire et les assurances maladie complémentaires.

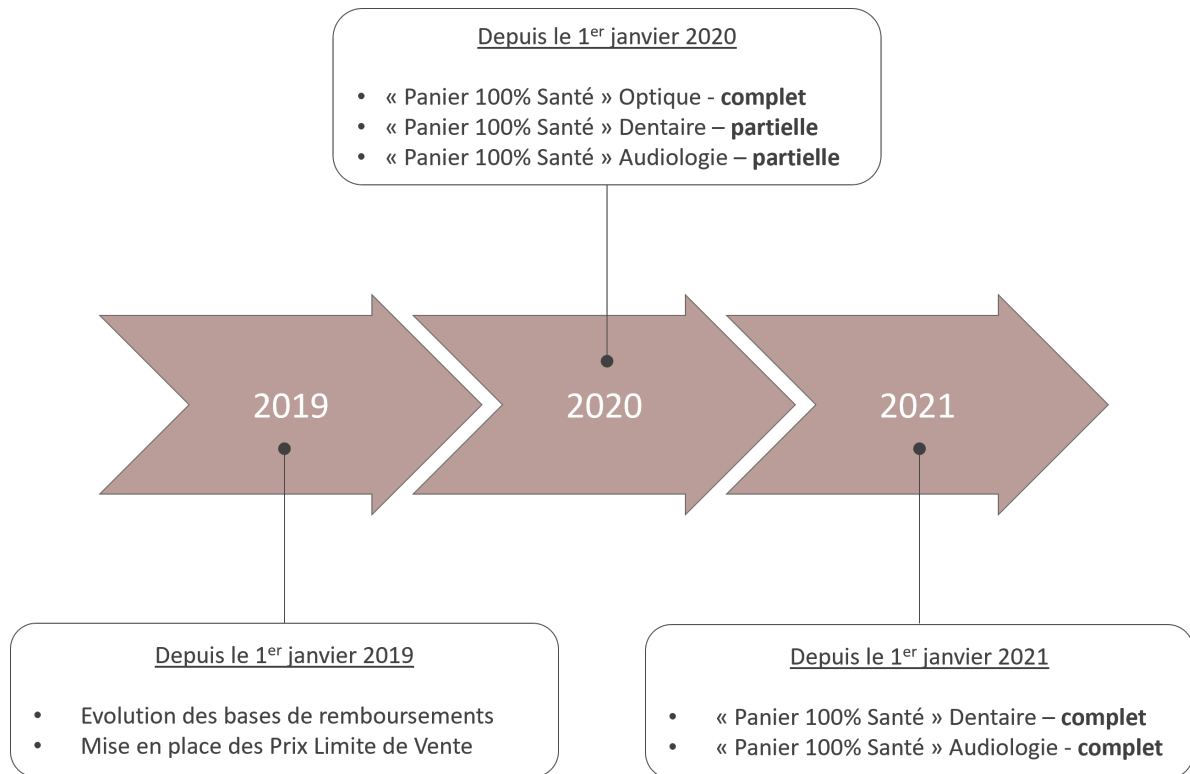


FIGURE 1.8 – Calendrier de la réforme 100% Santé

Le poste audiologie

Aujourd'hui, 1 personne sur 5 dans le monde vit avec la perte auditive. Dans son rapport mondial sur l'audition de 2020, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estimait que 2,5 milliards de personnes seront atteintes d'une déficience auditive d'ici 2050, soit 1 personne sur 4. En France, 7 millions de personnes sont concernées par la surdité ou la malentendance (chiffres 2022) [6]. L'augmentation des déficiences auditives dans les années à venir s'explique notamment par l'allongement de la durée de vie mais aussi par le renforcement des comportements à risques des jeunes, ainsi que par la pollution sonore.

Avant la mise en place de la réforme 100% Santé, les dépenses de santé des français pour le poste audiologie se caractérisaient par un coût élevé des appareils auditifs et un remboursement insuffisant par la Sécurité Sociale. Le prix moyen d'un appareil auditif s'élevait à environ 1500€ par oreille et une grande partie de ce coût restait à la charge des patients, même après remboursement par la Sécurité Sociale et les complémentaires santé.

En raison des coûts élevés et des faibles remboursements par le système d'assurance maladie, beaucoup de personnes, notamment des seniors, décidaient de ne pas s'équiper en appareil auditif, de choisir des appareils moins performants ou encore de renoncer à certaines fonctionnalités avancées. Selon le ministère de la santé, en 2014 près de 67% des malentendants n'étaient pas équipés d'appareil, contre seulement 10% et 17% pour les postes optique et dentaire respectivement.

Enfin, les dépenses élevées et les remboursements insuffisants créaient des inégalités d'accès aux soins auditifs. Les personnes à faible revenus étaient particulièrement désavantagées car avaient plus de difficulté à financer le reste à charge.

Depuis la réforme 100% Santé, les appareils auditifs sont regroupés en 2 catégories :

- La **classes I** regroupe les aides auditives **sans reste à charge** pour l'assuré.
- La **classe II** regroupe les aides auditives à **prix libre**, avec reste à charge pour l'assuré.

Les caractéristiques des prothèses auditives de classe I et de classe II sont décrites dans la suite de cette section.

Equipements classe I : PANIER 100% SANTE
Couverture intégrale par les contrats responsables
Prix plafonnés à 950€ pour les adultes de plus de 20 ans et à 1 400€ pour les enfants
Tous type d'aide auditive : contours d'oreilles classiques (BTE), contours à écouteurs déportés (RIC), intra-auriculaires (ITE).
12 canaux de réglages (ou un dispositif équivalent) pour assurer l'adéquation de la correction auditive et un système d'amplification des sons extérieurs d'au moins 30 dB
Au moins 3 options incluses parmi : un système anti-acouphène, la connectivité sans-fil (télécommande/Bluetooth), le réducteur de bruit du vent, la synchronisation binaurale, la directivité microphonique adaptative, une bande passante élargie, une fonction apprentissage de sonie, un système de anti-réverbération
4 ans de garantie, 30 jours d'essai avant achat
Base de remboursement : 400€ pour les adultes de plus de 20 ans, 1 400€ pour les enfants

TABLE 1.3 – Prothèses auditives concernées par le dispositif

Les tarifs des équipements de classe II sont libres. Il existe cependant un dispositif de contrôle de l'évolution des tarifs : il est imposé un Prix Limite de Vente (PLV) fixé à 2 495€ en cas d'évolution trop importante des tarifs.

De plus, la prise en charge totale (assurance maladie obligatoire et complémentaire) ne peut excéder 1700€ par oreille à appareiller.

Que ce soit pour les appareils de classe I ou de classe II, la base de remboursement de la Sécurité Sociale est identique et les prestations de suivi attachées à l'aide auditive sont comprises dans le prix d'achat de l'équipement.

Au moment de l'achat, l'audioprothésiste se doit de proposer a minima une offre 100% Santé (une aide auditive de classe I) pour chaque oreille.

Le poste dentaire

Selon une étude de 2018 effectuée par l'Ifop à l'occasion du congrès de l'Association Dentaire Française, près d'1 français sur 2 jugeait "difficile" l'accès aux soins dentaires et 45% d'entre eux affirmaient renoncer à des soins dentaires en raison du coût du traitement.

Dans ce cadre, le poste dentaire de la réforme 100% Santé garantit un reste à charge 0 pour un large choix de prothèses dentaires.

Depuis la réforme 100% Santé, les prothèses dentaires sont regroupées en 3 catégories :

- La catégorie I regroupe les prothèses dentaires sans reste à charge pour l'assuré, appelées **panier "100% Santé"**, et concerne 46% des actes prothétiques effectués en 2019.
- La catégorie II regroupe les prothèses dentaires avec un reste à charge modéré pour l'assuré, dépendant des conditions de remboursement prévues par son contrat d'assurance complémentaire. Cette catégorie est appelée **panier aux tarifs maîtrisés** et concerne 25% des actes prothétiques effectués en 2019.
- La catégorie III regroupe les autres prothèses dentaires, dont le reste à charge pour l'assuré est plus conséquent. Cette catégorie est appelée **panier aux tarifs libres** et concerne 29% des actes prothétiques effectués en 2019.

Les couronnes, bridges et prothèses amovibles concernées sont listés dans le tableau suivant :

Prothèses catégorie I : PANIER 100% SANTE
Couronnes céramiques monolithiques et céramo-métalliques sur les dents visibles (incisives, canines et 1ère prémolaire) ; Couronnes céramiques monolithiques zircons (incisives et canines) ; Couronnes métalliques (toute localisation)
Inlays-core et couronnes transitoires
Bridges céramo-métalliques (incisives et canines) ; Bridges full zircon et métalliques, toute localisation ; Prothèses amovibles à base résine

TABLE 1.4 – Prothèses dentaires concernées par le dispositif

Le panier tarifs maîtrisés limite également le reste à charge via le plafonnement des prix de certaines prothèses dentaires.

Depuis le 15 octobre 2023, un arrêté publié au *Journal officiel* abaisse la prise en charge des soins dentaires par la Sécurité Sociale de 70 à 60% de la base de remboursement. D'après une enquête effectuée par Toluna Harris Interactive pour Eurodentaire, près d'1 français sur 3 (29%) renonçait encore aux soins dentaires en novembre 2023, tandis que 9 français sur 10 estimaient que la réduction de prise en charge des ces soins aura un impact négatif sur l'accès aux soins dentaires en France.

Le poste optique

Dans son Rapport de l'*Observatoire des prix et de la prise en charge en optique médicale* de 2016, la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES) affirme que 70% des français portent des lunettes ou des lentilles après 20 ans. De même, 96% déclarent souffrir de troubles de la vision après 50 ans. Pourtant, en 2018, le taux de renoncement aux équipements optiques pour des raisons financières s'élevait à 10,1%.

Dans ce contexte, la réforme 100% Santé avait pour but de constituer un panier donnant accès à des équipements optiques de qualité et correspondant aux goûts et choix esthétiques de l'assuré avec un reste à charge nul.

Dans la continuité des postes précédents, la réforme catégorise les équipements optiques de la façon suivante :

- Les équipements de classe A constituent le **panier "100% Santé"**.
- Les équipements de classe B, pour lesquelles les prix sont libres.

Equipements classe A : PANIER 100% SANTE
Monture respectant les normes européennes, avec un prix < 30€ ; 2 coloris différents
Verres traitant l'ensemble des troubles visuels
Amincissement des verres en fonctions du trouble ; Durcissement des verres pour éviter les rayures ; Traitement anti-reflet

TABLE 1.5 – Equipements de correction concernés par le dispositif

Les tarifs des équipements de classe B sont libres. Pour ces équipements, la réforme introduit également une diminution des tarifs de remboursement de la SS et une diminution du plafond de prise en charge des montures par les assureurs complémentaires (passant de 150 à 100€).

Impacts observés de la réforme du 100% Santé au 1er janvier 2024

Suite à la mise en place du 100% Santé, plusieurs phénomènes ont été constatés :

- Réduction du reste à charge : La part de la CSBM financée par les ménages est passée de 7,6% à 7,2% entre 2019 et 2022. [5]
- Augmentation de la consommation sur le dentaire : La consommation de soins dentaires a augmenté de 22,5% en 2021, dont plus de 30% de hausse sur les prothèses dentaire du panier "100% Santé".
- Augmentation de la consommation sur l'audiologie : La consommation d'aides auditives a augmenté de 60% en 2021, en grande partie grâce à la progression des dépenses de consommation sur les appareils auditifs concernées par le 100% santé.
- Pas d'augmentation significative de la consommation pour l'optique : La hausse de la consommation d'optique est essentiellement portée par le panier « tarifs libres ». [7]

Après les fortes hausses observées en 2021, la consommation médicale sur les postes concernés par la réforme s'est stabilisée en 2022.

Récemment, le gouvernement a annoncé un élargissement du périmètre de cette réforme dès 2024. Dans ce cadre, de nouveaux postes seront concernés par le remboursement total, impliquant une intervention encore plus importante des organismes d'assurance complémentaire maladie dans le remboursement des frais de santé.

1.3.1.2 La portabilité des garanties

La portabilité des garanties de santé permet à un salarié de toujours bénéficier des garanties frais de santé et prévoyance de sa complémentaire santé d'entreprise, même après résiliation de son contrat de travail.

Le maintien des garanties est effectif jusqu'à 12 mois après la rupture du contrat et concerne non seulement le salarié mais également ses ayants droit (conjoint ou enfants).

Le principe de portabilité a été introduit en 2009 par la loi de "financement de la Sécurité Sociale pour 2009". Le dispositif en vigueur a été renforcé par l'Accord National Interprofessionnel (ANI) et est devenu une obligation légale pour toutes les entreprises à partir de 2014.

Du côté actuariel, le maintien des garanties à titre gratuit a impliqué une retarification des contrats de santé collectif. Ces derniers comprennent maintenant une prime additionnelle qui a pour but de prévenir les dépenses de santé effectuées par un assuré dans les mois qui suivent la rupture de son contrat de travail. Selon le mémoire de Le Ster ([8]), la majoration de prime liée à la portabilité des garanties est fortement corrélée aux secteurs présents en portefeuille. En effet, plus les secteurs considérés subissent un turn-over important, plus l'impact de la portabilité sur la rentabilité du portefeuille sera important.

1.3.1.3 La Résiliation Infra-Annuelle

En adéquation avec la loi n°2019-733 du 14 juillet 2019, la résiliation infra-annuelle (RIA) des contrats complémentaires santé donne aux assurés le droit de résilier, après un an de souscription, leur contrat de complémentaire santé, à tout moment, sans frais ni pénalité. La RIA est ouverte aux assurés depuis le 1er décembre 2020.

Auparavant, la résiliation n'était possible qu'une fois par an, à la date d'anniversaire du contrat.

Les modalités liées à ce nouveau droit de résiliation se rapprochent de celles déjà applicables à certains contrats, en assurance obligatoire automobile et habitation notamment. En effet, dans le cas où un assuré souhaiterait résilier son contrat pour un autre assureur, c'est le nouvel assureur qui devra prendre en charge les formalités de résiliation.

1.3.1.4 L'augmentation des tarifs : Revalorisation et inflation

La revalorisation des tarifs de consultation

Le prix d'une consultation généraliste dépend de 2 caractéristiques propres au praticien :

- s'il est conventionné ou non
- s'il appartient au secteur 1 ou au secteur 2

	Conventionné	Non conventionné
Secteur 1	Respect des tarifs fixés par la convention*	Tarifs libres
Secteur 2	Dépassements d'honoraires possibles	

FIGURE 1.9 – Tarifs des consultations de médecine générale et spécialiste

**Il est cependant possible qu'un médecin conventionné de secteur 1 facture des dépassements d'honoraires dans le cas où :*

- *Le patient est sujet à une exigence particulière (concernant le lieu ou l'horaire de la consultation par exemple)*
- *Le parcours de soins coordonné n'est pas respecté (c'est-à-dire si le patient consulte un médecin autre que son médecin traitant)*

Au 1er novembre 2023, le prix d'une consultation chez le médecin généraliste est fixé à 26,50€, et celui chez le médecin spécialiste à 31,50€. Ces tarifs ont cependant largement évolué au fil des années.

Pour l'analyse historique de ces derniers, il peut être intéressant de considérer les tarifs en euro constant par rapport à une année de référence, plutôt qu'en euro courant.

Euro courant vs Euro constant : L'euro courant est une valeur monétaire exprimée en termes de prix de l'année en cours. Les prix exprimés en euro constant correspondent, eux, à des valeurs monétaires ajustées pour l'inflation. Ils représentent les prix en termes de pouvoir d'achat constant, permettant une comparaison significative des valeurs économiques sur différentes périodes.

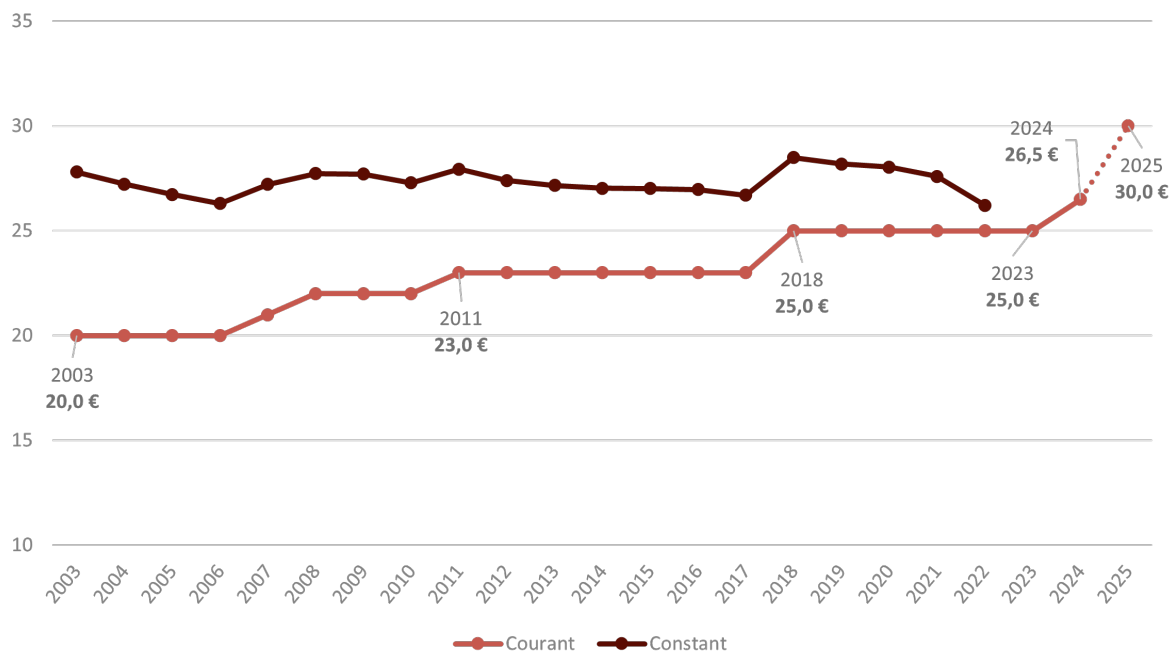


FIGURE 1.10 – Revalorisations historiques des tarifs de consultations généralistes

Cette augmentation des tarifs, bien qu'elle vise à aligner les rémunérations des praticiens sur l'évolution du coût de la vie et à encourager l'installation de nouveaux médecins, entraîne plusieurs effets sur le système de santé et la prise en charge par les assureurs.

Premièrement, la revalorisation des tarifs médicaux se traduit par **une augmentation directe des montants remboursés par l'Assurance Maladie et les assureurs complémentaires**. Par exemple, pour une consultation chez un généraliste secteur 1, remboursée à 70% par la Sécurité sociale, une augmentation de 1,50€ par consultation entraîne une hausse proportionnelle du remboursement. À l'échelle nationale, cela représente une augmentation significative des dépenses de santé. En 2023, ces revalorisations ont contribué à une augmentation de 2% des remboursements totaux de l'Assurance Maladie, qui ont atteint un montant global supérieur à 95 milliards d'euros pour les soins de ville, dont une large part est liée aux consultations médicales. Cette augmentation des remboursements a un effet domino, obligeant les assureurs à réévaluer les primes d'assurance pour compenser ces coûts supplémentaires.

Deuxièmement, bien que l'augmentation des tarifs puisse en théorie rendre les consultations moins accessibles financièrement pour certains patients, ce phénomène est atténué par le taux élevé de remboursement des consultations, tant par la Sécurité sociale que par les complémentaires santé. Néanmoins, une hausse des coûts peut **conduire certains patients à réduire la fréquence de leurs consultations**, notamment pour des motifs jugés non urgents, ce qui pourrait avoir des effets à long terme sur leur état de santé général. Toutefois, l'importance du suivi médical régulier pour la gestion des pathologies chroniques limite ce comportement, les patients continuant à consulter régulièrement malgré les hausses tarifaires.

Enfin, la revalorisation des tarifs des consultations conventionnées a un **impact indirect sur les dépassements d'honoraires** pratiqués par les médecins du secteur 2. Ces praticiens, qui fixent librement

leurs honoraires, peuvent utiliser l'augmentation des tarifs conventionnés comme un point de référence pour ajuster leurs propres prix. En 2022, les dépassements d'honoraires représentaient environ 25% des honoraires totaux des médecins spécialistes. Une hausse des tarifs conventionnés peut donc accentuer cette tendance, augmentant ainsi les montants que les assurances complémentaires doivent rembourser pour couvrir ces dépassements. Cette situation peut également influencer sur la sinistralité en augmentant les coûts pour les assureurs, qui répercutent ces coûts sur les assurés à travers des hausses de primes.

L'inflation médicale

Le terme d'inflation médicale renvoie à l'accroissement des coûts liés à l'entretien et au développement du système de santé. Il comprend tant les coûts directs relatifs aux traitements médicaux et aux procédures, que l'augmentation de leur disponibilité et de leur usage à travers le monde.

En France, cette inflation est alimentée par divers facteurs, notamment l'augmentation des coûts des technologies médicales, l'évolution des traitements, la hausse des salaires dans le secteur de la santé, ainsi que le vieillissement de la population qui génère une demande accrue de soins.

Tout d'abord, l'inflation médicale entraîne une augmentation directe des dépenses de santé. Les coûts des médicaments, des dispositifs médicaux, des actes chirurgicaux, et des consultations augmentent régulièrement, parfois à un rythme supérieur à l'inflation générale. Par exemple, les dépenses de santé en France ont augmenté en moyenne de 2,3% par an sur la dernière décennie, tandis que l'inflation générale était inférieure à 2%. Cette disparité signifie que les assurances santé doivent prendre en charge des frais de plus en plus élevés, ce qui accroît leur sinistralité. En conséquence, les primes d'assurance augmentent, afin de compenser ces coûts supplémentaires. En 2023, les primes des assurances santé ont augmenté en moyenne de 3%, en grande partie à cause de l'inflation médicale.

1.3.2 Les évolutions démographiques et sociétales

Les évolutions démographiques et sociales ont un impact significatif sur le système de santé français. Le vieillissement de la population, l'évolution des modes de vie et les changements dans les attentes des patients modifient en profondeur les besoins en matière de santé. Cette sous-section examine ces transformations et leurs implications pour l'organisation des soins.

1.3.2.1 Le vieillissement de la population

Le vieillissement de la population est un phénomène démographique majeur qui affecte de nombreux pays à travers le monde. Ce processus se caractérise par une augmentation de la proportion de personnes âgées au sein de la population totale. Selon l'Institut National d'Etudes Démographiques (INED), cette augmentation est généralement la *"conséquence d'une baisse de la mortalité et de l'allongement de la durée de vie moyenne, mais peut être due aussi à un déficit de jeunes (vieillesse par la base), à la suite d'une baisse de la natalité"*. Ce changement démographique a des implications significatives sur divers aspects de la société, y compris l'économie et les politiques sociales mais également la santé publique.

En France, le vieillissement de la population se traduit par l'augmentation de la part des personnes âgées d'au moins 65 ans dans la population totale. Depuis plusieurs décennies, la France connaît une augmentation constante de l'espérance de vie, couplée à une baisse de la natalité. Selon les données de l'INSEE, l'espérance de vie à la naissance était de 80,0 ans pour les hommes et de 85,7 ans pour les femmes en 2023. Parallèlement, le taux de natalité a diminué, passant de 2,8 enfants par femme en 1960 à environ

1,7 en 2023. Ces tendances combinées conduisent à une augmentation de la proportion de personnes âgées dans la population.

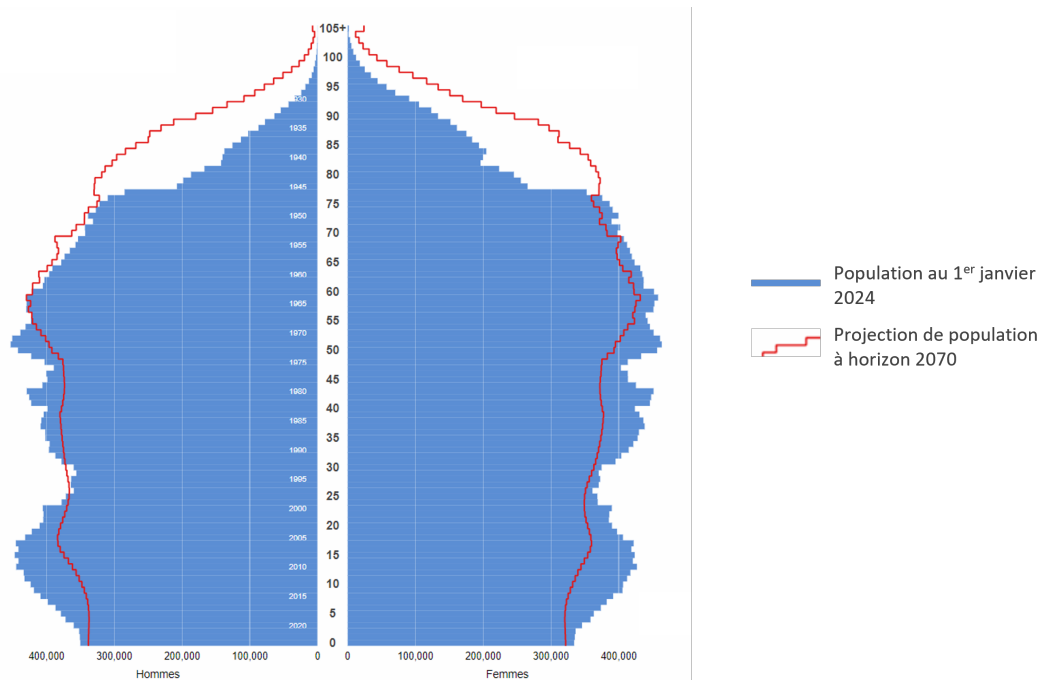


FIGURE 1.11 – Pyramide des âges au 1er janvier 2024 et projection à horizon 2070

Ces changements démographiques se répercutent et s'observent de manière macroéconomique sur la dépense générale de santé.

Le rapport 2024 d'évaluation des politiques de Sécurité Sociale (REPSS) [9] précise que les dépenses annuelles moyennes augmentent considérablement avec l'âge : elles passent de 600 € en moyenne pour les assurés de 2 à 16 ans à 4 599 € pour ceux de 85 ans et plus. Aux âges avancés, les différences sont marquées : les assurés de plus de 85 ans dépensent en moyenne deux fois plus que ceux âgés de 60 à 74 ans (2 268 €). Pour les soins de ville, les médicaments représentent le principal poste de dépense (suivi de près par les consultations et visites pour les moins de 16 ans). Cependant, chez les assurés de 85 ans et plus, ce sont les dépenses relatives aux auxiliaires médicaux qui constituent le premier poste de dépense (40 %), devant les médicaments (27 %), en raison d'un recours plus fréquent à ces professionnels.

Dans ce cadre, de 2011 à 2016, le vieillissement de la population a contribué à hauteur de 2,1 points à l'augmentation des Affections de Longue Durée (ALD), qui s'élevait à 3,8% annuel en moyenne.[10]

Le lien entre l'âge de la population assurée et l'augmentation des dépenses de santé peut être scindé en plusieurs effets :

Dans un premier temps, l'**effet biologique** joue un rôle crucial. Avec l'âge, les individus sont plus susceptibles de développer des maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète et les cancers. Ces conditions nécessitent des traitements fréquents, coûteux et prolongés, augmentant ainsi les dépenses de santé.

Dans un rapport de 2010, le Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie (HCAAM) précise que les tranches d'âge les plus avancées reçoivent une part de ressources d'assurance maladie plus que proportionnelle à leur effectif : les personnes de plus de 60 ans constituent un cinquième de la population, mais génèrent plus de 45% des dépenses de soins ; les personnes de plus de 75 ans représentent 8% de la population et près de 20% des dépenses de soins. [11]

Ensuite, l'**effet générationnel** souligne les différences dans les comportements et les attentes en matière de santé entre les différentes générations. Les générations plus âgées peuvent avoir des habitudes de consommation de soins de santé différentes par rapport aux plus jeunes. Par exemple, les personnes âgées peuvent préférer des consultations en personne avec des médecins, tandis que les jeunes générations sont plus ouvertes aux technologies de santé numériques et aux soins préventifs.

Enfin, l'**effet de la longévité accrue** est un facteur déterminant. Les individus vivent plus longtemps, ce qui augmente la période pendant laquelle ils peuvent nécessiter des soins de santé. La prolongation des périodes de soins coûteux, tels que les soins palliatifs et les soins de longue durée, a un impact significatif sur les dépenses de santé.

1.3.2.2 L'intensification de pathologies : Dépression et TMS

Parmi les changements démographiques et sociétaux, l'intensification de certaines pathologies, telles que la dépression et les troubles musculosquelettiques (TMS), a eu des répercussions notables sur le domaine de l'assurance santé.

La dépression

La dépression, ou trouble dépressif majeur, est une pathologie mentale caractérisée par une humeur dépressive persistante, une perte d'intérêt pour les activités habituelles, des troubles du sommeil, des variations de l'appétit, et des difficultés de concentration. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 25% de la population mondiale souffre de dépression ou d'anxiété chaque année. En 2021, Santé Publique France estimait qu'environ 12,5% de la population adulte était affectée par la dépression, avec une prévalence plus élevée chez les femmes (15,6%) comparée aux hommes (9,3%). [12]

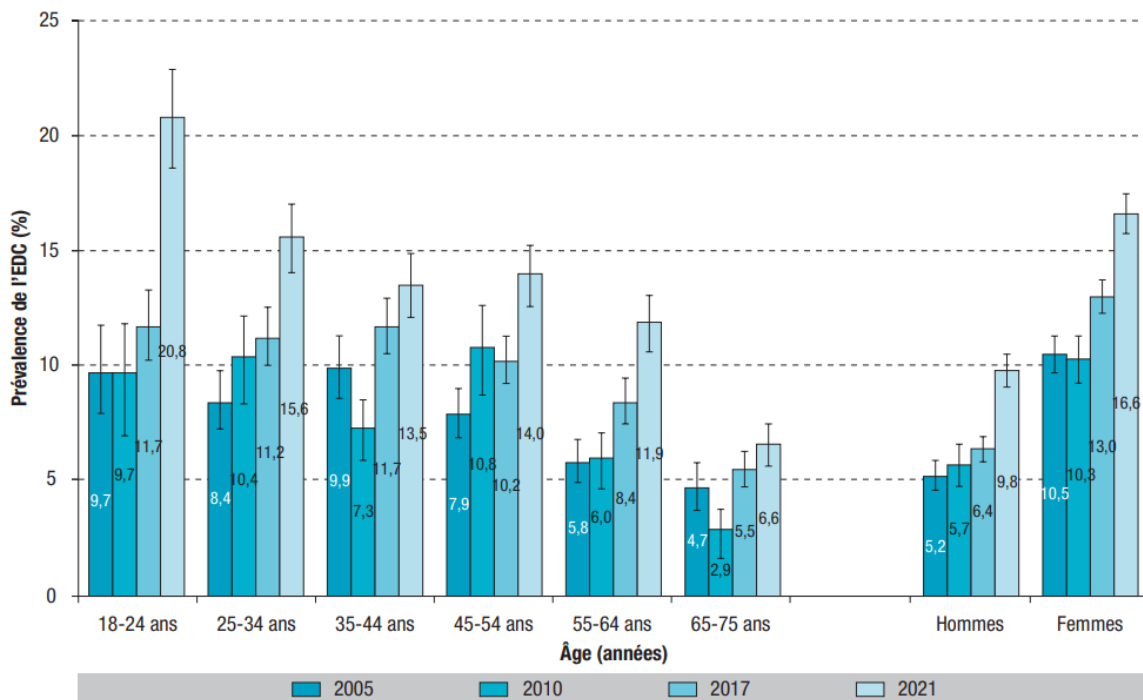


FIGURE 1.12 – Évolution de la prévalence de l'épisode dépressif caractérisé (EDC) déclaré au cours des 12 derniers mois, selon le sexe et la classe d'âge, chez les 18-75 ans, entre 2005 et 2021, France métropolitaine [12]

L'augmentation de la prévalence des épisodes dépressifs peut être attribuée à plusieurs facteurs, dont le stress croissant lié aux conditions de travail, les bouleversements sociaux, et les pressions économiques. De plus, la pandémie de COVID-19 a exacerbé les symptômes dépressifs, avec une augmentation de 15% des consultations pour troubles mentaux signalée entre 2019 et 2020. Selon une enquête de la DREES, entre janvier et avril 2021, le nombre de patients prenant des médicaments antidépresseurs, anxiolytiques et hypnotiques pour la première fois depuis un an était plus élevé de 15% à 26% pour ces trois classes de médicaments par rapport à l'attendu estimé en fonction des consommations des années précédentes. [13]

La dépression a un impact significatif sur la sinistralité en assurance santé, avec des coûts de prise en charge élevés. En 2023, les dépenses remboursées au titre de la souffrance psychique et des maladies psychiatriques était le premier poste de dépenses de l'Assurance Maladie, avec plus de 23 Mds € par an. [14]

Les dépenses liées aux troubles mentaux représentaient environ 5% des dépenses totales en soins de santé. Les arrêts de travail dus à la dépression sont également fréquents, avec une augmentation de 25% des jours d'arrêt pour maladie mentale entre 2015 et 2023. Les assureurs doivent donc ajuster leurs stratégies de gestion des risques en réponse à cette tendance.

Pour faire face à cette intensification, plusieurs mesures réglementaires ont été mises en place, telles que le renforcement de l'accès aux soins psychologiques. En 2022, le gouvernement a lancé le dispositif de « Psychologues en première ligne », permettant un remboursement partiel des consultations de psychologues, visant à améliorer l'accès aux soins et à réduire les coûts pour les assurés. Ces initiatives ont pour objectif de diminuer la charge financière des pathologies mentales sur le système de santé et les assurances.

Les Troubles Musculo-Squelettiques (TMS)

Les troubles musculosquelettiques (TMS) regroupent un ensemble de pathologies affectant les muscles, les tendons, et les articulations. Ils se manifestent par des douleurs et des dysfonctionnements qui peuvent affecter gravement la qualité de vie des personnes concernées. En France, les TMS sont la première cause de maladie professionnelle reconnue (environ 86% [15]), avec une prévalence plus élevée dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et du bâtiment. [16]

Les TMS sont généralement classés en différentes catégories selon la région corporelle touchée et le type de lésion (figure 1.13).

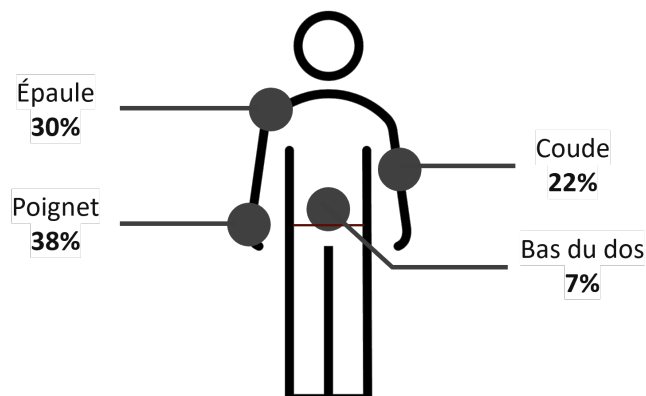


FIGURE 1.13 – Parties du corps les plus touchées par les TMS

La prévalence de l'ensemble des TMS étudiés (dos et membre supérieur) s'établit à 58% chez les femmes et à 51% chez les hommes. [15]

L'augmentation des TMS est largement liée aux évolutions dans les modes de travail, notamment la sédentarité accrue, les mauvaises postures, et le manque de pauses. Une enquête de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) a révélé une hausse de 20% des déclarations de TMS entre 2010 et 2020. De plus, le vieillissement de la population active contribue à cette tendance, les travailleurs plus âgés étant plus susceptibles de développer ces troubles.

Les TMS engendrent des coûts importants pour le système de santé et les assureurs, tant en termes de soins que d'indemnisation pour les arrêts de travail. En 2022, les dépenses liées aux TMS ont représenté environ 8% des coûts totaux en maladies professionnelles. De plus, les arrêts de travail dus aux TMS sont souvent longs, augmentant les coûts pour les assureurs. Une étude de l'INRS a estimé que les TMS sont responsables de 40% des arrêts de travail pour maladies professionnelles, avec une durée moyenne d'arrêt de 60 jours.

Face à cette problématique, des mesures réglementaires ont été introduites pour prévenir les TMS, notamment à travers le renforcement des normes de sécurité au travail et la promotion des ergonomies des postes de travail. Depuis 2016, le Plan National de Prévention des Troubles Musculo-squelettiques a mis en place des initiatives pour améliorer les conditions de travail et réduire l'incidence des TMS, avec un focus particulier sur l'éducation à la prévention et la modification des pratiques professionnelles. Ces mesures visent à réduire la sinistralité et les coûts associés aux TMS pour les assureurs.

1.3.2.3 Les téléconsultations

Les téléconsultations sont des consultations médicales réalisées à distance via des outils numériques, permettant aux patients d'accéder à des services de santé sans avoir à se déplacer physiquement, facilitant ainsi l'accès aux services médicaux, surtout pour les personnes vivant dans des zones rurales ou ayant des difficultés de mobilité.

Ce mode de consultation a connu une adoption croissante en France, particulièrement avec l'avènement de la pandémie de COVID-19. Avant 2020, les téléconsultations étaient encore relativement marginales, mais elles ont explosé pendant la crise sanitaire, passant de 40 000 TC facturées à l'AMO en février 2020 à 4,5 millions en avril 2020. [17]

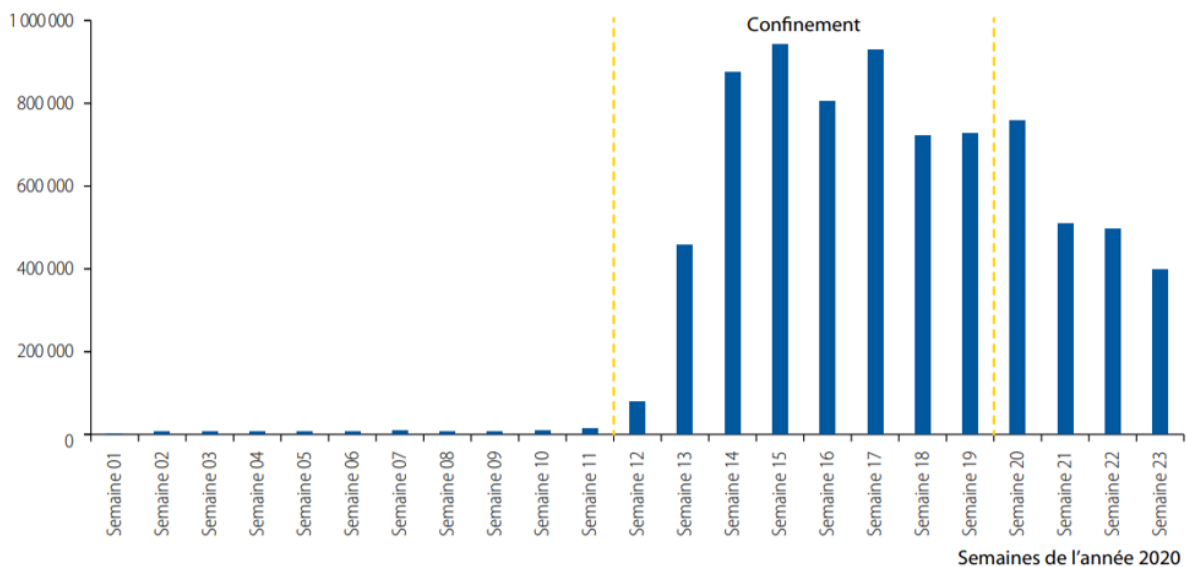


FIGURE 1.14 – Evolution du nombre de téléconsultation en 2020, d'après [18]

La dépression, qui nécessite souvent un suivi régulier et un accès rapide à des soins psychologiques ou psychiatriques, a particulièrement bénéficié de l'essor des téléconsultations. Selon l'Assurance Maladie,

30% des téléconsultations réalisées en 2021 concernaient des problèmes de santé mentale, avec la dépression en tête de liste.

L'adoption massive des téléconsultations a eu un impact direct sur la sinistralité en assurance santé. Les assureurs ont dû ajuster leurs pratiques pour intégrer le remboursement des consultations à distance. En 2021, les téléconsultations représentaient environ 5% des actes médicaux remboursés par l'Assurance Maladie, contre moins de 1% avant la pandémie. Cela a entraîné une redistribution des coûts, avec des économies réalisées sur certaines dépenses, comme les consultations physiques, mais aussi de nouveaux défis en termes de gestion des risques et de prévention des fraudes.

Plusieurs évolutions réglementaires ont encadré et soutenu le développement des téléconsultations en France :

- Remboursement des téléconsultations : Depuis septembre 2018, les téléconsultations sont intégrées au droit commun des consultations médicales, avec un remboursement à 70% par l'Assurance Maladie, aligné sur les consultations classiques. Cette mesure a été temporairement renforcée pendant la crise sanitaire, avec des remboursements portés à 100% pour encourager le recours à la téléconsultation.
- Extension des actes de téléconsultation : Le cadre réglementaire a été élargi pour permettre la téléconsultation dans divers domaines médicaux, y compris la médecine générale, la pédiatrie, et les consultations spécialisées. Cela a permis une adaptation rapide du système de santé à l'augmentation de la demande.
- Encadrement des pratiques : Des critères stricts ont été établis pour garantir la qualité des soins via la téléconsultation, notamment l'obligation de réaliser ces actes dans le cadre du parcours de soins coordonné, sauf exceptions (ex : urgence ou absence de médecin référent disponible).

Ces évolutions réglementaires ont permis de structurer le déploiement des téléconsultations en France, en assurant à la fois la qualité des soins et la prise en charge financière des patients. Toutefois, elles ont aussi entraîné de nouvelles dynamiques en termes de sinistralité, obligeant les assureurs à s'adapter rapidement à ces changements.

1.3.2.4 Les déserts médicaux

Les déserts médicaux désignent les zones géographiques où l'accès aux soins de santé est insuffisant en raison d'une densité médicale trop faible. Ces zones, souvent rurales mais aussi parfois en périphérie urbaine, sont caractérisées par un nombre réduit de professionnels de santé par habitant, ce qui entraîne des difficultés pour obtenir un rendez-vous médical, des temps d'attente prolongés, et parfois même l'absence de certains services médicaux de proximité, comme les consultations spécialisées.

En France, le phénomène des déserts médicaux s'est accentué ces dernières années. D'après un rapport sénatorial remis le 29 mars 2022, plus de 30% de la population française vit dans une zone sous-dotée en médecins généralistes en 2022, ce qui représente plus de 20 millions de personnes.

Ce chiffre marque une augmentation par rapport à 2010, où l'Atlas de démographie médicale dénombrait 141 médecins généralistes en moyenne pour 100 000 habitants, contre 121 au 1er janvier 2022.

Ces zones sont principalement situées dans des territoires ruraux comme l'Ain ou l'Eure, mais également dans certaines banlieues de grandes villes, où la concentration de médecins est faible par rapport à la demande.

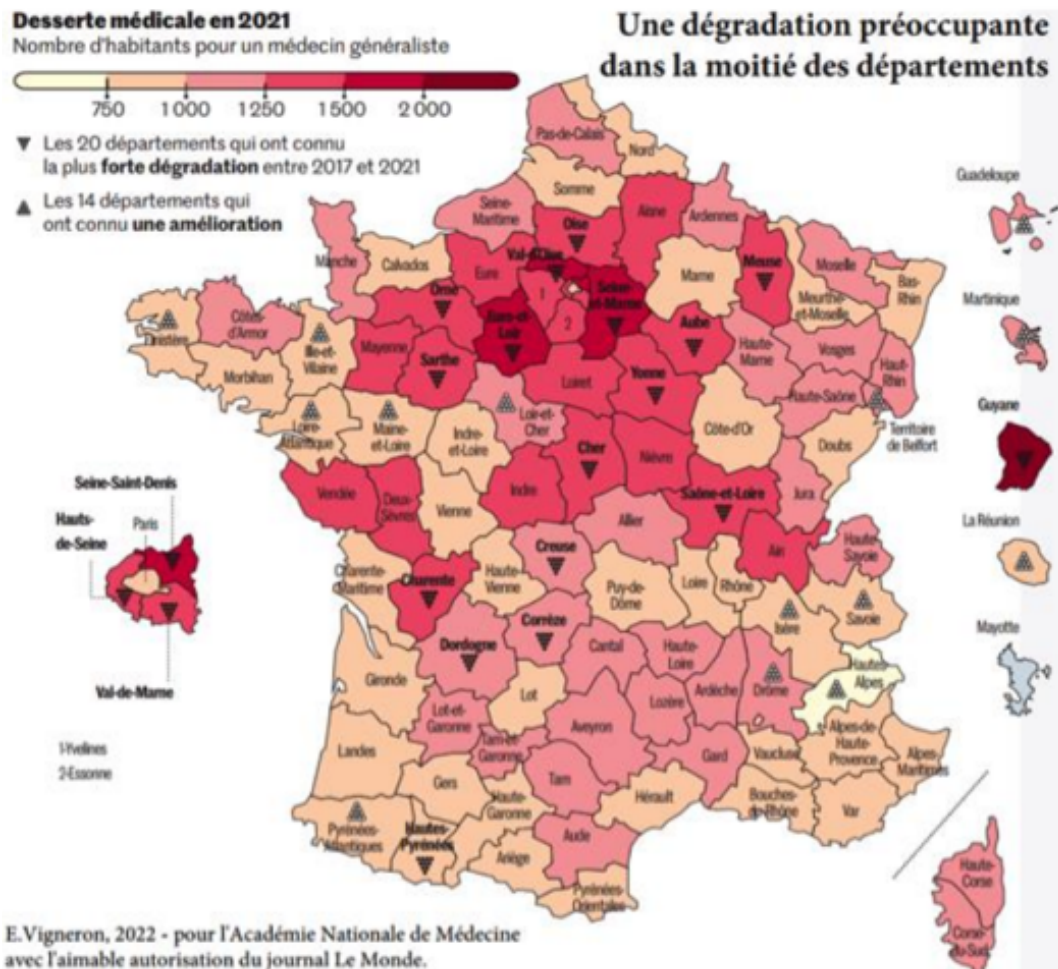


FIGURE 1.15 – Evolution des déserts médicaux en France entre 2017 et 2021, d'après [19]

Les habitants des déserts médicaux sont confrontés à plusieurs défis :

- Un accès limité aux soins primaires : Le manque de médecins généralistes rend difficile l'accès aux soins primaires, obligeant parfois les patients à parcourir de longues distances pour consulter un professionnel de santé.
- Des délais d'attente prolongés : Les délais pour obtenir un rendez-vous avec un médecin peuvent être significativement plus longs dans les déserts médicaux, ce qui peut retarder la prise en charge des maladies et compliquer la gestion des pathologies chroniques.
- Des inégalités territoriales : Les déserts médicaux accentuent les inégalités en matière de santé, où l'espérance de vie et la qualité des soins peuvent varier considérablement en fonction du lieu de résidence.

Les déserts médicaux ont un impact notable sur la sinistralité en assurance santé. Les populations vivant dans ces zones, en raison de l'accès difficile aux soins, peuvent voir leur état de santé se détériorer, ce qui entraîne des coûts plus élevés pour les assureurs lorsqu'une prise en charge est finalement nécessaire. Par ailleurs, l'absence de suivi régulier peut exacerber les pathologies, menant à une augmentation des dépenses liées aux hospitalisations d'urgence ou aux soins intensifs.

Face à cette problématique, plusieurs initiatives ont été mises en place pour réduire l'impact des déserts

médicaux :

- Incitations financières pour les médecins : Le gouvernement a mis en place des aides financières pour encourager les médecins à s'installer dans les zones sous-dotées. Ces mesures incluent des exonérations fiscales, des primes à l'installation, et des contrats d'engagement de service public (CESP) pour les jeunes médecins.
- Développement des maisons de santé pluridisciplinaires : Pour pallier le manque de médecins, des maisons de santé pluridisciplinaires ont été créées dans plusieurs régions. Ces structures regroupent différents professionnels de santé (médecins, infirmiers, kinésithérapeutes) et facilitent l'accès à des soins coordonnés pour les patients.
- Promotion des téléconsultations : Les téléconsultations ont été particulièrement encouragées dans les déserts médicaux pour compenser le manque de praticiens. En 2021, près de 18% des téléconsultations en France ont été réalisées dans des zones sous-dotées, permettant aux patients de consulter des médecins à distance et de recevoir un premier avis médical sans se déplacer. [20]
- Régulation de la démographie médicale : Des discussions sont en cours pour réguler l'installation des médecins en limitant le libre choix des lieux d'exercice, afin de mieux répartir les professionnels de santé sur le territoire. Cette mesure, bien que controversée, pourrait aider à atténuer les disparités territoriales.

Ainsi, la question des déserts médicaux reste un défi majeur pour le système de santé français. Bien que certaines mesures aient montré des résultats encourageants, la résolution de ce problème nécessitera des efforts concertés à long terme, incluant des réformes structurelles, l'innovation technologique, et une coordination renforcée entre les différents acteurs du secteur de la santé.

Chapitre 2

La base Open DAMIR

En France, l'open data connaît un essor significatif depuis le début des années 2010. Ce mouvement est soutenu par plusieurs initiatives gouvernementales, telles que la création du portail data.gouv.fr en 2011, qui centralise de nombreuses bases de données publiques.

Parmi les domaines où l'open data a un impact particulièrement important, on trouve le secteur de la santé. Les données de santé sont précieuses pour plusieurs raisons : elles permettent d'améliorer la recherche médicale, d'optimiser les politiques publiques de santé, et d'offrir des services innovants aux citoyens. En France, la loi pour une République numérique de 2016 a marqué un tournant en matière de données de santé, en facilitant leur accès et leur réutilisation.

2.1 Présentation générale de la base

Cette section a pour but de présenter la base de données publique "Open DAMIR", sur laquelle s'appuiera essentiellement ce mémoire pour étudier l'évolution des dépenses de santé des français.

2.1.1 Source des données

Le SNIIRAM

Le Système National d'Information Inter-Régimes d'Assurance Maladie (SNIIRAM) est un système de base de données créé en 1999 comprenant des données récupérées par l'Assurance Maladie. La gestion du SNIIRAM est assurée par la CNAMTS (Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés) pour le compte des régimes obligatoires.

Ces données sont pseudonymisées de sorte que l'identité des patients ne puisse être retrouvée que suite au croisement des données avec une seconde base, dont l'accès est restreint. La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) s'assure régulièrement de la confidentialité des données mises à disposition dans le SNIIRAM.

Les données contenues dans le SNIIRAM proviennent principalement de fichiers administratifs, de feuilles de soins et de factures de cliniques.

Le SNDS

Le Système National des Données de Santé (SNDS) a été créé en 2016 suite à la promulgation de la loi sur la modernisation du système de santé. Il regroupe des données du SNIIRAM auxquelles ont été rajoutées certaines composantes, comme des données relatives au handicap, aux remboursements des organismes complémentaires et aux causes médicales de décès.

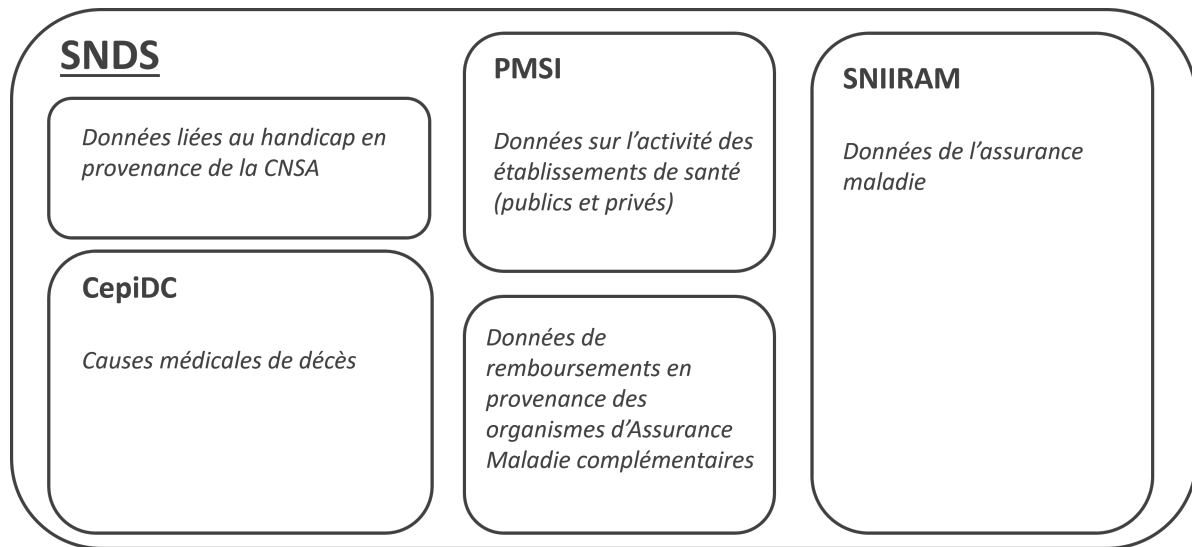


FIGURE 2.1 – Les bases composant le Système National des Données de Santé (SNDS)

La base Open DAMIR

La base Open DAMIR est une extraction du SNIIRAM mise à disposition du grand public depuis février 2015. Les données la constituant proviennent du Système National des Données de Santé (SNDS). Comme l'acronyme DAMIR (Dépenses d'Assurance Maladie Inter Régimes) l'indique, la base DAMIR présente les remboursements de soins effectués par l'ensemble des régimes d'assurance maladie sur une période s'étalant de 2009 à 2023.

2.1.2 Structure des données

La base Open DAMIR est découpée mensuellement. Les données de la base sont regroupées par mois de règlement comptable de l'acte médical dont il est question. Ces données sont mises à jour annuellement (les données de l'année N-1 sont publiées autour du mois d'avril de l'année N).

Une base annuelle contient 60 variables et entre 619 et 759 types d'acte (en fonction de l'année) pour environ 370 millions de lignes.

Les colonnes de la base DAMIR sont composées de variables qualitatives et quantitatives, caractérisant la dépense de santé d'une aggrégation d'individus regroupés selon des critères précis. Ces variables peuvent être observées sous plusieurs axes :

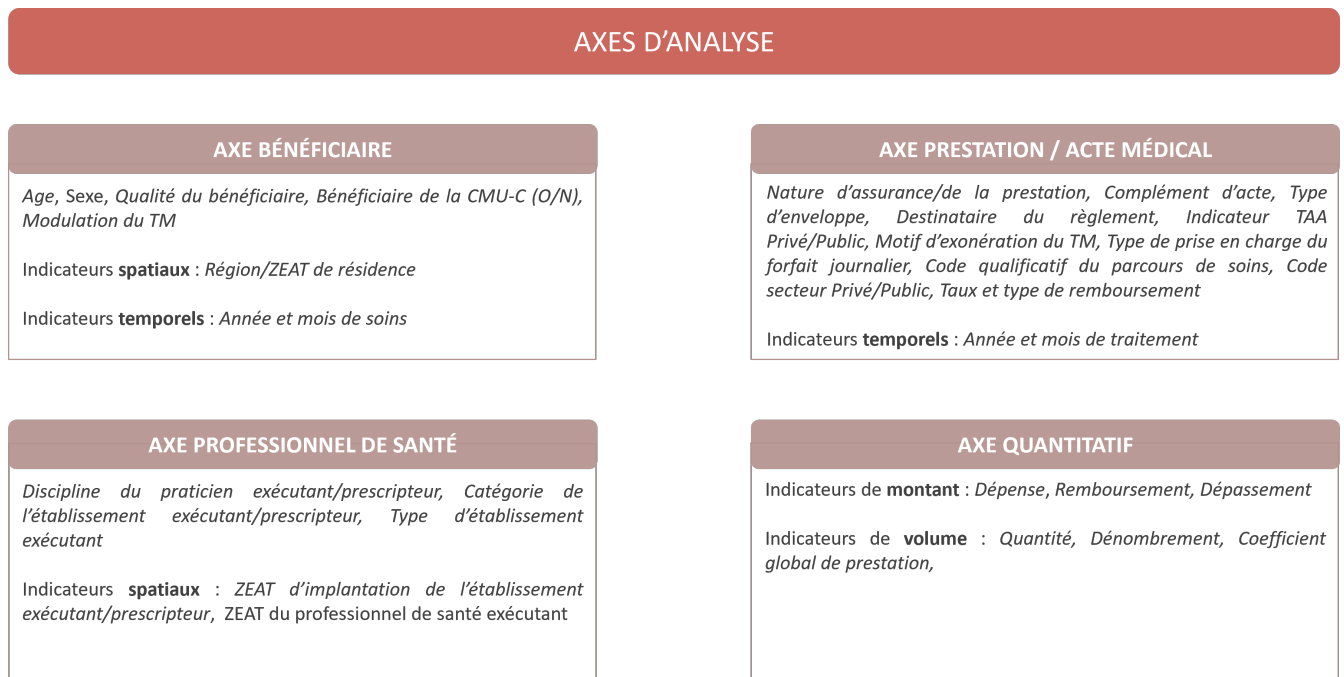


FIGURE 2.2 – Variables de la base DAMIR regroupées par axes d'analyse

La liste complète des variables de la base DAMIR est disponible en Annexe A.3.

2.2 Traitement des données pour l'étude souhaitée

2.2.1 Retraitement initial

Il a été nécessaire de retraiter la base afin que son contenu coïncide avec le périmètre de l'étude. Dans ce cadre, les retraitements suivants ont été effectués et ont permis de réduire la nombre de variables de 60 à 16.

Tout d'abord, puisque ce mémoire s'intéresse à la branche maladie de la Sécurité Sociale, les données sont filtrées en fonction de la nature de l'assurance (**ASU_NAT**) afin de ne conserver que les lignes relatives aux remboursements de cette branche. Après l'application de ce filtre, la variable "ASU_NAT" a pu être retirée de la base.

A noter que, parmi les 11 natures d'assurance répertoriées dans la base DAMIR (voir Annexe A.1), seulement 3 d'entre elles ont un poids supérieur à 0,5% en proportion des dépenses. Notamment, la valeur "Maladie" de la variable ASU_NAT représente près de 98% des dépenses de santé pour la période 2015-2023.

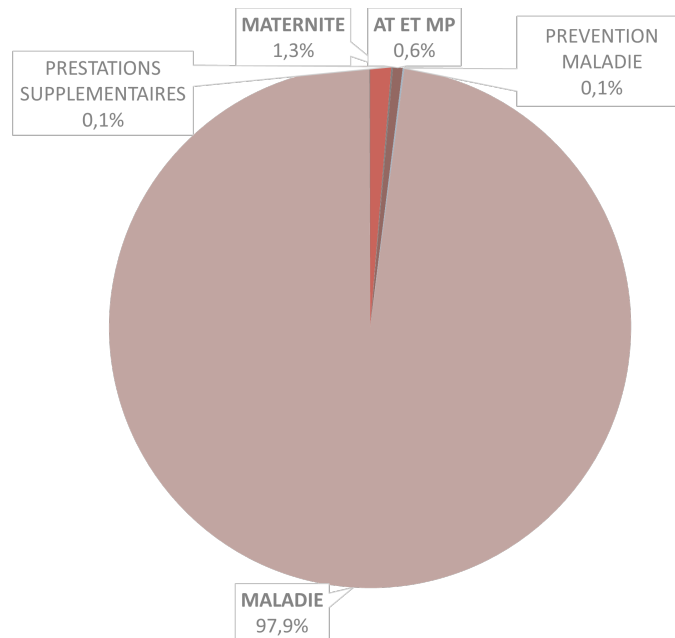


FIGURE 2.3 – Répartition des natures d'assurance présentes dans la base DAMIR, en proportion de la dépense de santé totale

Dans un second temps, le choix a été fait d'effectuer les analyses sur les années allant de 2015 à 2023. Bien que les données de la base DAMIR commencent en 2009, la restriction de l'horizon d'étude à 2015 est due au changement de maille géographique dans la base DAMIR. Jusqu'en 2014, les variables relatives à la localisation (du bénéficiaire, du professionnel de santé/de l'établissement exécutant/souscripteur) correspondaient aux 9 Zones d'études et d'aménagement du territoire (ZEAT). Depuis 2015, les valeurs de ces variables se partagent en fonction des 11 nouvelles régions (Voir Annexe A.2).

Pour ces mêmes raisons, les 5 variables relatives à une localisation en ZEAT ont été retirées.

Le retraitement initial de la base a également consisté en l'identification et la suppression des variables non pertinentes à l'étude. Dans ce cadre, la suppression concerne :

- les variables relatives aux personnels de santé et établissements exécutants, à l'exception de la région de localisation du PS exécutant (utilisée en section 4.1 du chapitre 4 pour la complétion de données manquantes)
- les variables relatives aux personnels de santé et établissements prescripteurs

- les indicateurs quantitatifs non préfiltrés
- certaines variables relatives à la prestation de santé

Le récapitulatif des variables supprimées et conservées peut être trouvé en Annexe A.3.

Le dernier retraitement concerne la décomposition temporelle des données. En effet, les données de la base DAMIR disponibles au téléchargement sont organisées par année de traitement comptable, c'est-à-dire en fonction du moment où le flux financier a été enregistré. Cependant, dans le cadre des analyses effectuées dans ce mémoire, il paraît plus pertinent de retraiter ces données en les regroupant selon l'année de soins, grâce à la variable SOI_ANN, qui indique l'année où l'acte médical a été effectué. Cette variable a ensuite pu être retirée.

2.2.2 Qualité de la donnée (QLD)

Cette sous-section se penche sur l'analyse de la Qualité de la Donnée (QLD) de la base DAMIR. Cette étape est essentielle pour s'assurer que les données, après leur retraitement initial, sont fiables et adaptées à l'étude. En vérifiant la complétude, la cohérence et la gestion des valeurs manquantes, il est possible de garantir que les analyses ultérieures reflètent correctement l'impact de la réforme 100% Santé sur les dépenses de santé. Une évaluation rigoureuse de la QLD est donc nécessaire pour obtenir des résultats précis et pertinents.

Premiers traitements de cohérence

Les retraitements suivants ont été effectués :

- Les lignes indiquant un taux de remboursement supérieur à 100% ($\text{PRS_REM_TAU} > 100$) ont été supprimées, car un tel pourcentage est a priori impossible selon la législation. En effet, le remboursement par la Sécurité sociale ne peut pas excéder 100% des frais engagés, afin d'éviter tout enrichissement injustifié des assurés. La règle est conçue pour garantir que les remboursements couvrent uniquement les coûts réels, sans permettre de bénéfices financiers pour l'assuré, ce qui serait contraire aux principes de l'assurance maladie.
- Les lignes présentant des montants ou quantités négatifs ont été supprimées, car elles sont probablement liées à des opérations de régularisation par la Sécurité sociale. Ces régularisations peuvent concerner plusieurs aspects :
 - un montant de dépense négatif ($\text{FLT_PAI_MNT} < 0$) pourrait indiquer un remboursement ou une correction d'une dépense initialement enregistrée de manière incorrecte ;
 - un montant remboursé négatif ($\text{FLT_REM_MNT} < 0$) pourrait refléter une récupération de sommes déjà versées, souvent suite à une révision des droits ou à une erreur administrative ;
 - un montant de dépassement ($\text{FLT_DEP_MNT} < 0$) en négatif pourrait signifier une correction d'un dépassement facturé à tort ;
 - des quantités d'actes ou nombre d'actes négatifs ($\text{FLT_ACT_QTE} < 0$ ou $\text{FLT_ACT_NBR} < 0$) pourraient signaler des annulations ou des ajustements d'actes médicaux précédemment comptabilisés.

Étant donné que ces valeurs négatives sont généralement associées à des ajustements comptables plutôt qu'à des dépenses ou des actes médicaux réels, elles ont été exclues de l'analyse pour éviter de biaiser les résultats et garantir une évaluation précise des données.

Traitement des données manquantes

Dans la base DAMIR, une donnée manquante ne signifie pas forcément une donnée non renseignée ou

"NA". Il peut également s'agir de données dont la modalité est "INCONNUE" ou "SANS OBJET". Parmi les variables qui ont été conservées suite au retraitement initial, seules 5 présentent une proportion significative de valeurs manquantes.

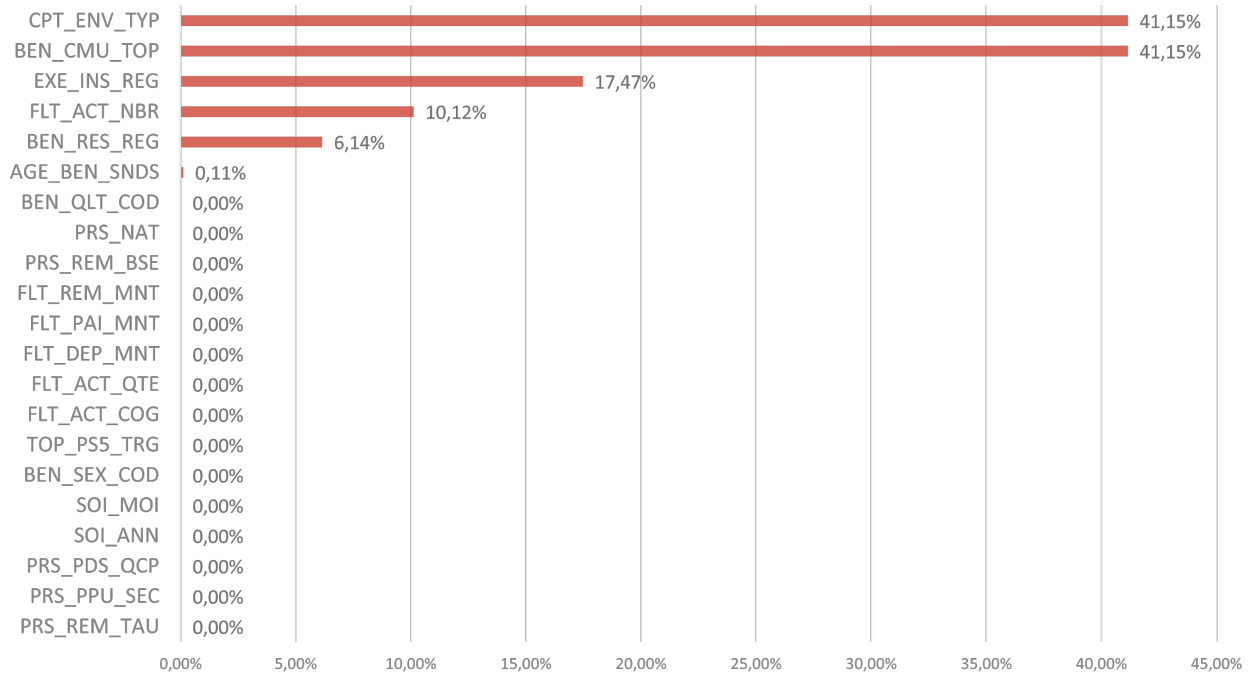


FIGURE 2.4 – Proportion de valeurs manquantes parmi les 20 variables conservées - Données 2023

Plusieurs options sont possibles pour le traitement de ces données manquantes :

- L'utilisation de **méthodes d'imputations** comme l'imputation par la moyenne, l'imputation par la médiane, la méthode LOCF (Last Observation Carried Forward), la méthode LOESS (Local regrESSion), la méthode K-NN (K-Nearest Neighbors) ou la méthode MissForest.
- La **suppression** des lignes associées. Il est important de rester vigilant en choisissant cette option car leur suppression entraînerait une perte d'information globale.
- La **conservation** de toute l'information.

Dans ce mémoire, il a été décidé de ne rien supprimer à cette étape. Des traitements supplémentaires pour compléter certaines de ces données vont cependant être effectués dans la suite de ce mémoire.

2.3 Premières analyses

La section 2.3.1 se concentre sur l'exploration et l'analyse descriptive des données contenues dans la base DAMIR.

Dans un premier temps, nous examinerons les bénéficiaires en analysant les distributions, les fréquences et les caractéristiques démographiques pertinentes. Ensuite, nous porterons notre attention sur les dépenses, en évaluant la répartition des montants, les tendances par catégorie, et les variations observées.

Ces analyses permettront de dégager des insights préliminaires et de mieux comprendre les relations entre les différentes variables. Ces observations serviront de base pour l'analyse de corrélation approfondie qui sera développée dans la section 2.3.2.

2.3.1 Analyse descriptive des données

Cette sous-section a pour but de fournir une vue d'ensemble des données en se concentrant sur deux aspects clés : les bénéficiaires et les dépenses.

Les bénéficiaires

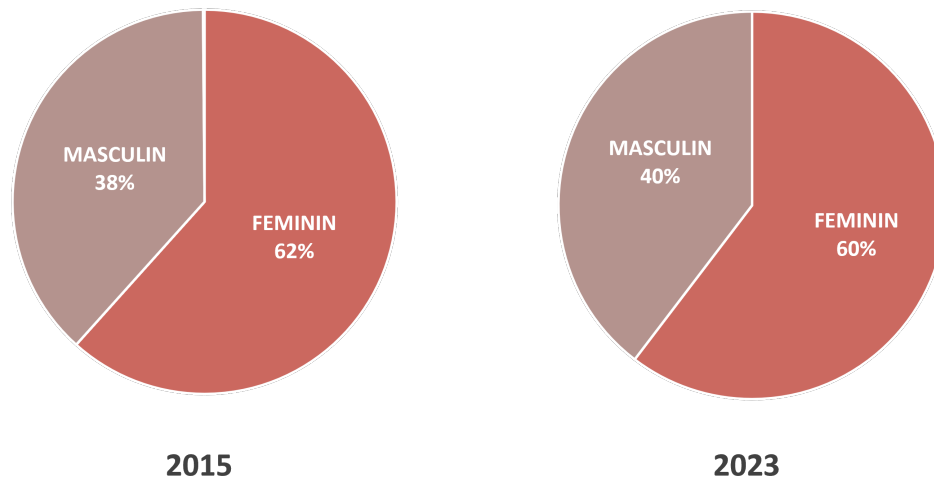


FIGURE 2.5 – Répartition des actes par sexe - 2015 vs 2023

Au global, les femmes représentent une majorité significative dans la base DAMIR. En 2015, elles représentaient 62% des bénéficiaires, contre 28% pour les hommes. En 2023, elles restent majoritaires mais leur proportion a diminué à 60%, pendant que celle des hommes s'établit à 40%.

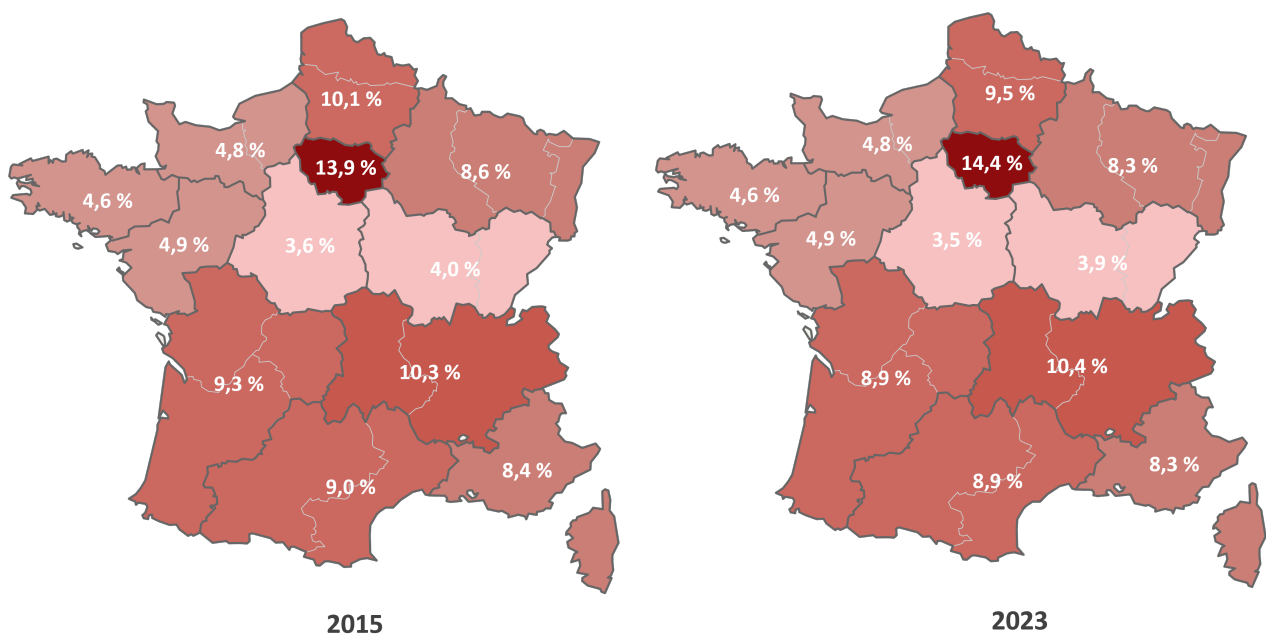


FIGURE 2.6 – Répartition des actes par région - 2015 vs 2023

L'Île-de-France apparaît comme la région avec le plus grand nombre d'actes, ce qui est cohérent avec sa forte densité démographique et la concentration de services médicaux spécialisés dans cette région. Auvergne-Rhône-Alpes et Hauts-de-France figurent également parmi les régions les plus actives, ce qui peut être attribué à leur population relativement importante et à leurs infrastructures médicales bien développées.

En revanche, des régions comme le Centre-Val de Loire, la Bourgogne-Franche-Comté et les Régions et Départements d'outre-mer affichent un nombre d'actes plus faible. Ces régions, qui sont soit moins peuplées, soit géographiquement plus éloignées, pourraient avoir un accès moins dense aux services médicaux ou une demande plus faible en soins.

Globalement, cette répartition reflète des disparités régionales en termes de nombre d'actes, influencées par des facteurs comme la densité de population, les infrastructures disponibles et peut-être aussi les besoins spécifiques des populations locales

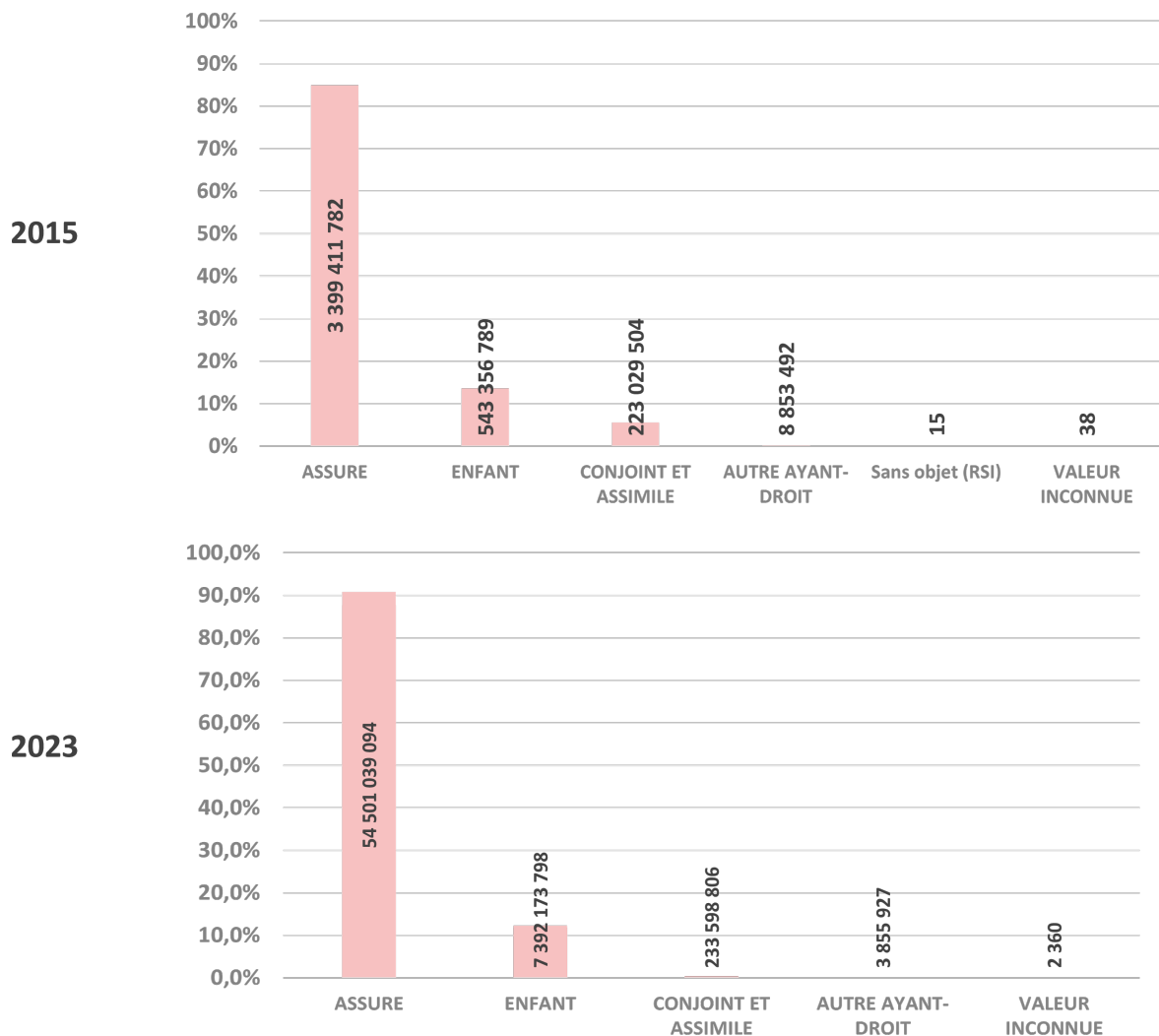


FIGURE 2.7 – Répartition des qualités de bénéficiaire - 2015 vs 2023

Les "Assurés" constituent la majorité écrasante des bénéficiaires dans les deux périodes étudiées, avec une proportion encore renforcée au fil du temps (jusqu'à 87,7% en 2023). La catégorie "Enfant" représente également une part importante des bénéficiaires, bien que sa proportion ait légèrement diminué (de 13 à 11,9%). Passant de 5,3% en 2015 à 0,4% en 2023, la catégorie "Conjoint et assimilé" qui voit une réduction drastique de sa part relative. Les catégories "Autre ayant-droit" et "Valeur inconnue" restent marginales (entre 0 et 0,4%), représentant une fraction infime des bénéficiaires. Leur quasi-disparition suggère une

classification plus précise des bénéficiaires et un affinement des données au fil du temps.

Les dépenses

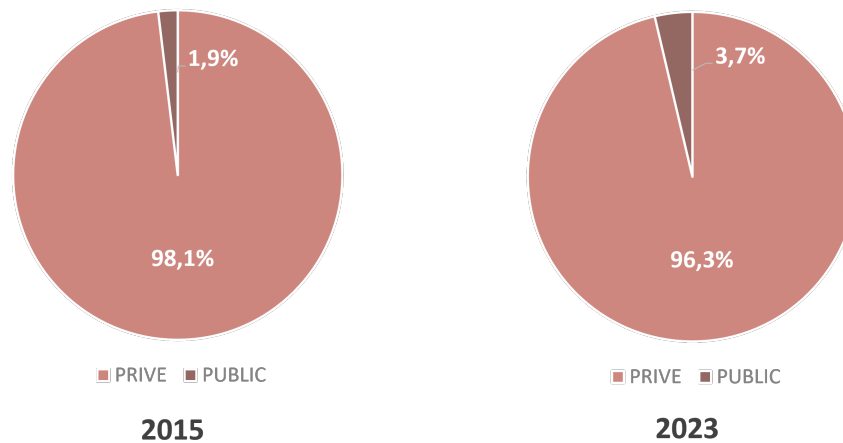


FIGURE 2.8 – Répartition des dépenses entre secteur public et privé

Dans la base DAMIR, le secteur privé représente la majorité des dépenses, avec 98% en moyenne. Ces dernières années, une légère augmentation de la part des dépenses attribuées au secteur public a cependant été observée..

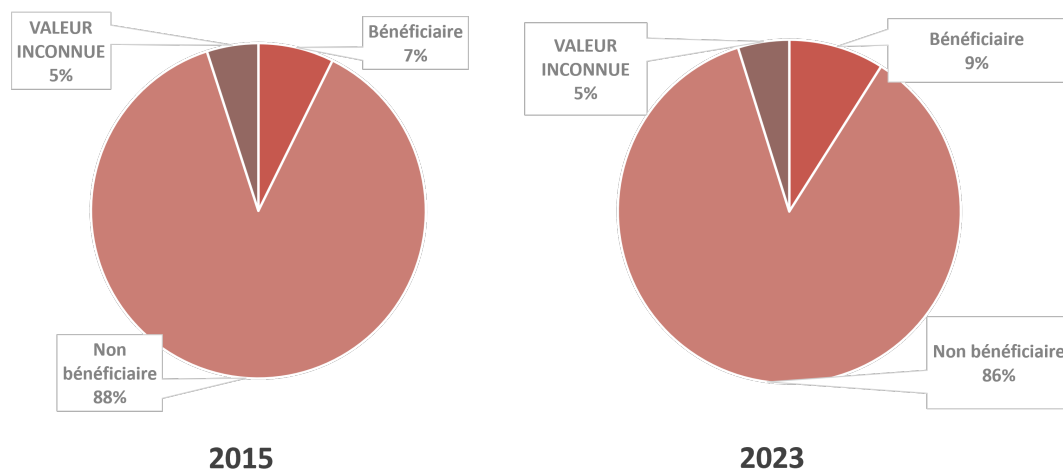


FIGURE 2.9 – Proportion de bénéficiaire de la CMU-C

De même, la base DAMIR regroupe principalement des individus ne bénéficiant pas de la CMU-C. Ces derniers constituent 86% des dépenses présentes dans la base DAMIR en 2023. La proportion de bénéficiaire/non-bénéficiaire est restée relativement stable entre 2015 et 2023.

Dans la suite, une analyse a été réalisée sur les 20 lignes de données présentant les montants les plus élevés, en tenant compte des caractéristiques associées telles que le sexe, l'âge et la région. Cette analyse a permis d'examiner les caractéristiques des lignes avec les dépenses les plus significatives, en prenant en considération non seulement les montants, mais aussi le nombre d'actes associés.

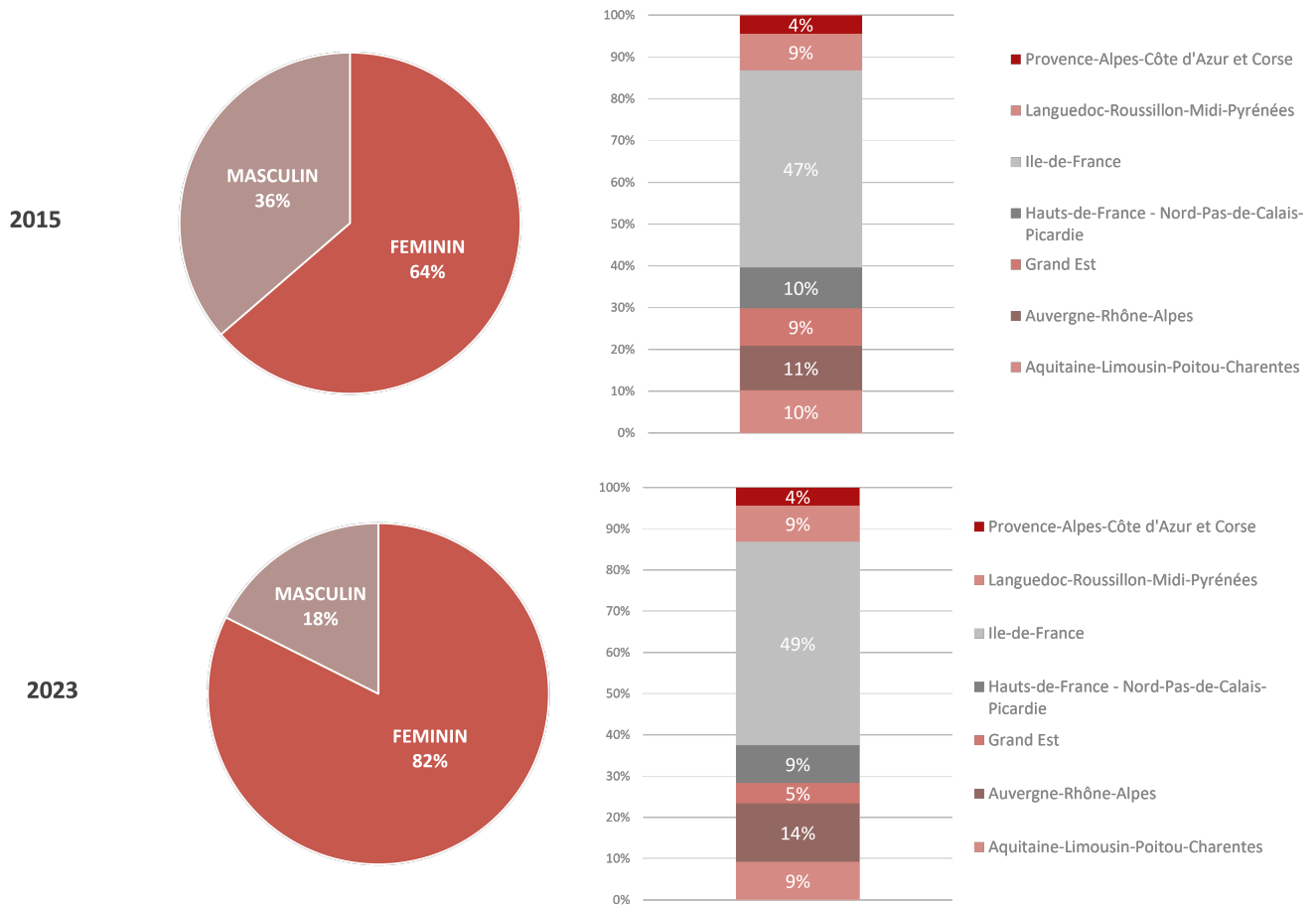


FIGURE 2.10 – Répartition des sexes et des régions pour les 20 plus gros montants de dépense - 2015 vs 2023

En 2015, les femmes représentaient 64% des dépenses totales, tandis qu'en 2023, leur part a significativement augmenté pour atteindre plus de 80%. Cette hausse indique un changement marqué dans la répartition des dépenses entre les sexes.

En ce qui concerne la répartition régionale, Île-de-France reste la région avec la plus grande part des dépenses, concentrant 47% en 2015 et 49% en 2023. Les régions Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes et Auvergne-Rhône-Alpes maintiennent des parts similaires autour de 10%, tandis que Grand Est et Hauts-de-France conservent des parts stables de 9% à 10%. Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées et Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse montrent des parts légèrement modifiées. Cette stabilité régionale, malgré l'évolution significative de la répartition par sexe, indique une constance dans les priorités régionales de dépenses.

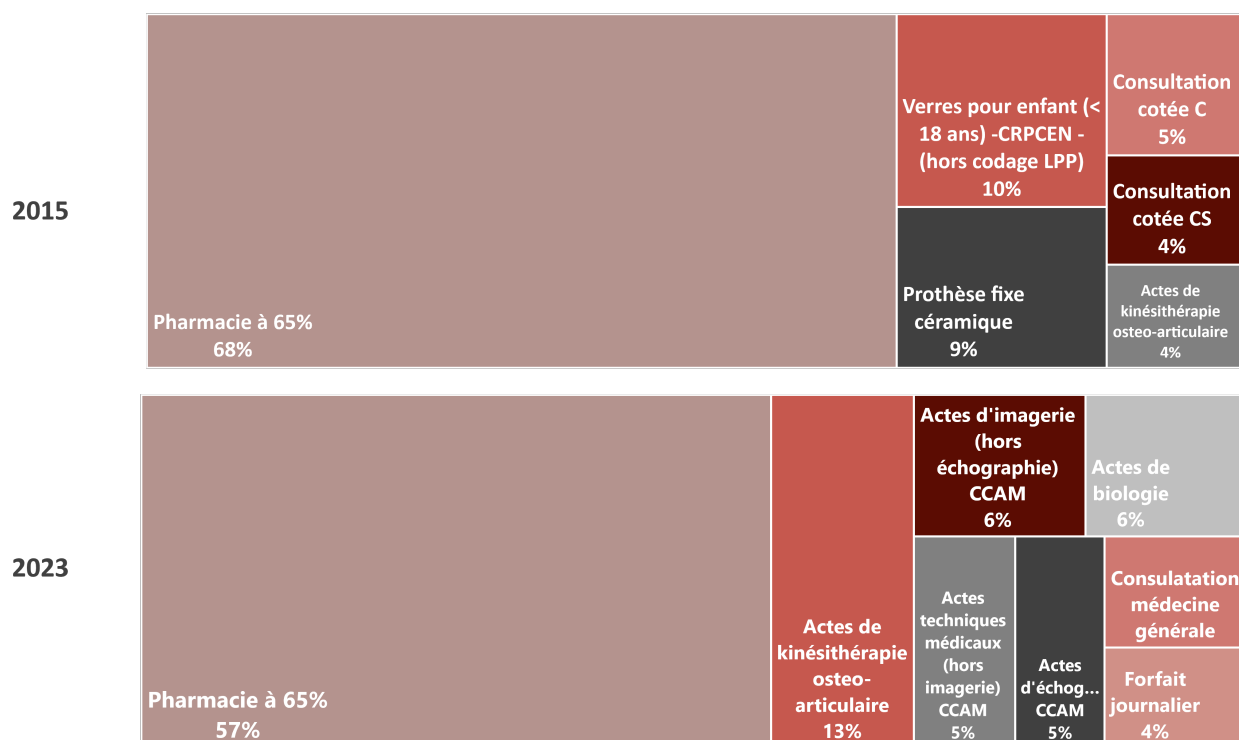


FIGURE 2.11 – Part des types d'actes médicaux dans les 20 plus gros montant de dépense

Les dépenses en pharmacie contribuent à plus de la moitié des 20 plus grosses dépenses de santé. Entre 2015 et 2023, on observe une réduction significative de la part de ces dépenses (68% à 57%) et un changement notable vers des prestations telles que les actes de kinésithérapie ostéo-articulaire (4% à 13%). Les consultations et actes médicaux se diversifient, avec une augmentation des actes d'échographie et des actes techniques médicaux en 2023, reflétant une évolution dans les types de soins et une possible hausse des soins techniques et spécialisés.

La suite de cette section se consacre à l'exploration et à l'analyse descriptive des dépenses de santé, segmentées par poste de soins impactés par la réforme du 100% Santé. En examinant les tendances spécifiques dans les domaines de l'audiologie, du dentaire et de l'optique, cette analyse vise à identifier les caractéristiques distinctives des populations dans chaque catégorie. Tous les résultats présentés sont calculés sur la période 2015-2023.

2.3.1.1 Poste Audiologie

Pour le poste audiologie, les modalités inconnues pour l'âge et le sexe représentent respectivement 4,7% et 0,9% des lignes de la base. Ces lignes ont été mises de côté pour l'analyse qui suit.

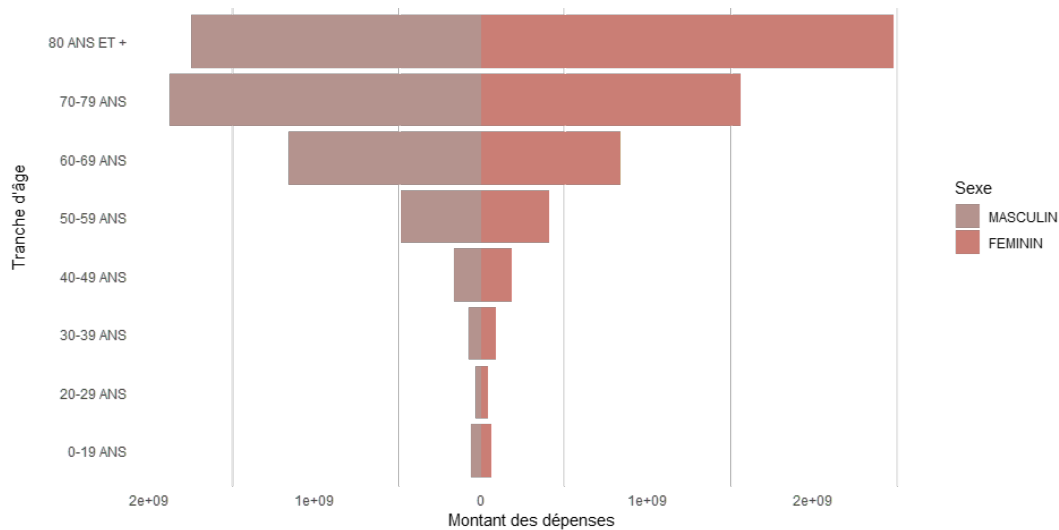


FIGURE 2.12 – Distribution des dépenses par âges et par sexes pour le poste audiologie

La majorité des bénéficiaires des soins audiologiques sont âgés de 70 ans et plus, avec une concentration particulièrement élevée dans la tranche des 80 ans et plus (1 248 636 bénéficiaires), suivie par celle des 70-79 ans (1 035 913 bénéficiaires). Ces chiffres suggèrent que les besoins en soins audiologiques augmentent considérablement avec l'âge, en particulier à partir de 60 ans.

Dans les tranches d'âge plus jeunes (jusqu'à 59 ans), la répartition entre hommes et femmes est relativement équilibrée. Toutefois, à partir de 60 ans, une légère prédominance des hommes est observée, particulièrement dans la tranche des 60-69 ans (54,2 % hommes). Dans la tranche des 80 ans et plus, la tendance s'inverse avec une majorité de femmes (58,1 %). Cela pourrait refléter la longévité plus élevée des femmes et/ou des besoins audiologiques plus marqués dans cette population.

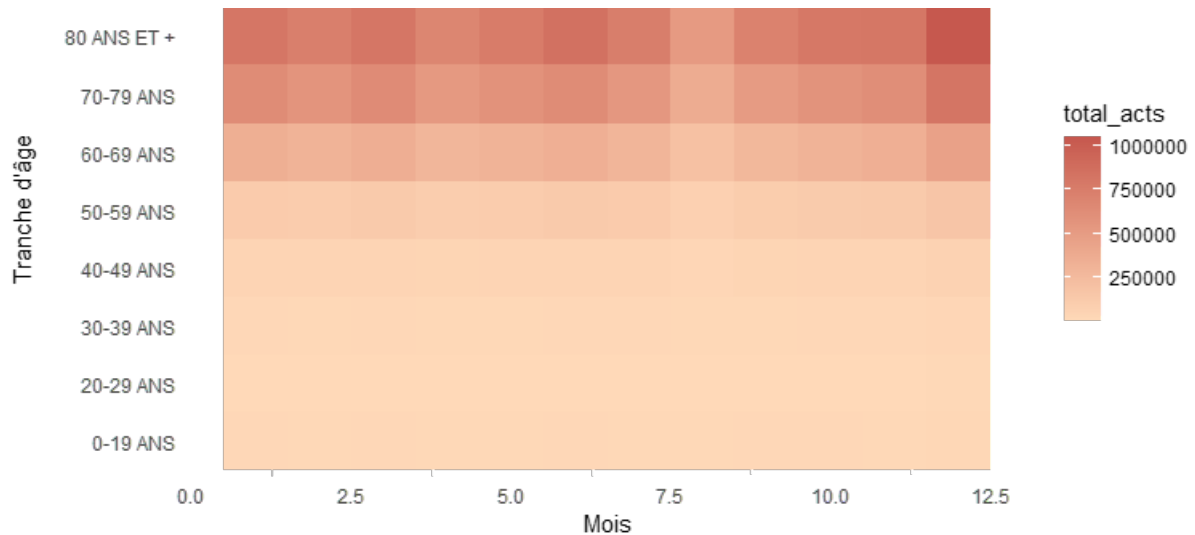


FIGURE 2.13 – Heatmap du nombre d’actes par mois et par tranche d’âge - Poste Audiologie

La figure 2.13 montre l’intensité des actes audiologiques par mois et par tranche d’âge. Il est évident que les tranches d’âge supérieures, notamment les 70-79 ans et les 80 ans et plus, nécessitent un nombre croissant d’actes tout au long de l’année. Un pic significatif des actes en décembre est également observé, ce qui pourrait correspondre à une augmentation des consultations avant la fin de l’année, possiblement pour des raisons administratives ou liées à la couverture des soins.

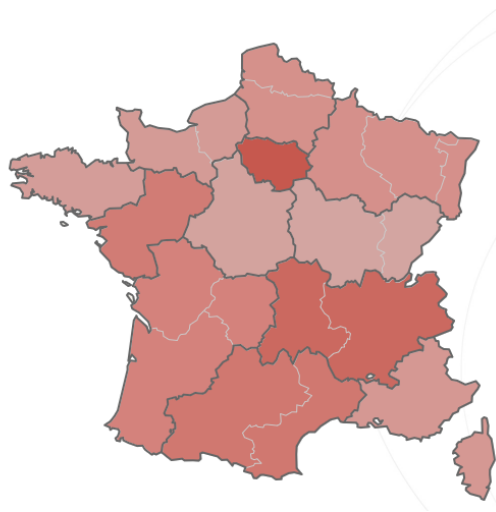


FIGURE 2.14 – Répartition nationale des actes d’audiologie

L’analyse de la répartition des actes en audiologie montre des disparités importantes entre les régions. L’Île-de-France, avec 3,66 millions d’actes, enregistre la demande la plus élevée, suivie de l’Auvergne-Rhône-Alpes avec 3,07 millions. En revanche, des régions comme la Bourgogne-Franche-Comté (0,92 million) et les départements d’outre-mer (0,11 million) affichent des chiffres beaucoup plus bas. Ces différences s’expliquent par des variations dans l’accès aux soins et la densité des professionnels de santé. Une amélioration de la couverture sociale pourrait aider à augmenter le nombre d’actes dans les régions moins desservies. Le vieillissement de la population joue également un rôle en accroissant la demande de soins audiologiques.

2.3.1.2 Poste Dentaire

Pour le poste dentaire, les modalités inconnues pour l'âge et le sexe représentent respectivement 2,5% et 0,6% des lignes de la base. Ces lignes ont été mises de côté pour l'analyse qui suit.

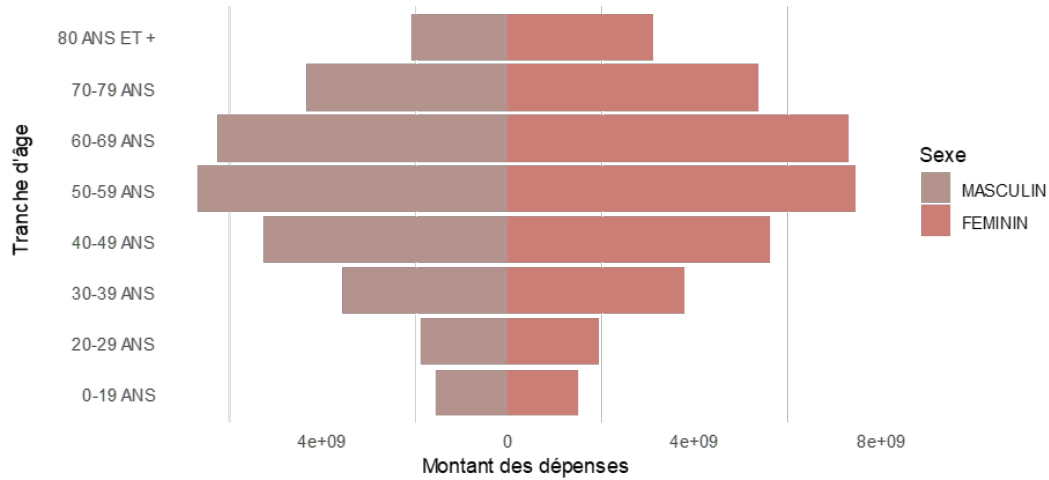


FIGURE 2.15 – Distribution des dépenses par âges et par sexes pour le poste dentaire

Pour le poste dentaire, la répartition des bénéficiaires montre que les tranches d'âge les plus représentées sont les adultes actifs (50-59 ans) et les jeunes séniors (entre 60 et 69 ans). Cela reflète la prévalence des soins dentaires chez les adultes, notamment les personnes d'âge moyen, qui sont susceptibles d'avoir des besoins de soins dentaires plus importants.

Contrairement au poste audiologie où la distribution des bénéficiaires est davantage centrée sur les personnes âgées, la répartition dans le poste dentaire est plus uniforme entre les adultes jeunes et d'âge moyen, avec une baisse de la population bénéficiaire au-delà de 70 ans.

La pyramide des âges montre une majorité de femmes bénéficiaires dans toutes les tranches d'âge, particulièrement marquée entre 20 et 39 ans. Ce déséquilibre s'atténue après 60 ans, mais reste en faveur des femmes, notamment en raison de leur espérance de vie plus élevée, avec un pic notable chez les plus de 80 ans.

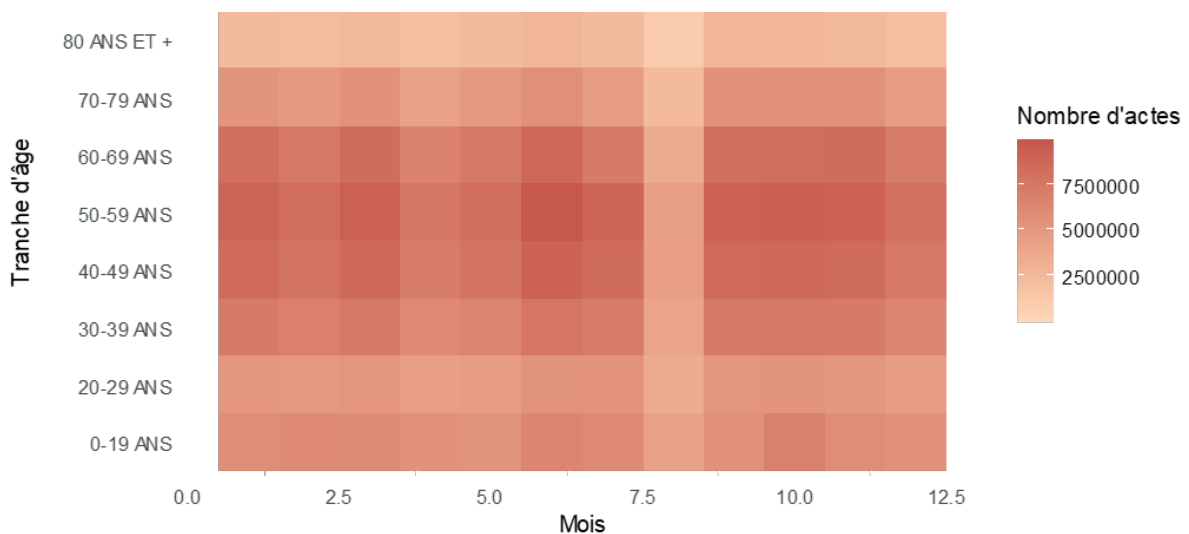


FIGURE 2.16 – Heatmap du nombre d'actes par mois et par tranche d'âge - Poste Dentaire

L'analyse des actes dentaires par mois et tranche d'âge révèle des tendances claires dans la répartition des soins. Les adultes actifs, en particulier les 40-69 ans, génèrent la majorité des actes tout au long de l'année, avec des pics notables en janvier et décembre. Ces fluctuations peuvent être liées à des facteurs administratifs ou à une anticipation de la fin d'année. Les tranches d'âge plus jeunes (0-19 ans) et plus âgées (70 ans et plus) sont moins représentées, avec toutefois une légère hausse en début et fin d'année pour les plus jeunes. Comme pour l'audiologie, la diminution observée en août reflète probablement les périodes de vacances estivales, entraînant une baisse d'activité pour tous les groupes d'âge.

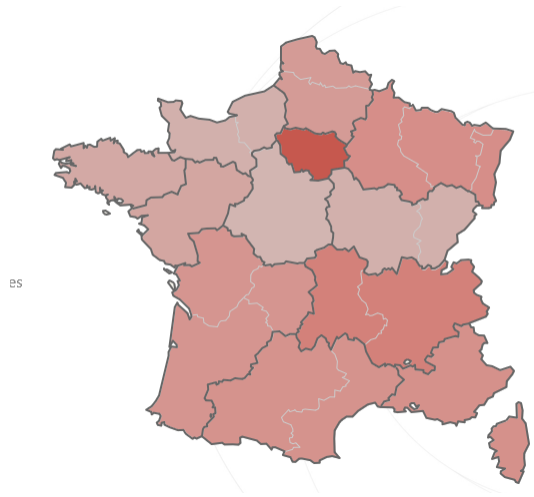


FIGURE 2.17 – Répartition nationale des actes dentaires

La répartition des actes dentaires par région révèle que sa structure est relativement similaire à celle de l'audiologie, soulignant des tendances communes dans la demande de soins de santé. Dans les deux cas, l'Île-de-France émerge comme la région avec la quantité d'acte la plus élevée, confirmant sa position centrale en matière de santé. La région Auvergne-Rhône-Alpes se distingue également dans les deux contextes, affichant des niveaux significatifs tant dentaires qu'audiologiques. Elle se positionne au deuxième rang pour les actes dentaires et audiologique. Au contraire, les régions Normandie, Bretagne, Centre-Val de Loire, Bourgogne-Franche-Comté et les Départements et Régions d'Outre-Mer occupent les cinq dernières places dans la répartition des actes dentaires et audiologiques.

Le Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées, bien positionnée en matière d'actes audiologique, se retrouve légèrement en retrait pour les soins dentaires. Enfin, les Pays de la Loire montrent une certaine proximité dans la répartition des deux postes, mais restent davantage orientés vers les soins dentaires.

Ces différences de répartition peuvent être interprétées comme une réponse aux besoins de santé spécifiques de chaque région, reflétant des priorités de soins distinctes et potentiellement influencées par des facteurs socio-démographiques.

2.3.1.3 Poste Optique

Pour le poste Optique, les modalités inconnues pour l'âge et le sexe représentent respectivement 1,9% et 0,5% des lignes de la base. Ces lignes ont été mises de côté pour l'analyse qui suit.

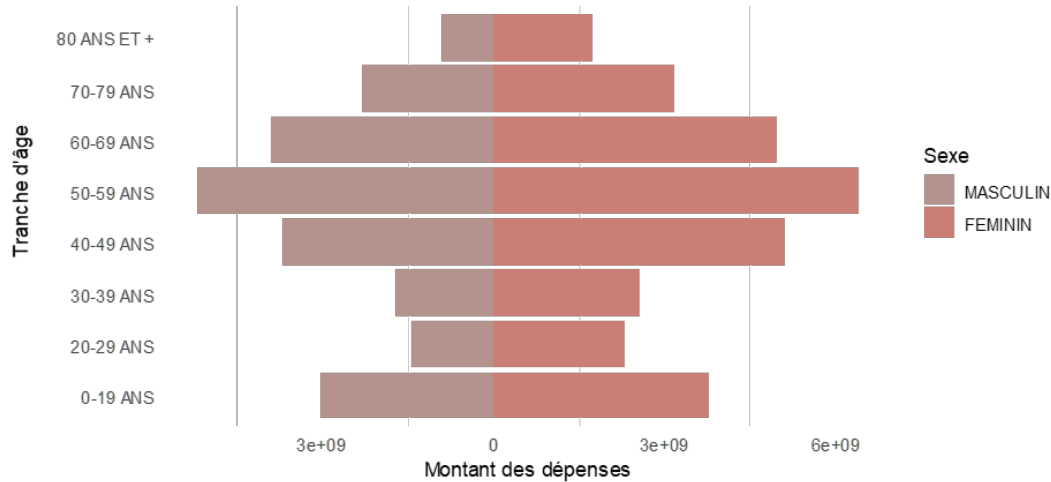


FIGURE 2.18 – Distribution des dépenses par âge et par sexe pour le poste Optique

Les données révèlent que les **50-59 ans** constituent la tranche d'âge la plus représentée, avec 72 844 bénéficiaires. Cette concentration peut être attribuée à plusieurs facteurs.

- Dans un premier temps, 50 ans marque l'âge à partir duquel les **maladies oculaires** comme la Dégénérescence Maculaire Liée à l'âge (DMLA) se manifeste de manière significative. Selon un dossier de l'*Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM)* publié en avril 2024, la DMLA est la première cause d'handicap visuel chez les plus de 50 ans et sa fréquence augmente largement avec l'âge.
- Dans un second temps, les individus de cette tranche d'âge se trouvent généralement à un stade avancé de leur carrière professionnelle, ce qui leur permet d'avoir une couverture sociale plus robuste et des moyens financiers pour accéder à des soins optiques de qualité. Ce groupe d'âge, représentant souvent une **population encore active mais vieillissante**, est particulièrement sensible aux problématiques de santé visuelle, car la vision peut influencer la productivité au travail et la qualité de vie au quotidien.

Les tranches d'âge des **40-49 ans** et des **60-69 ans** suivent de près en termes de nombre de bénéficiaires. Dans la première, l'augmentation des problèmes visuels commence à se manifester, souvent en lien avec la fatigue oculaire liée à l'usage prolongé des écrans, un phénomène qui s'est amplifié avec la généralisation du travail informatique. Dans la seconde, la transition vers la retraite ou une diminution des activités professionnelles n'élimine pas les besoins en soins optiques. Au contraire, des maladies chroniques liées au vieillissement, telles que la presbytie, les cataractes, l'astigmatisme ou le glaucome, peuvent apparaître, nécessitant souvent des équipements correctifs comme des lunettes ou des lentilles.

Les jeunes (**0-19 ans**) sont moins représentés dans les données (56 292 bénéficiaires), une tendance qui peut s'expliquer par la moindre prévalence des troubles visuels graves dans cette tranche d'âge. Néanmoins, les examens de routine sont de plus en plus encouragés à des fins de dépistage précoce, notamment à l'école, ce qui pourrait expliquer les pics d'actes observés en janvier et en septembre (cf figure 2.19). Ces périodes correspondent au retour à l'école, où les besoins en correction visuelle peuvent être détectés et traités, notamment pour les troubles comme la myopie, qui devient un problème croissant dans les populations jeunes, en particulier dans les environnements urbanisés.

Les tranches d'âge plus âgées, notamment les **70-79 ans** et les **80 ans et plus**, comptent respectivement 60 247 et 52 167 bénéficiaires. Ces chiffres traduisent une légère baisse après 70 ans, par rapport aux tranches d'âge précédentes. Cela peut être dû à des facteurs tels que la diminution progressive de l'accès aux soins en raison de la perte d'autonomie, ou des priorités différentes en matière de santé, avec une attention accrue portée à des conditions médicales plus graves. Toutefois, la demande en soins optiques reste élevée parmi les seniors, en partie en raison de l'allongement de l'espérance de vie. La société moderne, où les individus vivent plus longtemps tout en restant relativement actifs, fait émerger des besoins spécifiques en matière de santé visuelle chez les plus âgés. La prévalence de maladies oculaires liées à l'âge, comme DMLA, augmente également, nécessitant des traitements et des interventions régulières.

Comme pour les soins audiolgiques, les besoins en soins optiques augmentent avec l'âge, mais la concentration n'est pas aussi forte chez les plus de 80 ans que dans l'audiologie. Dans ce dernier domaine, la majorité des bénéficiaires ont plus de 70 ans, ce qui s'explique par une détérioration auditive plus marquée chez les seniors. En revanche, les dépenses en optique sont plus largement réparties entre les tranches d'âge intermédiaires et les seniors, soulignant l'importance des soins visuels tout au long de la vie adulte.

Par ailleurs, la pyramide des âges montre une légère prédominance des femmes dans les tranches d'âge intermédiaires et avancées, particulièrement à partir de 60 ans. Cette différence s'explique principalement par la longévité plus élevée des femmes par rapport aux hommes, un phénomène bien documenté dans la plupart des sociétés occidentales.

Ce déséquilibre sexuel observé pour la plupart des postes de santé, devient plus marqué avec l'âge, et reflète non seulement l'espérance de vie plus longue des femmes, mais aussi leur tendance à consulter plus régulièrement les professionnels de santé que les hommes, un comportement observé dans de nombreux contextes médicaux. [21]

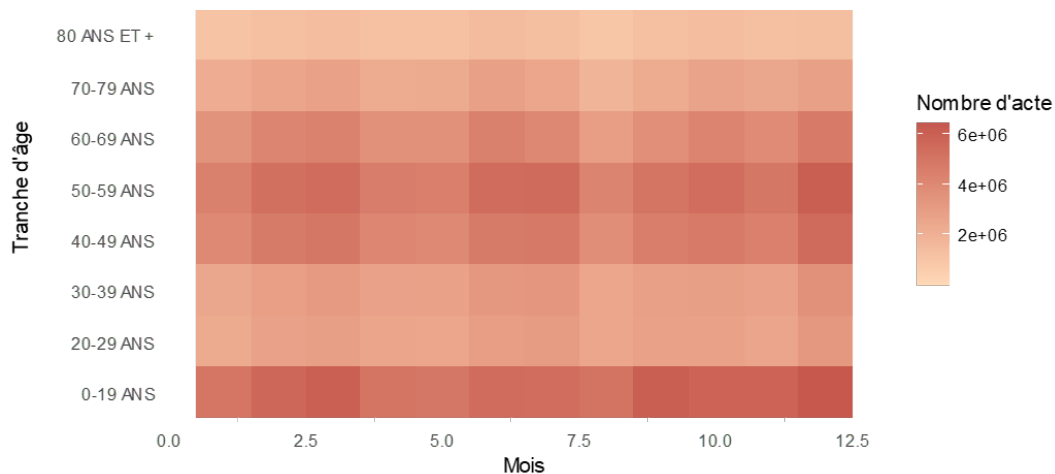


FIGURE 2.19 – Heatmap du nombre d'actes par mois et par tranche d'âge - Poste Optique

L'analyse des actes optiques par mois et tranche d'âge met en évidence des pics saisonniers, avec une activité particulièrement intense en décembre. Cela rejoint les observations faites dans les postes audiologie et dentaire, où des pics similaires sont relevés. De plus, le mois de janvier connaît une activité élevée chez les plus jeunes, probablement en lien avec le retour à l'école et la nécessité de s'assurer que les enfants disposent de corrections visuelles adaptées pour optimiser leur apprentissage.

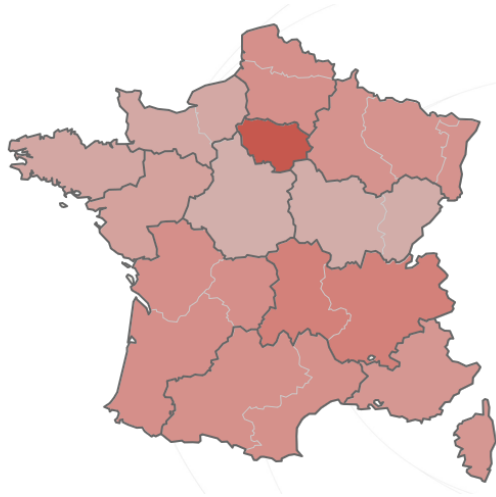


FIGURE 2.20 – Répartition nationale des actes optiques

L'analyse de la répartition des prestations optiques (achat de montures et verres) par région montre des tendances similaires à celles observées pour les soins en audiologie et en dentaire.

En premier lieu, l'Île-de-France se distingue à nouveau avec 62,31 millions d'actes optiques. Cette région, en tête de liste dans différents domaines médicaux, bénéficie de plusieurs facteurs. D'une part, sa densité de population élevée favorise l'accès à un grand nombre de professionnels de santé, y compris des opticiens, ce qui permet de répondre à une large demande en soins visuels. D'autre part, son niveau socio-économique plus élevé par rapport à d'autres régions explique une consommation importante de soins, qu'ils soient préventifs ou curatifs, comme cela a déjà été observé pour les soins audiologiques et dentaires.

La région Auvergne-Rhône-Alpes, avec 43,06 millions d'actes, se classe en deuxième position. Cette région, déjà bien placée pour les soins audiologiques et dentaires, continue de montrer une forte demande en matière de soins optiques. Cela s'explique notamment par une population vieillissante, dont les besoins en santé visuelle augmentent, ainsi que par des politiques de santé publique favorisant le dépistage précoce et la prise en charge des troubles visuels. Ce phénomène reflète des dynamiques similaires à celles observées en audiologie, où la région enregistrait une demande croissante.

En troisième position, la Nouvelle-Aquitaine avec 31,55 millions d'actes, suivie de près par les Hauts-de-France (31,02 millions) et Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées (30,68 millions), souligne une demande soutenue en soins optiques dans ces régions. Ces dernières se retrouvent également bien placées dans les classements concernant les soins audiologiques et dentaires, confirmant un besoin général en matière de santé. Cette demande en soins optiques, comme pour les autres secteurs, est liée à des facteurs démographiques, notamment la taille de la population et l'évolution de son âge moyen, ainsi qu'à des politiques locales favorisant l'accès aux soins.

À l'inverse, les régions les moins bien classées en termes de prestations optiques sont les Départements et Régions d'Outre-Mer (6,61 millions), Bourgogne-Franche-Comté (14,82 millions) et Centre-Val de Loire (14,02 millions). Cette tendance est cohérente avec les résultats observés pour les soins audiologiques et dentaires, où ces régions affichaient également des chiffres faibles. Plusieurs facteurs expliquent cette situation : d'une part, l'accès aux soins y est plus limité en raison d'une faible densité de professionnels de santé, notamment dans les zones rurales. D'autre part, les conditions socio-économiques plus précaires dans ces régions réduisent la capacité de la population à recourir régulièrement aux soins optiques. Enfin, des obstacles géographiques, tels que l'éloignement des centres de soins ou la dispersion de la population, accentuent les difficultés d'accès aux services de santé.

Il est intéressant de noter que le modèle de répartition des actes optiques reflète largement celui des soins audiologiques et dentaires. L'Île-de-France et l'Auvergne-Rhône-Alpes dominent systématiquement, confirmant l'importance des facteurs démographiques et socio-économiques dans la demande de soins. À

l'inverse, les régions rurales et les territoires plus éloignés, comme la Bourgogne-Franche-Comté, le Centre-Val de Loire et les Régions d'Outre-Mer, sont régulièrement en bas du classement, ce qui souligne une problématique plus large d'accès aux soins dans ces zones, quel que soit le secteur médical étudié.

2.3.2 Analyse de corrélation

Cette sous-section examine les relations entre les variables clés identifiées dans les sections précédentes, telles que les caractéristiques démographiques des bénéficiaires, les régions géographiques, et la répartition des dépenses. L'objectif est de découvrir des associations significatives et de comprendre comment ces facteurs interagissent. L'objectif est d'identifier des tendances et des patterns qui pourraient éclairer la compréhension des dynamiques financières et des comportements dans le système de santé.

Le matrice de corrélation sur la base complète indique une très forte corrélation (0.91) entre la quantité ('FLT_ACT_QTE') et le dénombrement ('FLT_ACT_NBR') d'un acte. Ce résultat est cohérent puisque ces 2 variables mesurent des aspects complémentaires et ajustés des prestations, avec un processus de préfiltrage commun pour éviter les doubles-comptes.

Pour rappel, le dénombrement indique combien d'actes spécifiques sont réalisés en se basant sur des codes précis (code CCAM), tandis que la quantité correspond au nombre total d'actes facturés. La valeur de ces 2 variables diffère pour certaines prestations, notamment dans le cas où le dénombrement correspond au nombre de kilomètres pour les transports ou aux jours d'hospitalisation pour les frais de séjour. En général, pour une catégorie de prestations donnée, chaque acte individuel (dénombrement) contribue donc à la quantité totale de prestations facturées. Autrement dit, lorsque le nombre de prestations (dénombrement) augmente, la quantité totale facturée (quantité) augmente également dans une proportion similaire.

Pour cette même raison, le montant remboursé ('sum_FLT_REM_MNT') par la Sécurité Sociale est plus fortement corrélé au nombre d'actes qu'à la quantité.

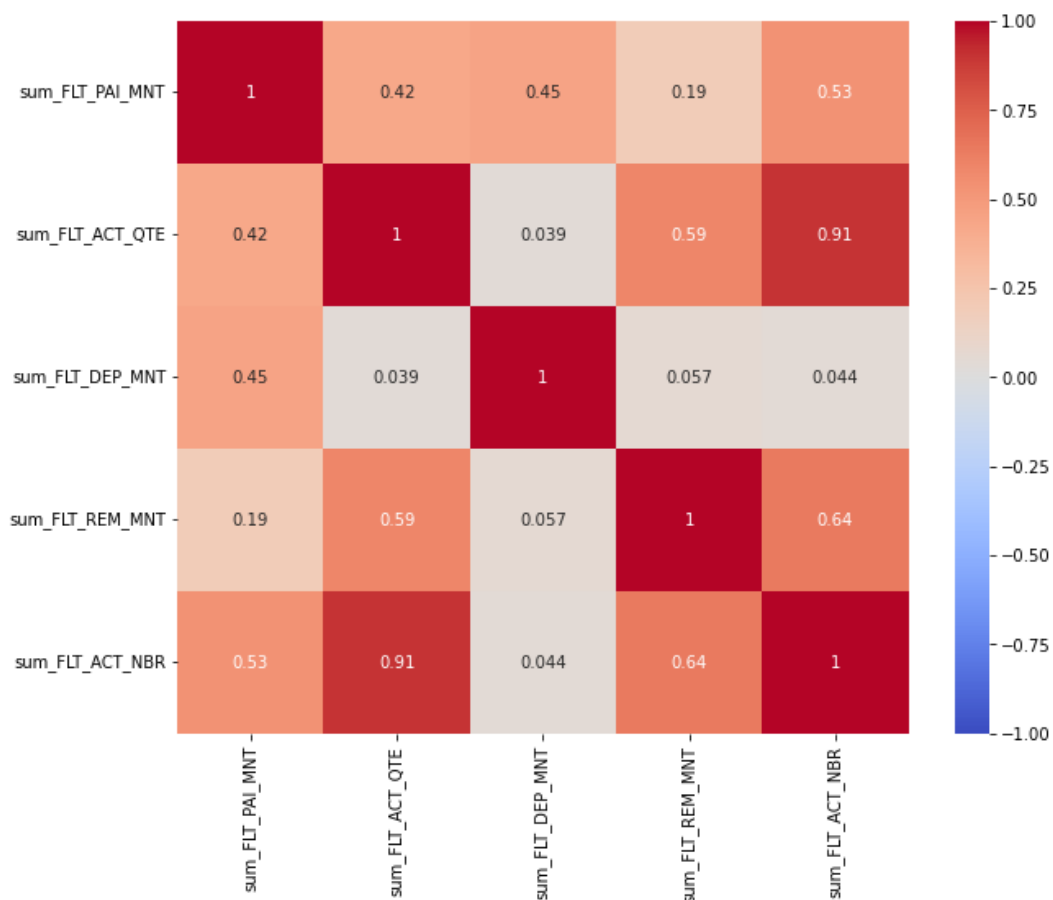


FIGURE 2.21 – Matrice de corrélation des variables qualitatives de la base

La suite de cette section va approfondir cette analyse des corrélations en effectuant une **Analyse Factorielle des Données Mixtes (FADM)** sur les postes impactés par la réforme du 100% Santé : Audiologie, Dentaire et Optique. Contrairement aux analyses effectuées en 2.3.1 où la variable relative aux montants de dépenses était majoritairement étudiée, cette analyse s'intéresse à la quantité d'acte effectuée par les individus en fonction des différentes variables (âge, genre et région de résidence). Ici, l'attention sera portée sur les deux premières dimensions, qui sont représentées sur un plan factoriel avec Dim.1 en abscisse et Dim.2 en ordonnée.

*Rappel : En analyse factorielle, la **contribution** d'une variable par rapport à un axe (ou dimension) indique dans quelle mesure cette variable participe à la construction de cet axe. Autrement dit, elle mesure l'influence de la variable dans la représentation de la variabilité des données le long de cet axe. Parallèlement, les **coordonnées** d'une variable quantitative sur les différents axes (ou dimensions) indiquent dans quelle mesure cette variable est associée aux axes principaux, et donc aux patterns représentés par ces axes. Pour une variable quantitative comme la quantité d'acte (FLT_ACT_QTE), sa coordonnée indique dans quelle direction elle « tend » par rapport aux dimensions principales de l'analyse.*

2.3.2.1 Poste Audiologie

L'objectif de cette section est donc d'étudier les liens entre des variables socio-démographiques (sexe, âge, région) et la quantité d'actes effectués dans le cadre de l'audiologie.

Pour ce poste, la variable FLT_ACT_QTE contribue à 50% de la dimension 1 et sa coordonnée sur cette dimension est de 0,972. Cela signifie que les variations dans la quantité d'actes effectués sont fortement corrélées à l'axe principal (dimension 1), et que les individus ayant une plus grande quantité d'actes sont positionnés dans la zone positive de cette dimension.

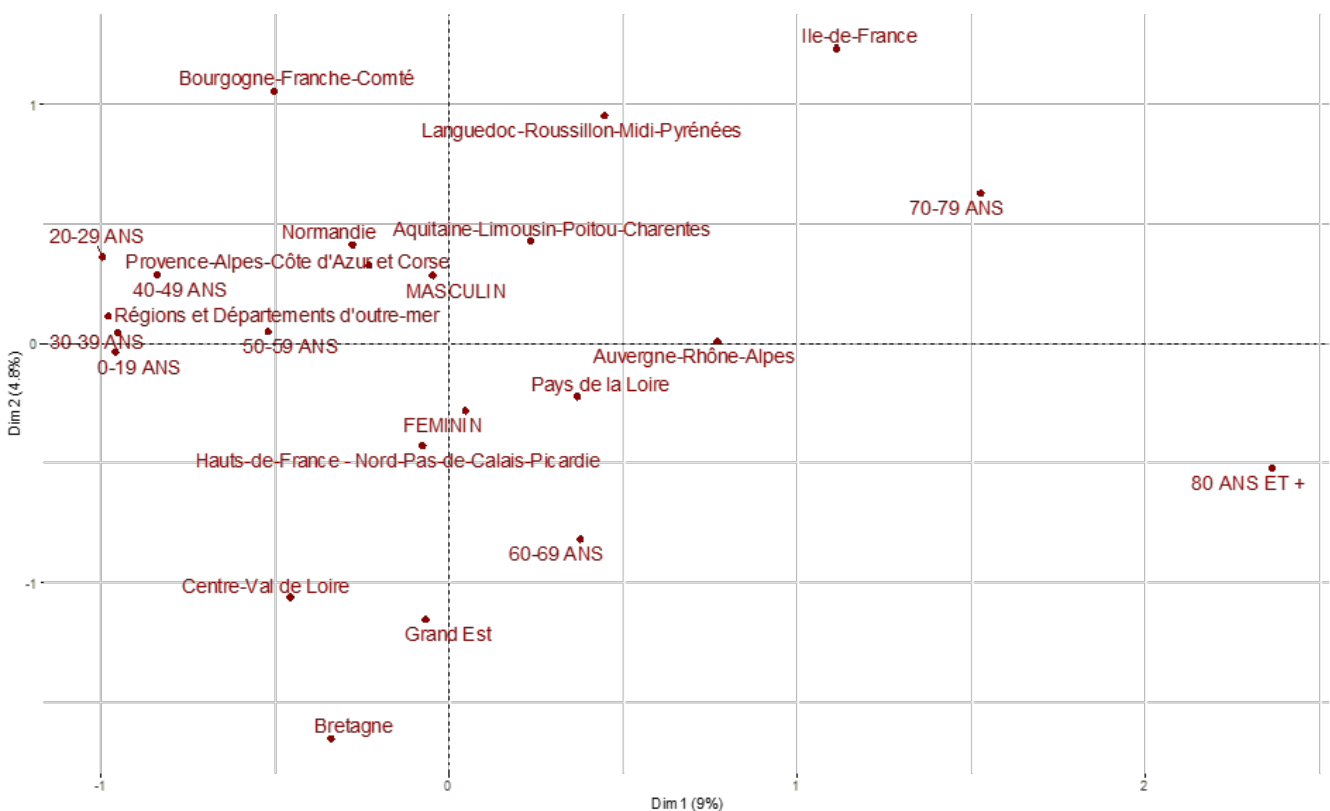


FIGURE 2.22 – FADM - Poste Audiologie

Plusieurs conclusions peuvent être tirées de cette analyse :

- Les individus âgés de 70 ans et plus sont fortement positionnés du côté positif de la première dimension, en particulier les classes d'âge "70-79 ans" (coordonnée 1,53) et "80 ans et plus" (coordonnée 2,36). Cela suggère que ces tranches d'âge sont associées à un nombre plus élevé d'actes médicaux en audiologie.
- On observe le même phénomène sur le plan géographique puisque les régions telles que l'Île-de-France (1,11) et Auvergne-Rhône-Alpes (0,77) sont également situées sur cette partie de la dimension. Ces régions semblent donc se caractériser par une consommation plus importante de soins audiologiques, en particulier chez les personnes âgées.
- A l'inverse, les classes d'âge plus jeunes sont représentées par des coordonnées négatives, avec les 0-19 ans (-0,96), les 20-29 ans (-0,99), et les 30-39 ans (-0,95). Ces tranches d'âge sont donc moins associées à une consommation importante de soins audiologiques. Sur le plan régional, des territoires tels que les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) (-0,98) et Centre-Val de Loire (-0,46) se trouvent également du côté négatif, suggérant une moindre implication dans les soins audiologiques ou une population plus jeune dans ces régions.
- Même si les femmes semblent être associées à un nombre d'acte légèrement supérieur à celui des hommes, le sexe ne semble pas être un critère particulièrement discriminant pour l'audiologie.
- Les régions Île-de-France et Bourgogne-Franche-Comté présentent des valeurs élevées (1,23 et 1,05), suggérant des comportements distincts en termes de consommation de soins audiologiques par rapport aux autres régions.
- À l'opposé, des régions comme la Bretagne (-1,65) et le Grand Est (-1,16) se situent sur la partie négative de cette dimension. Ces régions se situent ainsi en opposition marquée par rapport à des régions comme l'Île-de-France et la Bourgogne-Franche-Comté. Parmi les classes d'âge, les 60-69 ans (-0,82) présentent des coordonnées négatives, ce qui pourrait refléter une moindre consommation dans ces groupes en fonction de la localisation.

Finalement, la dimension 1 semble fortement liée à l'âge, avec une polarité marquée entre certaines classes d'âge, tandis que la dimension 2 semble davantage marquée par des différences géographiques que démographiques.

2.3.2.2 Poste Dentaire

Pour le poste Dentaire, la variable FLT_ACT_QTE contribue à 50% de la dimension 1 et sa coordonnée sur cette dimension est de 0,987.

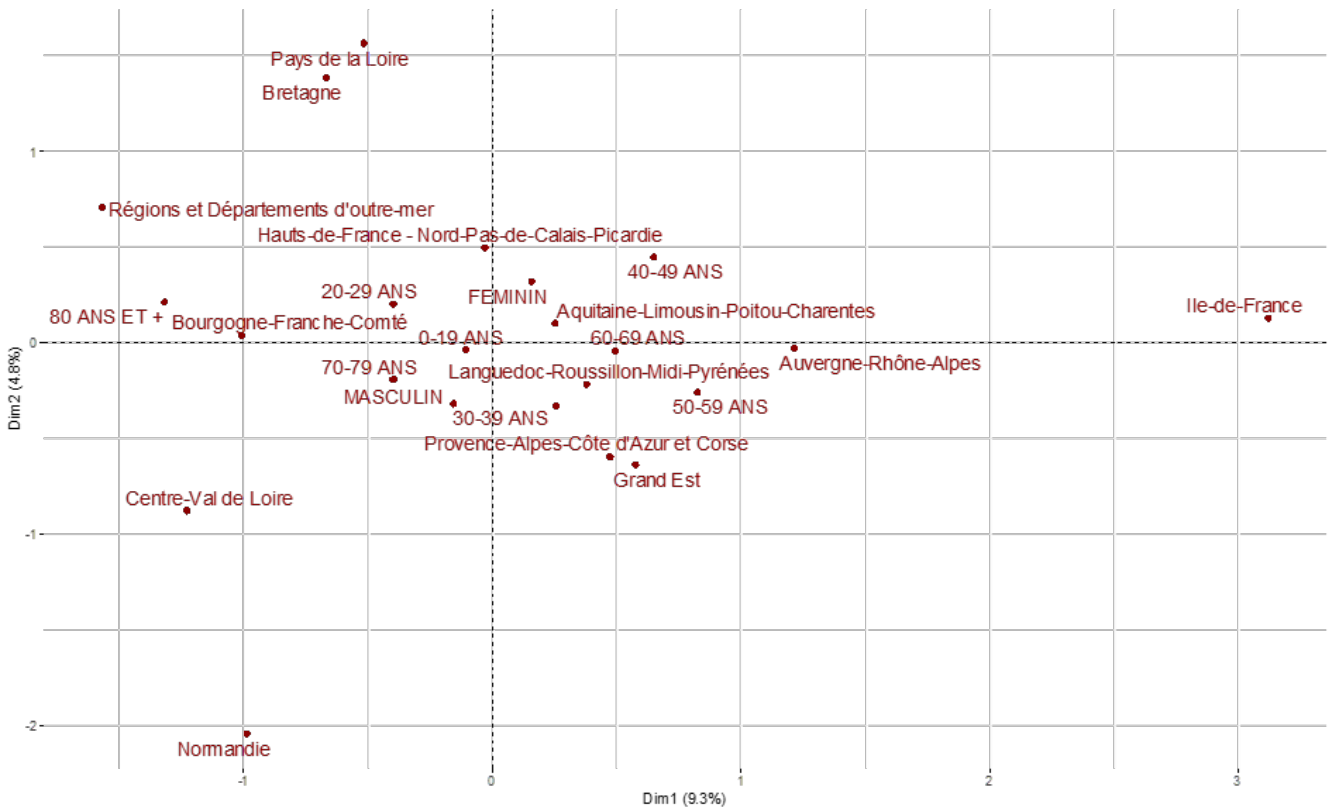


FIGURE 2.23 – FADM - Poste Dentaire

- La région Île-de-France se distingue nettement par sa coordonnée très élevée (3,12). Cela suggère une forte association entre cette région et un volume important d'actes dentaires. De plus, certaines tranches d'âge comme les 50-59 ans (0,83), les 40-49 ans (0,65), et la région Auvergne-Rhône-Alpes (1,22) se situent également du côté positif de la première dimension. Cela pourrait indiquer que ces populations, en particulier les personnes d'âge moyen, sont plus susceptibles de consommer des soins dentaires dans cette région.
- À l'opposé, plusieurs régions se trouvent sur la partie négative de cette dimension, notamment les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) (-1,57), le Centre-Val de Loire (-1,23), et la Bourgogne-Franche-Comté (-1,01). Cela suggère que ces régions sont moins associées à une forte consommation de soins dentaires.
- Concernant l'âge, la catégorie des 80 ans et plus (-1,32) est fortement positionnée du côté négatif de Dim.1. Cela peut indiquer que les personnes âgées de cette tranche d'âge, en particulier dans certaines régions comme les DROM, ont une consommation plus faible d'actes dentaires.
- Des régions telles que la Bretagne (1,38) et les Pays de la Loire (1,56) se trouvent dans la partie positive de la deuxième dimension. Cela suggère que ces régions se démarquent par des comportements spécifiques en matière de consommation d'actes dentaires par rapport notamment à la Normandie (-2,04), qui se situe à l'extrême opposée.
- Par ailleurs, les positions des modalités Feminin et Masculin indique une surreprésentation des femmes dans les actes dentaires et suggère un profil de consommation différencié par rapport aux hommes.

2.3.2.3 Poste Optique

Pour le poste Optique, la variable FLT_ACT_QTE contribue à 50% de la dimension 1 et sa coordonnée sur cette dimension est de 0,984.

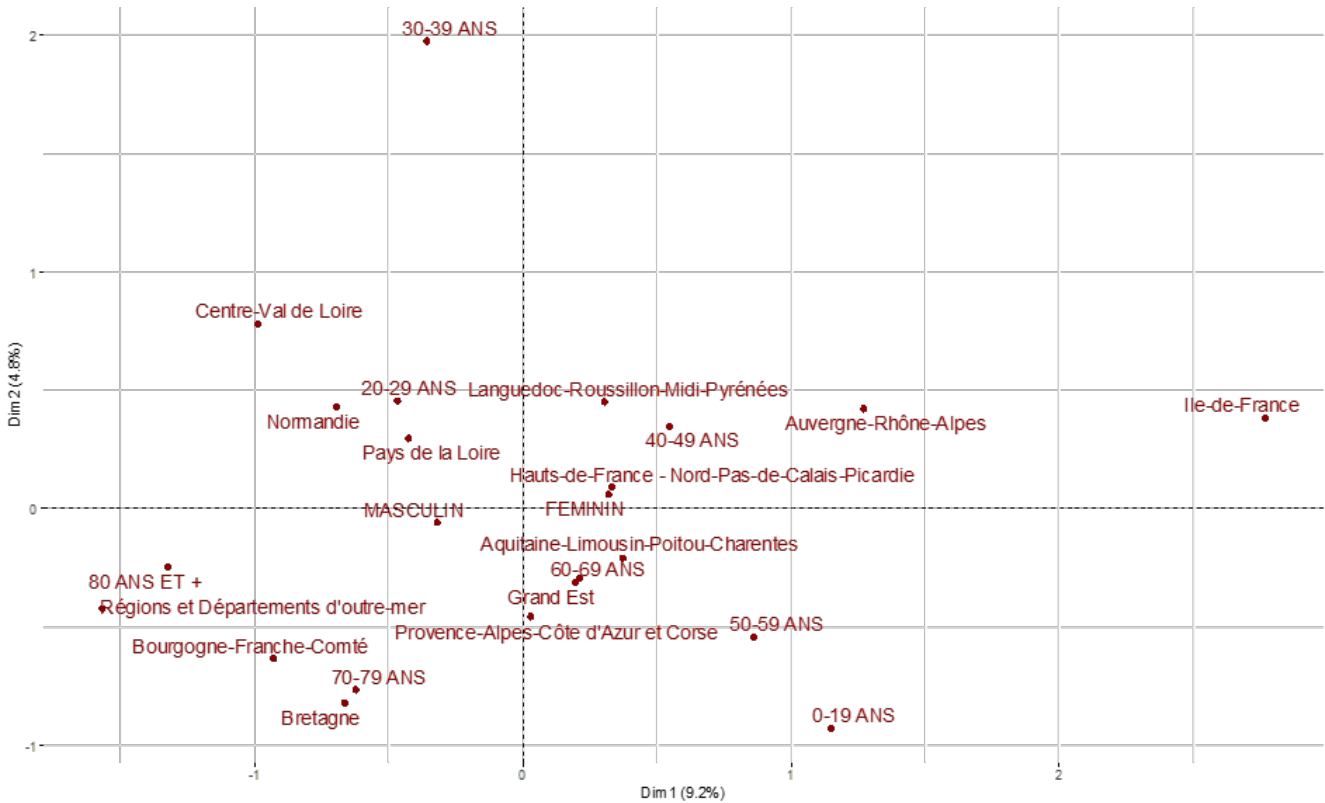


FIGURE 2.24 – FADM - Poste Optique

- La région Île-de-France se distingue avec une valeur très élevée (2,77), indiquant une surconsommation significative d'actes optiques par rapport aux autres régions. Des tranches d'âge comme les 50-59 ans (0,86) et les 40-49 ans (0,55) se situent également du côté positif de la dimension 1, ce qui reflète une consommation plus importante dans ces groupes d'âge. Enfin, la région Auvergne-Rhône-Alpes (1,27) est aussi du côté positif, suggérant qu'elle se démarque par une consommation notable d'actes optiques.
- En opposition, les régions d'Outre-mer (-1,57) apparaissent à l'extrémité négative, suggérant une sous-consommation d'actes optiques dans ces territoires. Certaines tranches d'âge, comme les 80 ans et plus (-1,32) et les 70-79 ans (-0,62), sont également associées à une plus faible consommation d'actes optiques. D'autres régions, telles que le Centre-Val de Loire (-0,99) et la Bourgogne-Franche-Comté (-0,93), semblent être en retrait sur ce poste de dépense.
- Au niveau de la dimension 2, la classe d'âge des 30-39 ans marque une forte opposition avec les autres modalités en termes de comportement de consommation. Cette opposition est particulièrement marquée avec les 0-19 ans.
- À l'opposé, la modalité masculin (-0,06) est située dans la partie négative, ce qui confirme une différence modeste entre les sexes dans la consommation d'actes optiques. En termes géographiques, des régions comme la Normandie (-2,04) et la Bretagne (-0,82) sont également dans cette partie, suggérant une consommation moindre dans ces régions.

Chapitre 3

Déformation et projections temporelles des effets de la réforme 100% Santé

Après avoir exploré le système de santé français et les récentes évolutions réglementaires, notamment la réforme 100% Santé, il est crucial d'analyser en profondeur les implications de ces changements sur la sinistralité et les comportements de consommation médicale des assurés. Les chapitres précédents ont mis en lumière la structure du système de santé, les dépenses associées et les diverses évolutions sociétales et réglementaires. Parmi ces évolutions, la réforme 100% Santé occupe une place centrale en modifiant significativement l'accès aux soins et la prise en charge des postes optique, audiologie et dentaire.

Les chapitres suivants se concentreront sur la projection et l'évaluation des impacts de cette réforme. En évaluant les déformations observées et en projetant les effets futurs, nous visons à comprendre l'ampleur et la nature des changements induits par la réforme. Cette analyse est essentielle pour les assureurs santé, qui doivent adapter leurs stratégies afin de suivre et gérer les transformations du marché et des comportements des assurés. En maîtrisant ces impacts, les assureurs pourront mieux anticiper les risques, ajuster leurs offres et garantir la pérennité de leurs services dans un contexte en constante évolution.

Dans le cadre de ce mémoire, l'analyse des dépenses de santé est réalisée au moyen des séries temporelles. Cette approche permet de suivre l'évolution des dépenses avant et après la réforme 100% Santé, mettant en lumière les tendances à long terme et les variations saisonnières. En isolant les effets spécifiques de la réforme sur la sinistralité, les séries temporelles offrent une vision claire des impacts directs et indirects. De plus, cette méthode facilite la détection des anomalies et des cycles récurrents, essentiels pour une compréhension complète des dynamiques de dépenses.

Dans un premier temps, nous rappelons les principes fondamentaux des séries temporelles en introduisant les concepts clés et les méthodes d'analyse utilisés pour étudier les données longitudinales. Ensuite, nous élaborons un modèle pour éliminer les effets de la pandémie de COVID-19 sur nos cinq séries de données, comprenant la base complète, les trois postes concernés par 100% Santé et les autres postes. Cette étape est cruciale pour obtenir une vision précise des tendances, indépendamment de la perturbation causée par la pandémie. Enfin, nous analysons les tendances des dépenses de santé. Nous démontrons que la tendance globale est haussière, principalement en raison des postes 100% Santé, tandis que les autres postes montrent une tendance plutôt plate. Cette analyse inclut une étude de la tendance haussière globale et des tendances spécifiques aux postes 100% Santé, ainsi qu'une analyse des tendances des postes non concernés par 100% Santé, suivie d'une comparaison synthétique des résultats obtenus.

Cette structuration permet de mettre en évidence les effets de la réforme 100% Santé sur les dépenses de santé et d'éclairer les stratégies à adopter pour les assureurs santé dans un contexte de transformation continue.

3.1 Rappels sur les séries temporelles

3.1.1 Introduction aux séries temporelles

Les séries temporelles constituent l'un des objets d'études les plus répandus de la science des données. Dans cette section, nous rappelons quelques concepts clés nécessaires à leur étude.

Mathématiquement, une série temporelle est une suite réelle finie $(y_t)_{1 \leq t \leq n}$. Autrement dit, c'est une série de données (Y_t) indexée par le temps, qui peut se décomposer selon 3 éléments :

- Une tendance (T_t)
- Une saisonnalité (S_t)
- Un résidu ou erreur (ε_t)

où t représente l'indexation temporelle

La tendance d'une série temporelle correspond à son comportement croissant ou décroissant au fil du temps. Elle correspond à son évolution à long terme et peut prendre différentes formes :

- Linéaire : $T_t = a + bt$
- Quadratique : $T_t = a + bt + ct^2$
- Logarithmique : $T_t = \log(t)$

La saisonnalité d'une série temporelle correspond à un phénomène périodique, dont la période est identifiée. Ainsi, si la saisonnalité se répète selon une période k , on aura $S_t = S_{t+k}$

Le résidu, aussi appelé "bruit", est la partie aléatoire de la série temporelle. Idéalement, ces résidus sont stationnaires.

Une série temporelle (X_t) peut être additive ou multiplicative. Dans ce cas, on écrit respectivement $Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$ ou $Y_t = T_t * S_t * \varepsilon_t$. Il est également possible de combiner l'approche additive et l'approche multiplicative en décomposant $Y_t = T_t * S_t + \varepsilon_t$

Une série temporelle peut également inclure un cycle (C_t) , qui représente les fluctuations économiques ou autres mouvements réguliers de plus longue durée que la saisonnalité mais ne suivant pas une période fixe.

Après avoir isolé les éléments de tendance et de saisonnalité de la série temporelle, il convient d'étudier sa stationnarité. Si ses caractéristiques statistiques - typiquement son espérance et sa variance - se trouvent modifiées dans le temps, alors la série est considérée comme non stationnaire. Au contraire, si la structure du processus n'évolue pas avec le temps, alors la série temporelle sera considérée stationnaire. Cela signifie que la série ne présente ni tendance, ni saisonnalité, ni autres éléments évoluant avec le temps.

3.1.2 Concepts clés et méthodologies

Les tests de pré-modélisation

Lors de l'analyse d'une série temporelle, il est nécessaire de vérifier certaines hypothèses afin d'identifier de potentiels problèmes et de choisir des approches de traitement adaptées. Dans ce cadre, il existe plusieurs tests en fonction de l'élément étudié.

	Intitulé	Type de contrôle
Contrôles de stationnarité	Test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF) : vérifie la présence d'une racine unitaire dans la série temporelle, ce qui indiquerait la non-stationnarité	Test statistique
	Test KPSS : vérifie l'hypothèse nulle de stationnarité autour d'une tendance ou d'un niveau	Test statistique
Contrôles de saisonnalité	Décomposition STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS)	Contrôle visuel
Contrôles de normalité des résidus	Test de Shapiro-Wilk : évalue l'hypothèse selon laquelle les données proviennent d'une distribution normale	Test statistique
	Test de Jarque-Bera : évalue l'hypothèse selon laquelle les données proviennent d'une distribution normale	Tests statistiques
Contrôles d'autocorrélation des résidus	Test de Ljung-Box : vérifie l'indépendance des résidus	Test statistique
	ACF et PACF	Contrôle visuel
Contrôles d'hétéroscédasticité	Test de Breusch-Pagan : vérifie l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus	Test statistique
	Graphique des résidus	Contrôle visuel

FIGURE 3.1 – Tests de concordance

Pour tous les tests statistiques effectués **dans ce mémoire, un seuil de significativité de 0,05 a été fixé**, ce qui signifie que les résultats seront considérés comme statistiquement significatifs si la p-value est inférieure à 0,05.

Les méthodes d'analyse statistique et les modèles de séries temporelles

L'analyse des séries temporelles utilise diverses méthodes statistiques pour extraire des informations significatives et effectuer des prévisions.

Parmi ces méthodes, l'autoregression est une méthode de modélisation des séries temporelles où les valeurs futures de la série sont prédites en fonction de leurs valeurs passées. L'idée centrale est que les valeurs précédentes de la série peuvent contenir des informations utiles pour prédire les valeurs futures. Ainsi, un modèle **autorégressif (AR)** exprime la valeur actuelle de la série comme la combinaison linéaire des valeurs passées auxquelles s'ajoute un terme d'erreur aléatoire. Mathématiquement, cela signifie que :

$$\forall t : Y_t = \sum_1^p \alpha_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

où $(\alpha_1, \dots, \alpha_p)$ sont des réels.

Parallèlement, la **moyenne mobile (MA)** est couramment utilisée pour lisser les fluctuations à court terme et révéler la tendance sous-jacente d'une série temporelle. La moyenne mobile est calculée en prenant la moyenne des valeurs sur une fenêtre de temps fixe qui se déplace le long de la série. Elle peut être simple, où chaque observation dans la fenêtre a une pondération égale, ou pondérée, où plus de poids est accordé aux observations récentes.

Mathématiquement, cela signifie que :

$$\forall t : Y_t = \varepsilon_t + \sum_1^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}$$

où $(\alpha_1, \dots, \alpha_p)$ sont des réels.

Un modèle ARMA(p,q) se définit comme la combinaison d'un processus AR et d'un processus MA :

$$\forall t : Y_t = \sum_1^p \alpha_i Y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_1^q \beta_i \varepsilon_{t-i}$$

où $(\alpha_1, \dots, \alpha_p)$ et $(\beta_1, \dots, \beta_q)$ sont des réels.

Un modèle ARMA sert à la modélisation de séries temporelles plus complexes, mais sous une condition de stationnarité de la série. C'est pour pallier à cette condition restrictive que les modèles ARIMA ont été développés.

Le **modèle ARIMA** (AutoRegressive Integrated Moving Average) est un modèle polyvalent qui combine trois éléments :

- l'auto-régression (AR), qui utilise les relations entre une observation et un certain nombre d'observations décalées ;
- la différenciation intégrée (I), qui transforme les données pour rendre la série stationnaire en éliminant la tendance ;
- la moyenne mobile (MA), qui utilise les dépendances entre une observation et des erreurs résiduelles décalées.

Le modèle ARIMA est souvent noté ARIMA(p,d,q), où :

- p est le nombre de termes auto-régressifs,
- d est le nombre de différences nécessaires pour rendre la série stationnaire,
- q est le nombre de termes de moyenne mobile.

Dans ce cadre, un modèle ARIMA se définit comme la combinaison entre un processus de différenciation et un processus ARMA classique.

Parmi les modèles avancés, le **SARIMA** (Seasonal ARIMA) est une extension du modèle ARIMA qui inclut la saisonnalité. Noté ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[m], les paramètres saisonniers P, D, Q représentent les ordres des composants auto-régressifs, différenciés et de moyenne mobile saisonniers, et m représente la période de la saisonnalité.

3.2 Analyse des déformations en séries temporelles (élimination covid)

Cette section se concentre sur l'élaboration d'un modèle destiné à éliminer les effets de la pandémie de COVID-19 sur les dépenses de santé. La pandémie a introduit des perturbations significatives dans les tendances habituelles des dépenses, rendant essentielle l'isolation de ces effets pour une analyse précise. Pour ce faire, cinq séries de données sont utilisées : la base complète, les trois postes concernés par la réforme 100% Santé (optique, audiologie, et dentaire) et les autres postes. En ajustant ces modèles aux données historiques de janvier 2015 à janvier 2020, puis en corrigeant certaines observations appartenant à la période 2020-2023 de manière stratégique, il sera possible d'isoler et de neutraliser l'impact de la COVID-19. Cette étape est cruciale pour établir une base fiable pour l'analyse des tendances réelles des dépenses de santé, indépendamment des perturbations causées par la pandémie.

Dans toute cette section, la méthodologie de modélisation et de correction des données est détaillée uniquement pour la série de donnée des dépenses de santé globales. Chaque sous-partie comprendra une synthèse des résultats sur les 4 autres séries de données, modélisées de manière identique et dont le détail se trouvera en Annexe B.1 à B.15.

3.2.1 Modélisation et prédiction en série temporelle

La série temporelle analysée ici est une série chronologique de données mensuelles (Y_t), où chaque valeur de Y_t représente le montant total des dépenses de santé pour un mois donné, c'est-à-dire :

Y_t = Montant des dépenses de santé au mois t

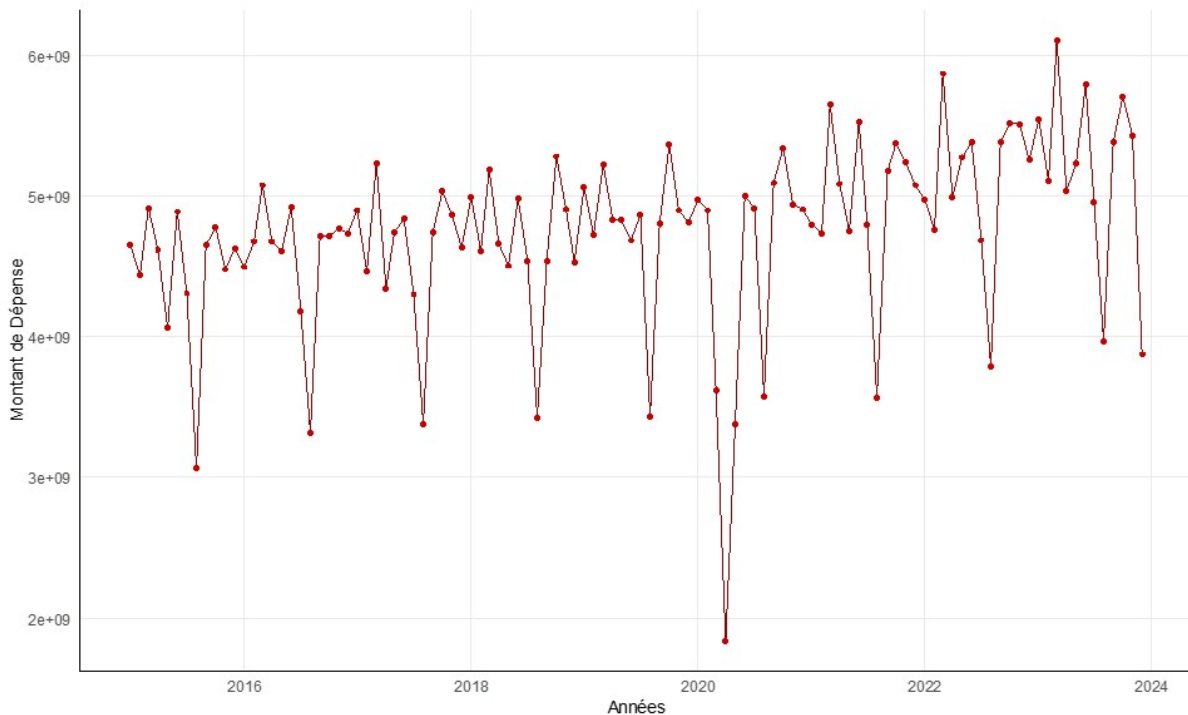


FIGURE 3.2 – Tendence générale de (Y_t)

Le modèle de prédiction utilisé est un modèle ARIMA déterminé grâce à la méthodologie de Box et Jenkins, selon une procédure en 3 étapes : *l'identification*, *l'estimation* et *le diagnostic*.

L'identification

La phase d'identification utilise la décomposition STL (Seasonal-Trend decomposition using Loess) pour analyser les séries temporelles en séparant les composantes de tendance, de saisonnalité et de bruit. Cette méthode permet d'isoler et d'éliminer les effets saisonniers et les tendances à long terme, offrant ainsi une vue plus précise des variations résiduelles dans les données.

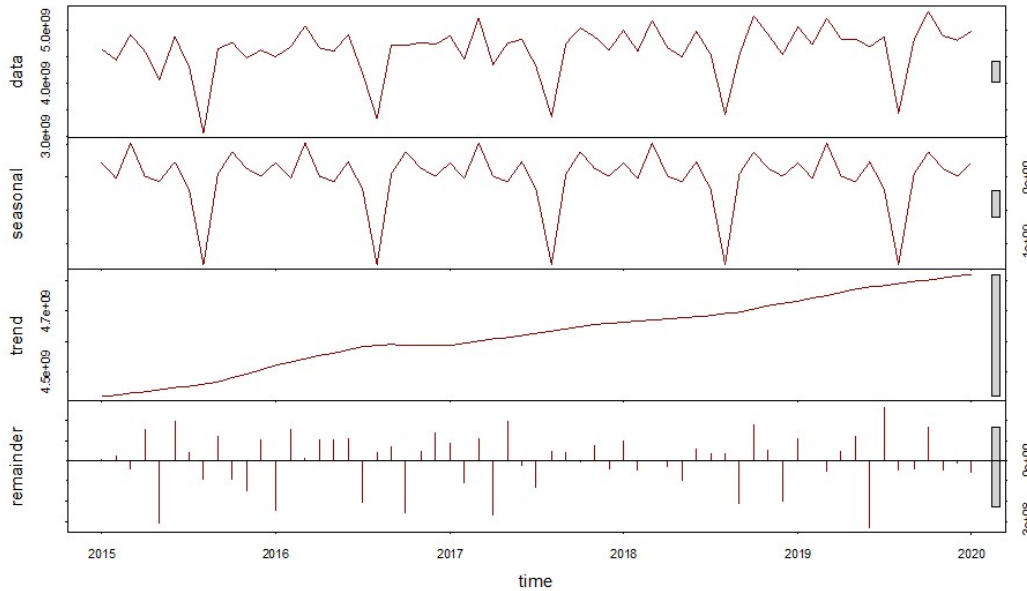


FIGURE 3.3 – Décomposition STL de la série temporelle

Dans ce mémoire, la décomposition de Y_t s'écrit :

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$$

où :

- T_t reflète les changements à long terme dans les dépenses de santé.
- S_t capture les variations périodiques qui se répètent chaque année.
- ε_t représente les fluctuations aléatoires non expliquées par les autres composants.

Etape 1 : Identification et élimination de la saisonnalité

La présence d'une saisonnalité est observable grâce à l'analyse de la fonction d'autocorrélation (ACF) de la série temporelle. En effet, les dépenses mensuelles de santé sont amenées à se ressembler par cycle de 12 mois.

La première étape de la modélisation consiste donc en l'élimination de la composante saisonnière S_t pour obtenir la série ajustée Y_t^{adj} calculée de la manière suivante :

$$Y_t^{adj} = Y_t - S_t$$

Etape 2 : Identification et élimination de la tendance de la série désaisonnalisée

De la même manière, la tendance de la série est éliminée pour donner une nouvelle série Y_t^{det} telle que :

$$Y_t^{det} = Y_t^{adj} - T_t$$

Avant de passer à la phase d'estimation des coefficients du modèle, il était nécessaire de s'assurer que la série obtenue jusqu'ici est bien stationnaire. Pour cela, les résultats des tests ADF et KPSS qui ont été réalisés sur la série Y_t^{det} sont présentés dans le tableau 3.1.

	Test ADF	Test KPSS	Conclusion
P-value obtenue	0,02156	0,1	<i>Série stationnaire</i>

TABLE 3.1 – P-values des tests ADF et KPSS

Les 2 tests statistiques s'accordent sur la stationnarité de la série Y_t^{det} . Cela signifie que la série temporelle ne requiert pas d'uniformisation par la différenciation comme le propose un modèle ARIMA. Le modèle privilégié à ce stade est donc un modèle ARMA.

L'estimation

Dans ce mémoire, le choix du modèle de prédiction repose sur l'analyse des critères AIC et BIC. Dans ce sens, même si la stationnarité observée suggère la modélisation de la série par un processus ARMA, le choix a été fait d'inclure un modèle ARIMA dans le panel de modèles comparés. En effet, si l'ajout d'une différenciation ($d=1$) dans un modèle ARIMA réduit significativement l'AIC par rapport à un modèle ARMA, cela pourrait indiquer que, même si les tests de stationnarité suggèrent une série stationnaire, un léger ajustement (différenciation) pourrait mieux capturer certaines tendances sous-jacentes ou structures saisonnières.

Les modèles comparés sont les suivants :

- Modèle 1 : Modèle généré par la fonction *auto_arima* du package "forecast" du logiciel R.
- Modèle 2 : Modèle dont les ordres p et q du modèle ARMA ont été déterminés par l'analyse des corrélogrammes simple (ACF) et partiel (PACF).
- Modèle 3 : Inclusion d'un ordre d au Modèle 2. Les ordres p et q restent inchangés.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
	ARMA(2,0)	ARMA(5,2)	ARIMA(5,1,2)
AIC	2433,89	2425,84	2395,38
BIC	2440,22	2444,84	2412,26

TABLE 3.2 – Synthèse des modèles obtenus

Comme le montre le tableau 3.2, le modèle le plus performant selon les critères AIC et BIC est le modèle ARIMA(5,1,2). Dans la suite de l'analyse, il s'avérera que ce modèle présente également de meilleurs résidus que les 2 autres.

Le ARIMA(5,1,2) est donc le modèle retenu pour la modélisation des dépenses de santé globales.

Le diagnostic

La phase de diagnostic correspond à l'analyse des coefficients et des résidus du modèle obtenu. Avoir des résidus blancs est crucial car cela indique que le modèle a capturé toutes les informations systématiques dans les données et que ce qui reste est essentiellement du bruit aléatoire. Si les résidus ne sont pas blancs, cela signifie que le modèle n'a pas bien ajusté les données et qu'il existe encore des structures ou

des patterns non capturés par le modèle.

```
Call:
arima(x = detrended_data, order = c(5, 1, 2))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ma1      ma2
-0.0076  0.1320  0.1387 -0.2762 -0.2529 -1.9962  0.9998
s.e.    0.1267  0.1184  0.1163  0.1169  0.1273  0.0870  0.0870

sigma^2 estimated as 7.737e+15:  log likelihood = -1189.69,  aic = 2395.38
```

FIGURE 3.4 – Sortie R du modèle ARIMA(5,1,2)

Ici, l'équation du modèle est donc :

$$Y_t = -0,008 * Y_{t-1} + 0,132 * Y_{t-2} + 0,139 * Y_{t-3} - 0,276 * Y_{t-4} - 0,253 * Y_{t-5} + \varepsilon_t - 1,996 * \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_{t-2}$$

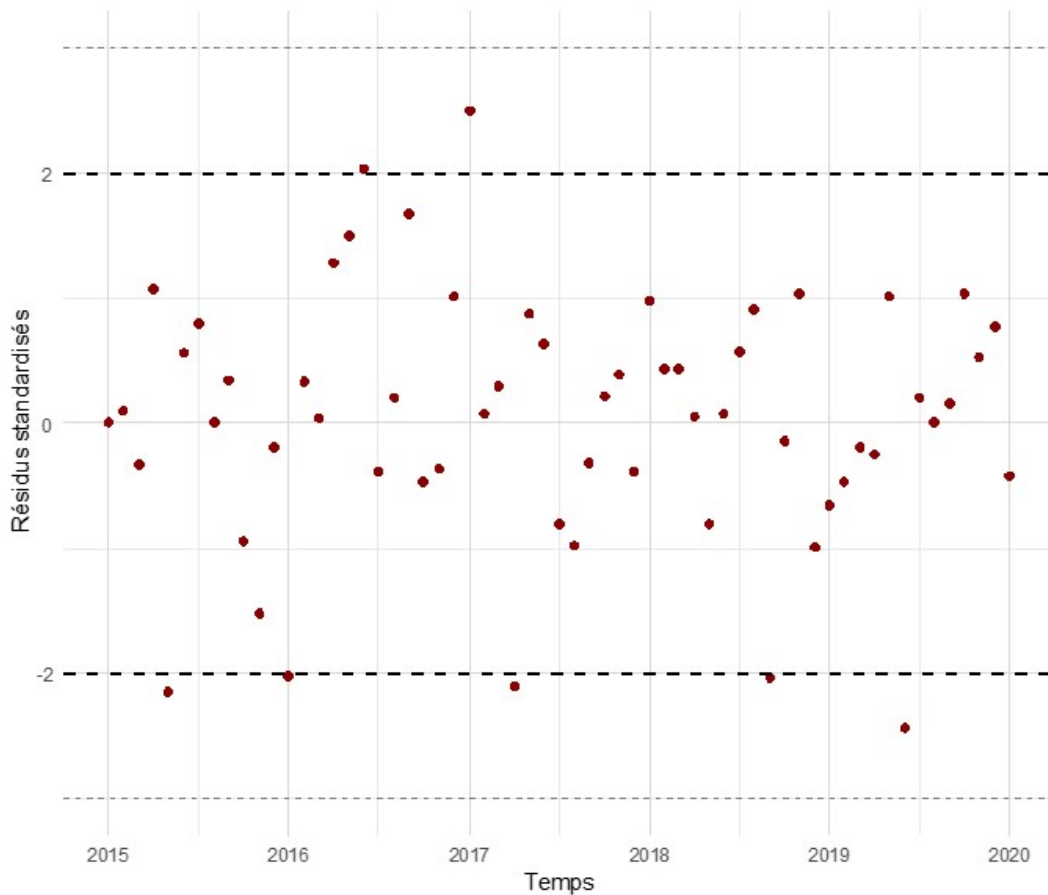


FIGURE 3.5 – Visualisation des résidus standardisés du modèle

A première vue, les résidus du modèle semblent aléatoires et sans motif évident. Bien que quelques points se trouvent en dehors de l'intervalle $[-2;2]$, ces derniers restent relativement proches des bornes et toujours à l'intérieur de l'intervalle $[-3;3]$. Ils doivent cependant subir quelques tests afin de s'assurer qu'ils

sont bien des bruits blancs.

- **Absence d'autocorrélation** : Les résidus ne doivent pas montrer de corrélation avec leurs valeurs passées. Cela signifie qu'il ne doit y avoir aucune structure ou motif détectable dans les résidus à travers le temps.

Le corrélogramme simple des résidus (figure 3.6) ne montre aucun lag significatif, n'indiquant aucune autocorrélation significative dans les résidus.

Parallèlement, le test de Ljung-Box appliqué aux résidus indiquant une p-value de 0,66 vient confirmer l'absence d'autocorrélation des résidus.

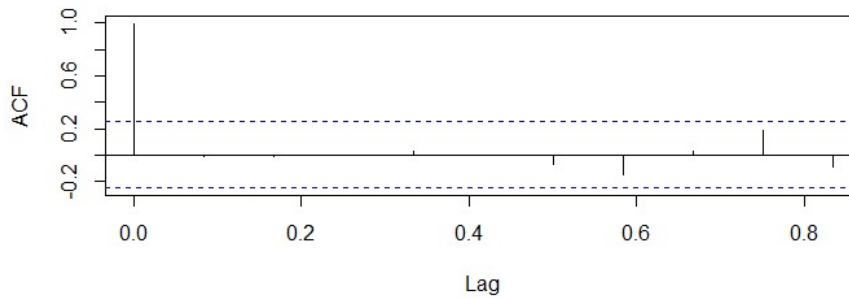


FIGURE 3.6 – ACF des Résidus

- **Homoscédasticité** : Les résidus doivent avoir une variance constante, également appelée homoscédasticité. Cela signifie que la dispersion des résidus reste la même à travers le temps. Avec une p-value égale à 0,72 ($> 0,05$), le test de Breusch-Pagan vient confirmer l'homoscédasticité des résidus.

De la même manière, l'analyse de l'ACF des résidus élevés au carré révèle des autocorrélations proches de 0 à tous les lags.

- **Distribution normale** : Bien que ce ne soit pas toujours nécessaire, il est souvent souhaité que les résidus suivent une distribution normale. Cela facilite les tests statistiques et les prévisions basées sur le modèle.

L'analyse visuelle par le diagramme quantile-quantile et l'histogramme des résidus (figure 3.7) ainsi que les p-values élevées des tests de Shapiro-Wilk et de Jarque-Bera (respectivement 0,121 et 0,364) viennent confirmer leur caractère normal.

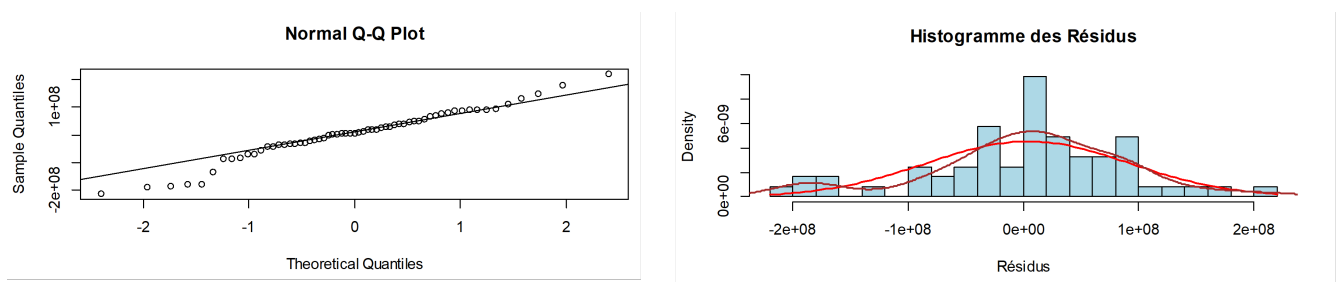


FIGURE 3.7 – Analyse de la normalité des résidus

- **Moyenne nulle** : Les résidus doivent avoir une moyenne nulle, c'est-à-dire qu'ils sont centrés autour de zéro. Cela garantit qu'il n'y a pas de biais systématique dans les erreurs.

Ici, la moyenne des résidus est égale à $3,86e10^6$. Elle est négligeable face aux observations étudiées ici.

Le diagnostic a ainsi permis d'analyser et de valider le caractère de bruit blanc des résidus du modèle

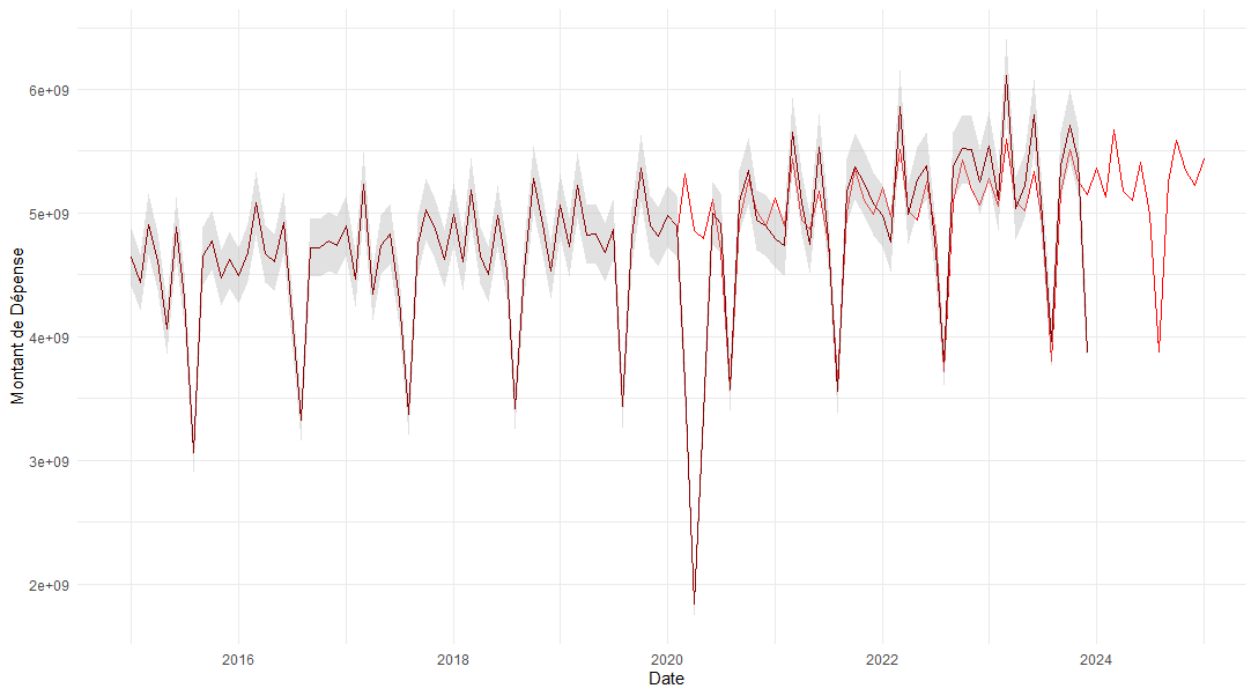


FIGURE 3.8 – Backtesting du modèle dépenses globales

Mis à part les périodes significativement affectées par la pandémie de COVID-19 (dont la correction fait l’objet de la section suivante 3.2.2), le backtesting du modèle ARIMA prouve que les prévisions générées par le modèle sont généralement fiables, mais qu’elles présentent également quelques écarts notables de fluctuations par rapport aux données réelles. Les résultats montrent une tendance générale à sous-estimer les dépenses de santé, en particulier à partir de 2021. Cette sous-estimation qui semble s’accroître au fil du temps renforce cependant l’idée que cette tendance pourrait être liée à l’impact de la réforme 100% santé. Comme le modèle a été calibré sur les observations de 2015 à 2019, il ne pouvait pas anticiper les impacts de cette réforme.

La majorité des prévisions du modèle se situent à l’intérieur de l’intervalle de confiance de 5% autour des données réelles, ce qui témoigne tout de même d’un bon niveau de fiabilité. Ce résultat indique que, malgré quelques fluctuations importantes, le modèle est capable de fournir des estimations utiles pour l’analyse des dépenses de santé.

Synthèse des 4 autres séries

Dans le tableau 3.3 sont exprimés les modèles obtenus pour les postes Audiologie, Optique, Dentaire et Non concernés par 100% Santé après application de la méthode de Box et Jenkins. La méthodologie détaillée et les diagnostics pour chaque poste sont détaillés en Annexe B.1 à B.15.

Audiologie	Optique	Dentaire	Autres postes
ARIMA(3,1,3)	ARIMA(1,1,2)	ARIMA(4,1,4)	ARIMA(5,1,6)

TABLE 3.3 – Synthèse des modèles obtenus par poste

3.2.2 Correction des données pour les impacts de la pandémie de COVID-19

Le modèle déterminé précédemment sert de base à la construction d'un scénario dit "neutre de COVID-19". En effet, le but de ce mémoire étant l'analyse des effets de la réforme 100% Santé, il est nécessaire de préalablement isoler les ruptures saisonnières dans les dépenses de santé dues à la pandémie de COVID-19. Dans la suite de cette analyse, l'hypothèse est faite que **seule la pandémie de COVID-19 constitue un bouleversement significatif de la consommation de soins sur la période étudiée**. Dans ce sens, isoler ces impacts permettrait la mise en lumière des ruptures liées à la réforme du 100% Santé uniquement.

Dans cette sous-section, une nouvelle série temporelle est créée pour chaque poste ou groupement de poste analysé. Cette série est équivalente aux données réelles de la base DAMIR sur la période 2015 à 2023, à l'exception des dépenses relevées sur certaines périodes significativement impactées par la pandémie de COVID-19.

Identification des périodes aux impacts significatifs

Le mémoire de Stasinski ([22]) a analysé les impacts sur les dépenses de santé des 5 principaux postes de consommation des français sur la période de la pandémie. De cette analyse, il est ressorti que les dépenses associées aux postes de soins subissent les effets les plus significatifs lors de confinements nationaux. Notamment, le premier confinement s'est avéré particulièrement impactant pour tous les postes de soins. Le deuxième confinement également, mais dans une moindre mesure. Au contraire, les mesures moins restrictives, comme les couvre-feux ou les confinements instaurés localement, n'ont pas paru affecter les dépenses de soins significativement. Il en est de même pour les périodes post-confinement, où aucuns rattrapages particuliers n'avaient été identifiés.

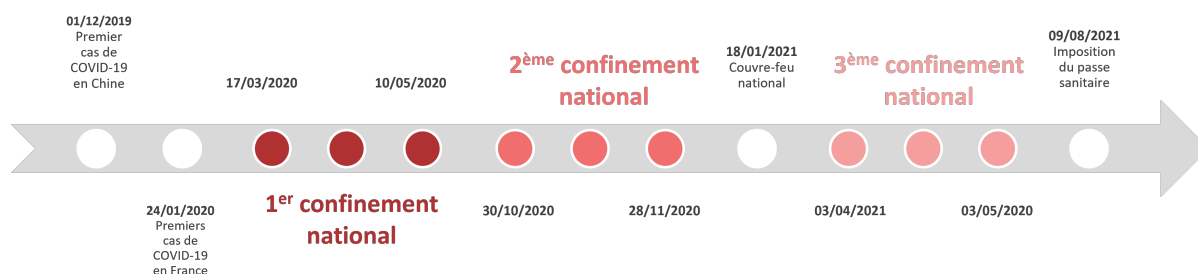


FIGURE 3.9 – Chronologie de la pandémie de COVID-19

La campagne de vaccination contre la COVID-19 a démarré le 27 décembre 2020 en France. Au 6 avril 2021, 14,2% des français avaient reçu au moins une dose de vaccin contre la COVID-19. Cet effet, combiné à la durée du troisième confinement (1 mois, identique à celle du deuxième confinement et divisée par 2 par rapport au premier confinement) laisse à penser que l'impact sur les dépenses de santé s'essouffera lors du troisième confinement, dans la lignée de ce qui a été observé lors du deuxième confinement.

Dans ce cadre, **les effets sur la période relative au troisième confinement sont considérés négligeables**. Cette période ne fera donc l'objet d'aucune correction dans la suite de cette sous-section.

Ainsi, le choix est fait d'effectuer des corrections sur les périodes suivantes uniquement :

- De mars 2020 à mai 2020 (Premier confinement national)

— En novembre 2020 (Deuxième confinement national)

Correction des données affectées par la pandémie

Les écarts entre les prédictions du modèle et les données originales sont représentés par la figure 3.10. Comme attendu, l'écart observé dans les dépenses de santé sur la période du deuxième confinement est négligeable par rapport à la chute observée lors du premier confinement.

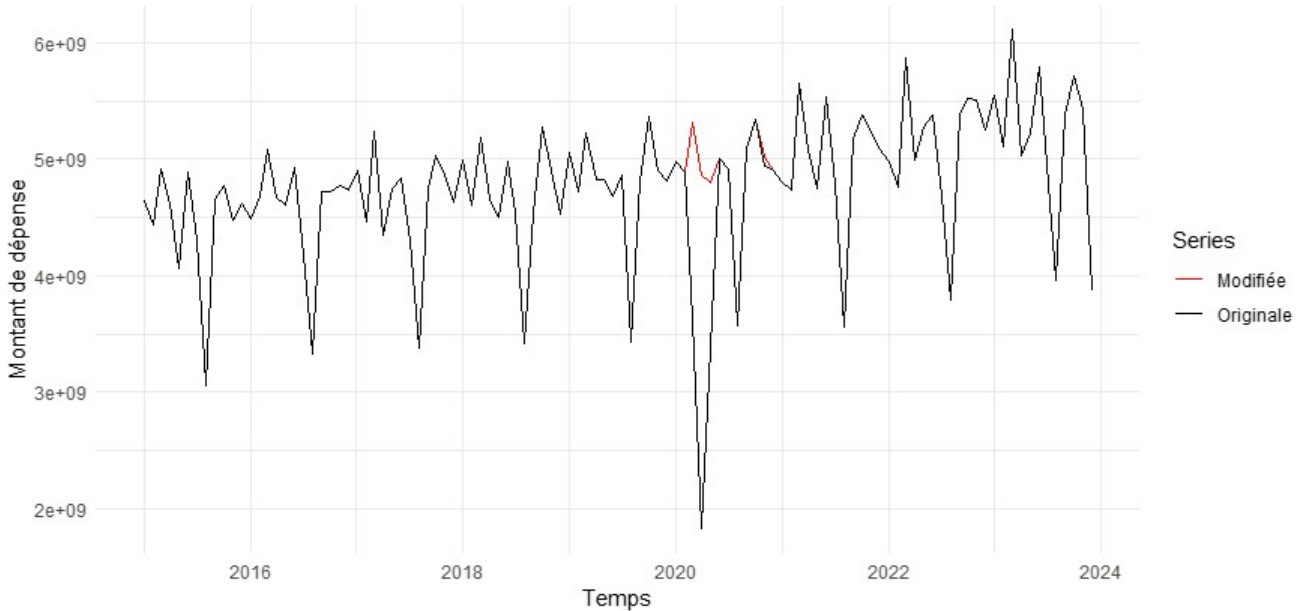


FIGURE 3.10 – Visualisation Série originale vs Série avec corrections

Finalement, la série "neutre de COVID-19" obtenue après corrections est représentée en figure 3.11.

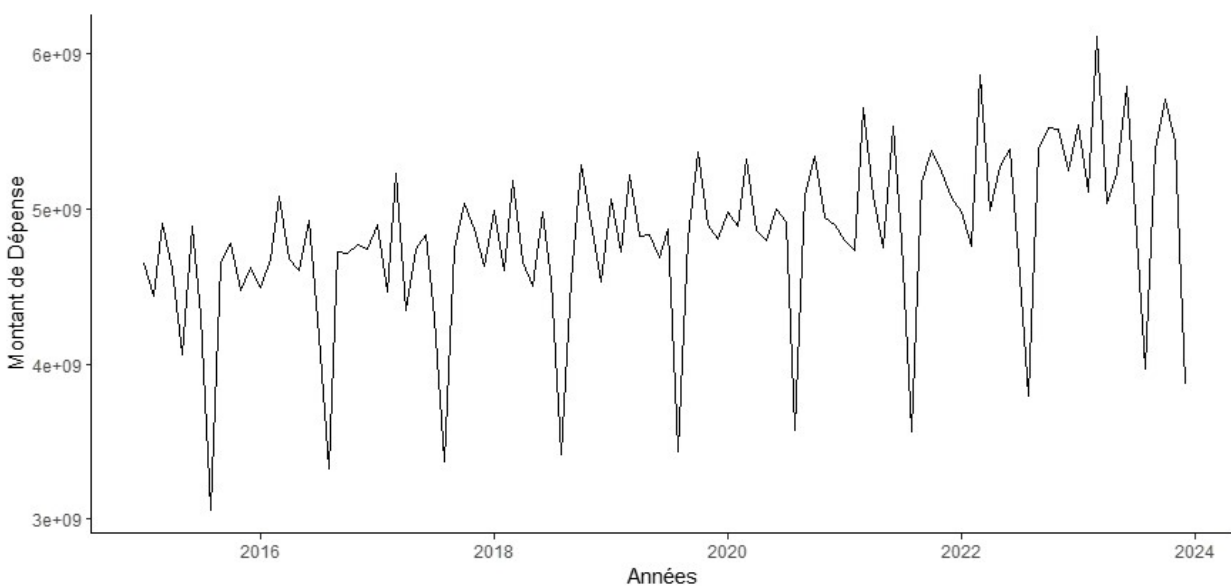


FIGURE 3.11 – Visualisation de la série corrigée

C'est sur cette série corrigée que les tests seront effectués pour identifier une possible rupture de tendance suite à la réforme du 100% Santé.

Synthèse des 4 autres séries

Pour chaque postes ou groupement de postes, les modèles précédemment élaborés ont, de la même manière, servis à la projection et à l'isolation des effets de la pandémie de COVID-19. Les figures 3.12 à 3.15 représentent les allures générales des séries et les corrections effectuées sur les données relatives aux 4 postes ou groupement de postes analysés.

AUDIO

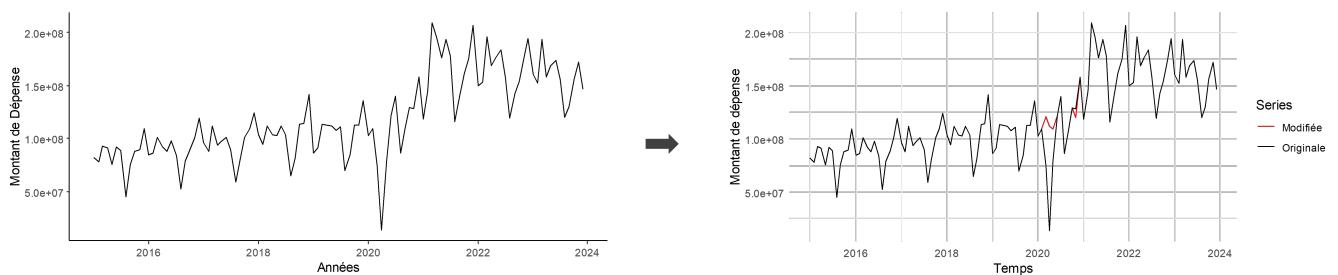


FIGURE 3.12 – Corrections COVID-19 effectuées sur le poste Audiologie

DENTAIRE

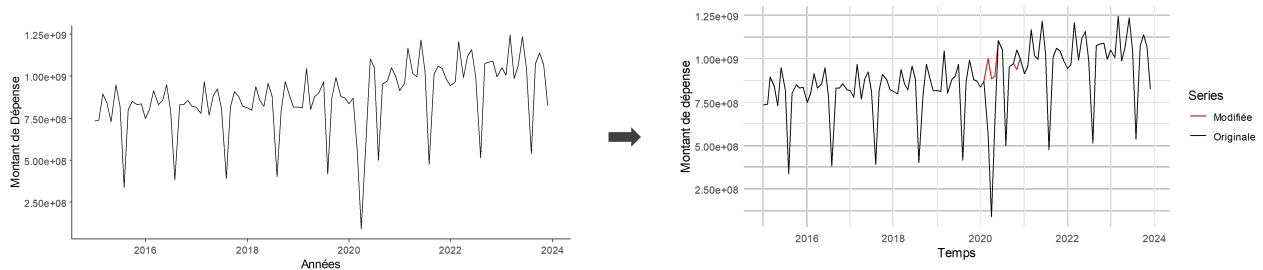


FIGURE 3.13 – Corrections COVID-19 effectuées sur le poste Dentaire

OPTIQUE

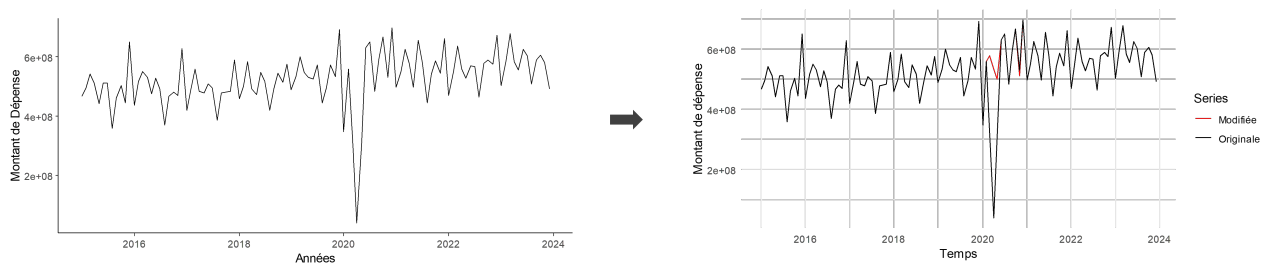


FIGURE 3.14 – Corrections COVID-19 effectuées sur le poste Optique

AUTRES POSTES

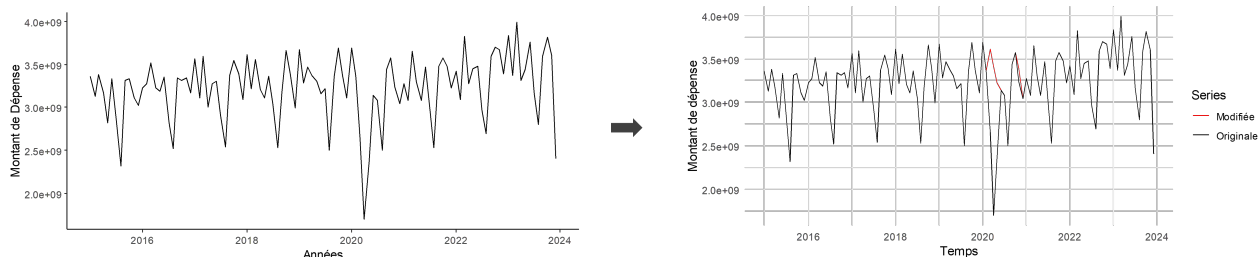
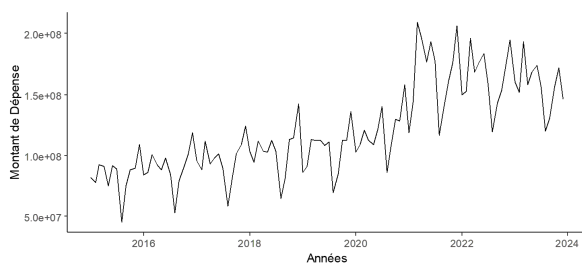


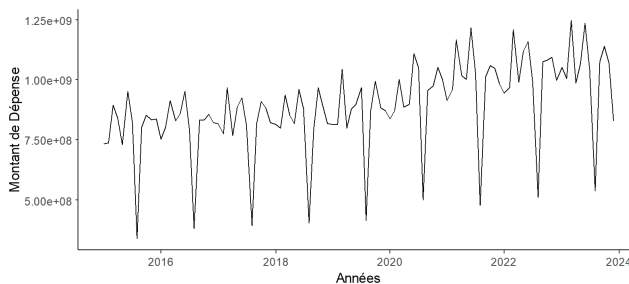
FIGURE 3.15 – Corrections COVID-19 effectuées sur les postes hors 100% Santé

Finalement, les nouvelles séries pour chaque poste ou groupement de postes sont représentées en figure 3.16.

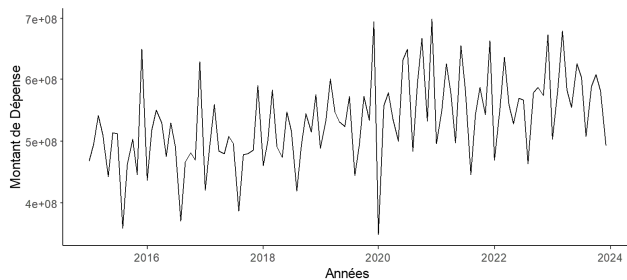
AUDIO



DENTAIRE



OPTIQUE



AUTRES POSTES

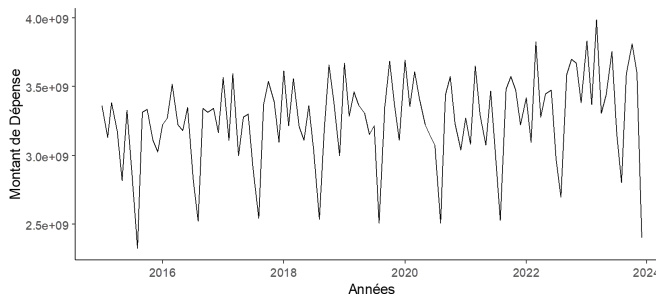


FIGURE 3.16 – Synthèse des séries corrigées

3.3 Analyse de l'impact direct et indirect de la réforme sur la sinistralité

Afin d'analyser les effets spécifiques de la réforme 100% Santé sur la sinistralité, cette sous-partie commence par l'étude des tendances générales des cinq séries élaborées précédemment, à l'aide du test statistique de Mann-Kendall. Cette approche permettra de dégager les tendances globales avant de recourir aux modèles de ruptures structurelles, qui permettront ensuite de détecter et d'examiner les points de changements significatifs dans les tendances des dépenses de santé.

Dans un premier temps, le test de Mann-Kendall est utilisé pour déterminer si, au global, les séries de dépenses montrent une tendance croissante, décroissante ou s'il n'y a pas de tendance significative au fil du temps.

Dans un second temps, le modèle de rupture structurelle (Structural Breaks Model) va viser à identifier les moments où des changements significatifs se sont produits dans les séries temporelles des dépenses de santé, en lien avec la mise en place de la réforme 100% Santé.

Les analyses de cette sous-section sont effectuées sur le logiciel R grâce aux fonction *breakpoints* et *sctest* du package "strucchange".

La fonction *breakpoints* est utilisée pour détecter des ruptures structurelles dans des séries temporelles ou des modèles de régression. Pour ce faire, elle ajuste un modèle de régression linéaire par morceaux, où la série est divisée en segments entre les points de rupture. Le modèle est ajusté pour chaque segment, avec des paramètres constants au sein de chaque segment mais différents entre les segments. Autrement dit, la fonction suppose un modèle de régression linéaire de la forme $y_t = \beta_j + \varepsilon_t$, où les paramètres β_j (le coefficient du j-ième segment) et ε_t (l'erreur) peuvent changer aux points de rupture.

La fonction *sctest* est principalement utilisée pour effectuer des tests statistiques de changement structurel. Ce mémoire se sert du test de Chow (disponible via la fonction *sctest*) afin d'analyser la significativité des points de ruptures trouvés.

3.3.1 Tendances des dépenses de santé : globale et postes 100% Santé

Dans un premier temps, cette sous-section analyse les séries relatives aux dépenses globales puis celles relatives aux postes concernés par la réforme du 100% Santé. Dans la sous-section suivante, ces résultats seront comparés aux analyses effectuées sur la série relative aux postes non concernés par la réforme 100% Santé.

Les résultats du test de Mann-Kendall effectué sur les 4 séries sont disponibles dans le tableau 3.4.

	P-value	τ
Globales	$p < 2,2e-16$	0,40
Audiologie	$p < 2,2e-16$	0,61
Dentaire	$p < 2,2e-16$	0,47
Optique	$p < 2,2e-16$	0,36

TABLE 3.4 – Résultats du test de Mann-Kendall sur les postes 100% Santé et dépenses globales

Les résultats du test de Mann-Kendall sur les dépenses mensuelles révèlent des tendances significatives pour l'ensemble des séries examinées : globales, audiologie, dentaire et optique. Les p-values sont toutes inférieures à $2,2e-16$, indiquant que les tendances observées ne sont pas dues au hasard. Le coefficient de Kendall τ , qui mesure la force de la tendance monotone, varie selon les postes de dépenses. L'audiologie

présente la tendance la plus marquée avec un τ de 0,61, suggérant une augmentation significative des dépenses au fil du temps. Les dépenses dentaires ($\tau=0,47$) et globales ($\tau = 0,40$) montrent également des tendances croissantes notables. Enfin, les dépenses en optique affichent une tendance positive plus modérée avec un τ de 0,36. Ces résultats suggèrent une augmentation significative des dépenses sur tous les postes, avec une intensité particulièrement forte pour l'audiologie.

L'analyse se poursuit avec les modèles de ruptures structurelles, qui permettront de détecter les points de rupture significatifs au sein des séries. Cette approche combinée offre une vision complète, reliant les tendances de fond aux variations plus ponctuelles dans les dépenses de santé.

```
Call:
breakpoints.formula(formula = time_serie_no_covid ~ 1)

Breakpoints at observation number:

m = 1      57
m = 2     45  80
m = 3     32  57  92
m = 4     20  45  68  92
m = 5     20  39  56  74  92

Corresponding to breakdates:

m = 1      2019(9)
m = 2     2018(9) 2021(8)
m = 3     2017(8) 2019(9) 2022(8)
m = 4     2016(8) 2018(9) 2020(8) 2022(8)
m = 5     2016(8) 2018(3) 2019(8) 2021(2) 2022(8)

Fit:

m   0      1      2      3      4      5
RSS 3.210e+19 2.699e+19 2.587e+19 2.552e+19 2.529e+19 2.540e+19
BIC 4.661e+03 4.652e+03 4.656e+03 4.664e+03 4.673e+03 4.683e+03
```

FIGURE 3.17 – Sortie R de la fonction *breakpoints* sur les données corrigées de dépenses globales

Le summary de la fonction indique un BIC minimal pour $m = 1$, suggérant l'optimalité d'un modèle à 1 seule rupture. La rupture est repérée à la position 57 de la série de données, soit en **septembre 2019**. La significativité de cette rupture peut être analysée grâce au test de Chow.

```
chow test

data: time_serie_no_covid ~ 1
F = 14.673, p-value = 0.000217
```

FIGURE 3.18 – Sortie R de la fonction *sctest* pour le test de Chow sur la série des dépenses globales

La faible valeur de la p-value ($< 0,05$) confirme la significativité de la rupture tandis que la valeur de la statistique de test F renseigne sur la force de cette rupture. Cette valeur doit être comparée aux statistiques F des autres modèles élaborés (cf tableau 4.7).

Cette rupture dans la dépense de santé globale est cohérente dans sa corrélation avec la mise en place de la réforme du 100% Santé. En effet, ce décalage entre l'entrée en vigueur de la réforme en janvier 2019 et le point de rupture observé peut être justifié par le fait que l'impact d'une réforme aussi significative que 100% Santé peut nécessiter plusieurs mois avant de se manifester pleinement dans les données de dépenses de santé. Les assurés doivent d'abord prendre connaissance des nouvelles dispositions, puis ajuster leur

comportement de consommation médicale en conséquence.

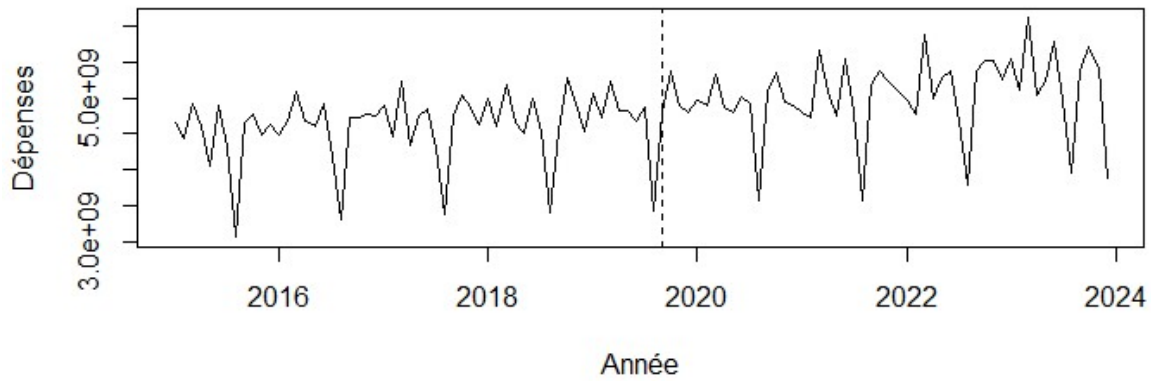


FIGURE 3.19 – Sortie R des dépenses de santé globales avec la rupture structurelle modélisée

A ce stade, il est possible d'affirmer qu'une rupture dans les dépenses de santé est observable dans une temporalité cohérente avec la mise en place de la réforme. Il n'est cependant pas encore possible de conclure que cette rupture est due à la réforme.

Dans ce cadre, la même analyse est effectuée sur les postes en lien avec la réforme.

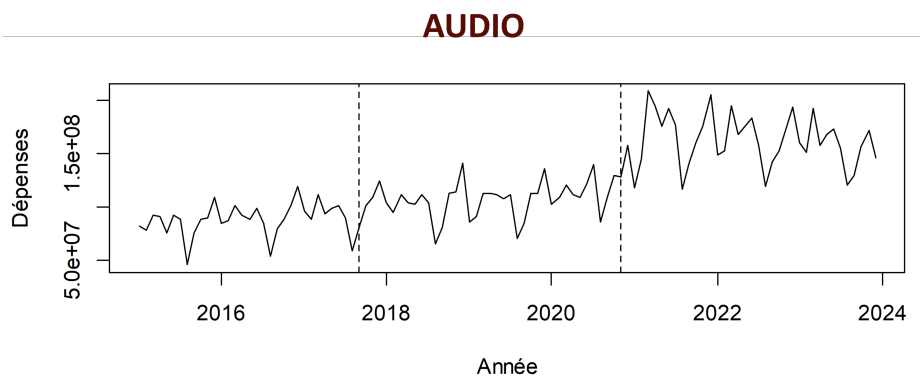


FIGURE 3.20 – Sortie R pour le poste Audiologie avec la rupture structurelle modélisée

DENTAIRE

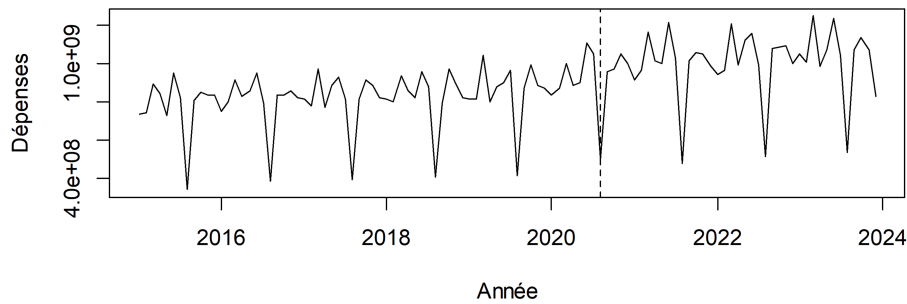


FIGURE 3.21 – Sortie R pour le poste Dentaire avec la rupture structurelle modélisée

OPTIQUE

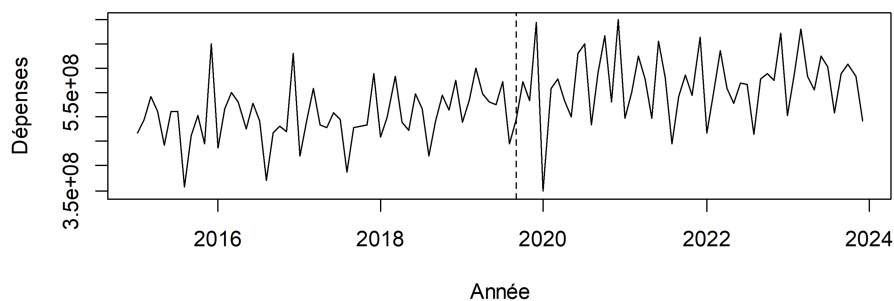


FIGURE 3.22 – Sortie R pour le poste Optique avec la rupture structurelle modélisée

Pour les postes Optique et Dentaire, l’optimalité selon le critère BIC est atteinte pour un modèle à $m = 1$ rupture. A l’inverse, pour le poste Audiologie, le modèle possédant $m = 2$ ruptures s’avère le plus optimal selon le critère BIC.

Le détail des sorties R associées est disponible en Annexe B.25.

Pour tous les postes, la rupture observée est haussière. Il est cependant nécessaire d’observer les postes un à un pour étudier la relation entre ces ruptures et la mise en place du 100% Santé.

Pour le poste Audiologie, la première rupture identifiée fait exception puisqu’elle se situe en septembre 2017, soit plus d’1 an avant la mise en place de la réforme du 100% Santé. Cette rupture s’explique par l’entrée en vigueur courant 2017 d’une série de réformes et de changements réglementaires concernant l’audiologie en France. La principale mesure a été l’entrée en vigueur du décret n° 2017-1201 du 27 juillet 2017, qui a réformé les conditions de délivrance et de prise en charge des appareils auditifs. Ce décret a introduit une revalorisation des prestations de l’Assurance Maladie et a imposé de nouvelles obligations aux audioprothésistes. Cette réforme a été complétée par l’arrêté du 14 novembre 2016, qui a modifié les conditions de prise en charge des aides auditives, entraînant une augmentation du remboursement pour les prothèses auditives à partir du 1er janvier 2017. En parallèle, une augmentation des plafonds de remboursement pour les appareils auditifs des enfants est entrée en vigueur le 1er janvier 2017, facilitant l’accès à des appareils auditifs pour les jeunes patients.

La combinaison de ces réformes a donc entraîné une hausse des dépenses de santé en audiologie à partir

de septembre 2017 et au cours des mois suivants. Cette rupture s'explique mais se trouve hors périmètre de cette étude. Elle sera donc mise de côté afin de se concentrer sur la 2ème rupture observée.

La deuxième rupture du poste audiologie se situe en **novembre 2020**. Pour ce poste, les premiers dispositifs auditifs de classe A deviennent accessibles avec un reste à charge réduit dès janvier 2020. Cependant, la mise en place complète, avec remboursement intégral, est prévue pour le 1er janvier 2021. La rupture en novembre 2020, juste avant la mise en place complète en janvier 2021, peut indiquer une anticipation de la part des consommateurs. Étant donné le prix élevé des prothèses auditives, la réduction du reste à charge a été une incitation suffisante pour que les patients commencent à s'équiper avant l'entrée en vigueur du remboursement intégral. Ce pic peut également refléter un rattrapage des consultations et des achats retardés plus tôt en 2020, notamment en raison du contexte pandémique.

Pour le poste Dentaire, la modèle indique une rupture à la hausse en **août 2020**. Le 1er janvier 2020, la réforme introduit un panier 100% Santé pour certains soins dentaires prothétiques, avec des tarifs plafonnés et des options entièrement remboursées. La rupture des dépenses en août 2020, environ huit mois après le début de la réforme, suggère que les patients ont mis du temps à prendre conscience des nouvelles possibilités ou à décider de procéder à des soins dentaires coûteux qu'ils avaient peut-être reportés. Ce décalage pourrait aussi être lié à des facteurs externes, comme les conséquences du confinement dû à la pandémie de COVID-19, qui aurait retardé certaines consultations dentaires jusqu'à ce que la situation sanitaire se stabilise.

Pour le poste Optique, le modèle indique une rupture à la hausse en **septembre 2019**. Le 1er janvier 2019 marque le début de l'application des plafonds de prix pour les montures et de l'obligation pour les opticiens de proposer des lunettes de classe A, entièrement remboursées. La rupture à la hausse des dépenses en septembre 2019, soit environ neuf mois après le début de la réforme, peut s'expliquer par un effet d'adoption progressif. Les consommateurs ont d'abord pris le temps de comprendre les nouvelles options disponibles et de planifier leurs achats en conséquence. Le temps d'appropriation des informations de la réforme par le public, combiné à des décisions d'achat souvent saisonnières (comme la rentrée scolaire), a pu provoquer une augmentation notable des dépenses à partir de ce moment précis.

La significativité de ces ruptures est confirmée par la test de Chow. Les résultats retranscrits dans le tableau 4.7 valident la significativité des ruptures structurelles puisque leurs p-values sont largement inférieures au seuil de significativité de 5% considéré dans ce mémoire. De plus, la statistique de test F donne de l'information sur la force de la rupture. Notamment, il est intéressant d'observer qu'en plus d'être significative, la rupture observée sur l'Audiologie est significativement plus forte que les ruptures des postes Dentaire et Optique, dont la force des ruptures observées est comparable.

	F	P-value
Audiologie	97,48	p < 2,2e-16
Dentaire	33,20	p = 8,2e-08
Optique	31,31	p = 1.7e-07

TABLE 3.5 – Résultats du test de Chow sur les postes 100% Santé, obtenus grâce à la fonction *sctest*

Les sorties R des 3 tests sont disponibles en Annexe B.26.

3.3.2 Tendance des dépenses de santé : Autres postes et synthèse

Dans la sous-section précédente, il a été observé des ruptures de tendance dans les dépenses de santé globales ainsi que dans les dépenses relatives aux postes concernés par la réforme.

Dans ce cadre, la même analyse est effectuée sur la série de données relative aux postes non concernés par la réforme.

Dans la lignée de la section précédente, le test de Mann-Kendall est appliqué sur les "Autres postes", dont les résultats sont exposés dans le tableau 3.6.

	P-value	τ
Autres postes	0,0038	0,20

TABLE 3.6 – Résultat du test de Mann-Kendall sur les postes non concernés par 100% Santé

En comparant les résultats des "Autres postes" avec ceux des postes 100% Santé (Audiologie, Dentaire, Optique) et les dépenses globales, on observe des différences notables tant en termes de significativité statistique que d'intensité de la tendance. Le poste "Autres" présente une p-value de 0,0038, ce qui indique que la tendance est statistiquement significative, mais moins fortement que pour les autres postes où les p-values étaient toutes inférieures à $2,2e-16$. Cette différence suggère que, bien que la tendance soit présente dans le poste "autre", elle est moins évidente que dans les autres catégories. Le coefficient de Kendall τ pour les "Autres postes" est de 0,20, ce qui indique une tendance croissante modérée. Ce τ est nettement plus faible que ceux observés pour les postes d'audiologie ($\tau = 0,61$), dentaire ($\tau = 0,47$), globales ($\tau = 0,40$) et optique ($\tau = 0,36$). Cela signifie que l'augmentation des dépenses dans les "Autres postes" est moins marquée comparée aux autres catégories, notamment à l'audiologie où la tendance est la plus forte.

```

Call:
breakpoints.formula(formula = time_serie_no_covid_autres ~ 1)

Breakpoints at observation number:

m = 1          80
m = 2    20    92
m = 3     32    64 80
m = 4     20    45 64 80
m = 5     16 32 48 64 80

Corresponding to breakdates:

m = 1                                2021(8)
m = 2    2016(8)                      2022(8)
m = 3     2017(8)                      2020(4) 2021(8)
m = 4     2016(8)                      2018(9) 2020(4) 2021(8)
m = 5     2016(4) 2017(8) 2018(12) 2020(4) 2021(8)

Fit:
m    0    1    2    3    4    5
RSS 1.159e+19 1.083e+19 1.051e+19 1.038e+19 1.025e+19 1.032e+19
BIC 4.551e+03 4.553e+03 4.559e+03 4.567e+03 4.575e+03 4.585e+03
    
```

FIGURE 3.23 – Sortie R de la fonction *breakpoints* pour les postes hors 100% Santé

Comme l'indique la sortie R de la fonction *breakpoints*, le modèle de ruptures structurelles est optimal

pour $m = 0$ rupture.

L'absence de rupture dans la série de données relative aux postes hors 100% Santé suggère que, contrairement aux postes directement impactés par la réforme, les dépenses de santé associées à ces postes ont suivi une tendance stable, sans modification notable durant la période étudiée.

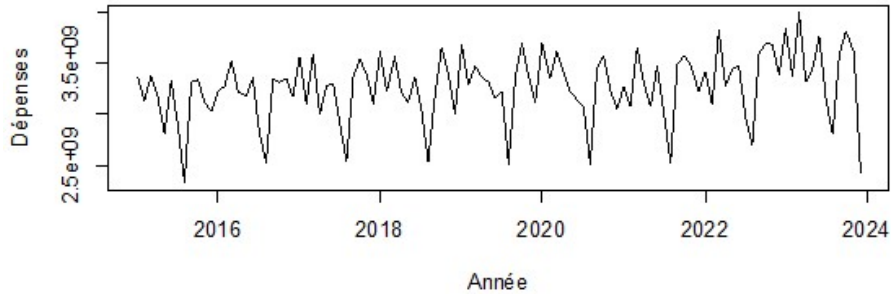


FIGURE 3.24 – Absence de rupture structurelle pour les postes hors 100% Santé

Synthèse

L'observation d'une rupture dans les dépenses globales de santé ainsi que dans les postes spécifiquement visés par la réforme du 100% Santé, en opposition à l'absence de rupture pour les postes non concernés, permet de conclure que la réforme a eu un impact significatif et ciblé sur les dépenses de santé en France. Dans ce cadre, 3 points clés sont à retenir :

- Un **impact ciblé** : Les ruptures observées dans les séries temporelles des postes Audiologie, Dentaire et Optique indiquent que la réforme a effectivement modifié le comportement des consommateurs et les dépenses associées à ces secteurs, dans la période postérieure à sa mise en œuvre.
- Une **évolution globale influencée** : L'effet combiné de ces ruptures sur les postes concernés se répercute logiquement sur les dépenses de santé globales, d'où la rupture observée dans la série temporelle correspondante.
- L'**absence d'impact sur les autres postes** : L'absence de rupture dans les postes non concernés valide l'hypothèse selon laquelle les fluctuations dans les dépenses pour les postes concernés sont le résultat direct des mesures introduites par cette réforme, plutôt que d'autres facteurs ou tendances sous-jacentes affectant l'ensemble du système de santé.

Chapitre 4

Identification des populations exposées : analyse et scoring

Le chapitre précédent a permis de démontrer, à travers des modèles de rupture structurelle et des tests de tendance, que la réforme a entraîné une augmentation notable des dépenses dans certains postes de soins. Cette analyse a révélé des changements significatifs dans les tendances de dépenses de santé avant et après la réforme, établissant ainsi une base solide pour examiner les répercussions individuelles de cette réforme.

Pour approfondir cette compréhension et permettre une gestion proactive des risques associés à la réforme, ce mémoire cherche à élaborer un outil de scoring destiné à identifier les individus sensibles à de potentielles augmentations dans leurs dépenses de santé. En contexte actuariel, le scoring désigne une méthode d'évaluation du risque individuel qui attribue un score ou une probabilité de survenue à un événement, tel qu'une augmentation des dépenses de santé. Basé sur des caractéristiques individuelles et des comportements de consommation, ce score aide à identifier les assurés susceptibles de subir des hausses de coûts, permettant aux assureurs de mieux adapter leurs stratégies de gestion des risques et de tarification. Ce nouvel outil sera développé à l'aide d'un modèle de régression logistique généralisée (GLM) basé sur la base de données DAMIR. En intégrant les caractéristiques individuelles et les comportements de consommation médicale, cet outil de scoring visera à prédire les individus dont les dépenses risquent de se modifier significativement en raison de la réforme.

Ce chapitre se concentrera sur la méthodologie employée pour construire cet outil de scoring, en détaillant les variables sélectionnées, les processus d'ajustement du modèle et les critères de validation. L'objectif est de fournir aux assureurs un instrument pratique pour évaluer le risque d'augmentation des dépenses chez leurs assurés et pour adapter leurs stratégies de gestion des risques en conséquence. En identifiant de manière précoce les personnes à risque, cet outil permettra de mieux anticiper et gérer les impacts financiers de la réforme 100% Santé.

4.1 Transformation des données et sélection des prestations de soins

Avant de sélectionner les natures de prestation composant les 3 postes de soins, certains ajustements sur les données sont effectués en complément des premiers traitements, détaillés en section 2.2 du chapitre 2.

Transformations complémentaires des données

Dans un premier temps, la variable "BEN_CMU_TOP", qui a été conservée jusqu'à maintenant, est

utilisée pour filtrer les actes médicaux afin de ne retenir que ceux concernant les non-bénéficiaires de la CMU-C. Cette distinction est nécessaire car le fonctionnement et les montants de remboursement des bénéficiaires de la CMU-C (Couverture Maladie Universelle Complémentaire) diffèrent significativement de ceux des assurés sociaux classiques. Les bénéficiaires de la CMU-C bénéficient de remboursements plus élevés, souvent à hauteur de 100%, sans avance de frais, ce qui peut entraîner des comportements de consommation médicale différents. Par conséquent, pour garantir la cohérence et la pertinence de l'analyse, il est crucial de séparer les données des non-bénéficiaires de la CMU-C de celles de ses bénéficiaires, afin de ne pas biaiser l'étude sur les dépenses de santé et la sinistralité des assurés sociaux ordinaires.

Dans un second temps, un ajustement sur la variable "Qualité du bénéficiaire" a été effectué. Le retraitement de cette variable permet de standardiser et de rendre plus cohérente la classification des bénéficiaires en fonction de leur âge. Cela simplifie les analyses en regroupant les bénéficiaires mineurs sous la même catégorie, corrige les éventuelles anomalies dans les données, et assure que les résultats reflètent plus précisément la réalité des populations étudiées face aux risques.

La méthodologie est la suivante :

- Si le bénéficiaire est un "Assuré" âgé de moins de 19 ans, sa qualité devient "Enfant"
- Si le bénéficiaire est un "Conjoint et assimilé" âgé de moins de 19 ans, sa qualité devient "Enfant"
- Si le bénéficiaire est un "Enfant" âgé de plus de 19 ans, sa qualité devient "Autre ayant-droit"
- Si le bénéficiaire est un "Autre ayant droit" âgé de moins de 19 ans, sa qualité devient "Enfant"

La répartition des lignes concernées est exprimée dans le tableau. 4.1.

Modalités	Proportion
"Assuré" + "âge < 19 ans"	4,1%
"Conjoint et assimilé" + "âge < 19 ans"	0,003%
"Enfant" + "âge > 19 ans"	0,3%
"Autre ayant droit" + "âge < 19 ans"	0,01%

TABLE 4.1 – Proportion des combinaisons de modalité retraitées

Le nombre de valeurs inconnues associées à la variable 'Qualité du bénéficiaire' s'élève à 330 en 2023, soit 0,0001% de la base. Le retraitement appliqué sur cette quantité (peu significative) de ligne est résumé par la figure 4.1.



FIGURE 4.1 – Traitement des valeurs inconnues

Le retraitement suivant a pour but de pallier aux données manquantes concernant la région de résidence des bénéficiaires (2% en 2023). Pour cela, la variable **EXE_INS_REG** relative à la région de localisation du professionnel de santé exécutant est utilisée afin de remplacer la donnée manquante. Ce

retraitement suppose qu'un bénéficiaire se fait généralement soigner dans sa région de résidence. Cette hypothèse est vérifiée par près de 65% des lignes de la base en 2023. Comme certaines lignes possèdent des données inconnues pour à la fois la région de résidence du bénéficiaire et la région de localisation du professionnel de santé exécutant, ce retraitement permet de retraiter uniquement 5 068 167 lignes (soit 1,2% de la base). Comme les données manquantes concernant la région de résidence du bénéficiaire ne représentent plus que 0,8% de la base, les lignes correspondantes ne sont pas prises en compte dans le cadre des modélisations GLM.

La variable EXE_INS_REG est ensuite retirée de la base.

En termes de stockage, la base globale est découpée en 27 (3 x 9) bases : par poste analysé (Audiologie, Dentaire et Optique), puis annuellement (de 2015 à 2023).

Modalités inconnues	Audiologie	Dentaire	Optique
Âge	0,045%	0,134%	0,082%
Sexe	0,005%	0,062%	0,039%

TABLE 4.2 – Proportions de valeurs inconnues au sein des 3 postes étudiés - Avant agrégation - Données 2015 à 2023

Au sein de chaque poste, les proportions de données inconnues concernant le sexe et l'âge du bénéficiaire sont négligeables (tableau 4.2) . Ces lignes ont également été retirées de l'analyse.

Une dernière sélection de variables a lieu, permettant de conserver uniquement les variables suivantes :

- Nature de prestation
- Sexe, âge, région de résidence et qualité du bénéficiaire
- Montant de dépense et quantité d'acte
- Année et mois de soins

Les données au sein de chaque poste sont ensuite agrégées.

Le dernier retraitement concerne la structure de la base. Dans le cadre de l'élaboration d'un scoring individuel des dépenses de santé, il est essentiel de disposer d'une base de **données par tête**, c'est-à-dire une base où chaque observation correspond à un individu. En effet, les données agrégées, qui regroupent des profils d'individus selon des critères comme le sexe, l'âge, la région et la qualité du bénéficiaire, ne permettent pas d'analyser directement les comportements ou les coûts individuels. Pour réaliser un scoring pertinent, il est donc nécessaire de convertir les données agrégées présentes dans la base DAMIR en informations par personne, afin d'estimer précisément les coûts pour chaque individu et de pouvoir modéliser les facteurs qui influencent ces dépenses.

En particulier, pour les postes Audiologie (prothèses auditives) et Optique (verres + monture), l'hypothèse peut être faite que les prestations associées sont "unitaires", c'est-à-dire qu'un individu n'effectuera pas 2 fois une prestation donnée au cours d'une même année. Cette hypothèse peut être formulée pour plusieurs raisons :

- Pour les **prothèses auditives**, le renouvellement de la prise en charge ne peut intervenir qu'après une **période de 4 ans**. Dans certains cas particuliers (dégradation rapide de l'appareil, changements physiologiques importants, etc.), un renouvellement anticipé peut être envisagé, mais cela reste une exception réglementée.

- La périodicité minimale de renouvellement d'un **équipement optique** complet est réglementée et varie en fonction de l'âge. Elle est annuelle pour les enfants de 6 à 16 ans et biennal pour les adultes de plus de 16 ans. Certaines conditions comme un changement notable de la vision ou des conditions médicales spécifiques peuvent cependant entraîner un renouvellement anticipé au bout d'1 an. Une enquête de 2016 effectuée par la DREES relève que le délai de renouvellement moyen pour un équipement complet est de **35 mois**. [23]
Il est cependant important de noter que la périodicité minimale de renouvellement des lunettes pour les enfants de moins de 6 ans est fixée à 6 mois et pourrait donc se produire biannuellement. Cette quantité, même si probablement peu significative, pourrait cependant induire un biais.
- Concernant les **prothèses dentaires**, il n'existe pas de périodicité réglementée aussi stricte que pour les équipements auditifs ou optiques. La prise en charge du renouvellement des prothèses dentaires est subordonnée à l'usure des appareils ou des dents ou à des modifications morphologiques de la bouche. Cependant, une prothèse dentaire est conçue pour durer plusieurs années, généralement entre 5 et 10 ans. La durée de vie d'une prothèse dépend de nombreux facteurs, tels que l'usure naturelle, l'hygiène bucco-dentaire du patient, ou encore des changements morphologiques. En pratique, les renouvellements annuels sont extrêmement rares.

En conclusion, ces actes sont généralement réalisés de manière ponctuelle et non répétitive sur une même période annuelle.

Sur la base de cette hypothèse, une nouvelle variable a été créée : le coût moyen par individu pour chaque prestation (**FLT_PAI_MNT_MOY**). Ce coût moyen est obtenu en divisant le montant total des dépenses associées à une prestation pour un groupe d'individus par la quantité d'actes observée. Cette variable du coût moyen sera utilisée comme **variable réponse dans les modèles prédictifs**, car elle représente le montant moyen dépensé par tête pour chaque prestation de santé. Elle permet ainsi de modéliser de manière plus précise les dépenses individuelles en fonction des caractéristiques démographiques et géographiques des bénéficiaires.

De plus, afin de mieux prendre en compte les différences de volume d'actes entre les différents groupes démographiques et géographiques, les observations dans les modèles prédictifs sont **pondérées par la quantité d'actes** associée à chaque ligne. Cette pondération permet d'accorder plus de poids aux groupes qui réalisent un plus grand nombre d'actes, assurant ainsi une estimation plus robuste et représentative des coûts moyens par individu.

Autrement dit, les modèles vont accorder plus de poids aux groupes ayant une fréquence d'actes plus élevée, **mais uniquement dans la phase d'estimation du montant unitaire moyen**. Il est alors possible de capturer certaines **disparités dans l'utilisation des prestations** via cette pondération, mais cela n'affecte pas directement les scores finaux, qui n'incluent pas la fréquence de consommation car restent basés sur la dépense unitaire moyenne.

Sélection des variables relatives à la prestation de soins

Dans la base Open DAMIR, aucune variable n'indique directement le poste de soins concerné pour chaque ligne de dépenses. Dans ce cadre, l'étude d'un poste de soins nécessite de sélectionner méticuleusement les natures de prestations qui le composent.

Les sous-sections suivantes exposent et justifient la méthodologie de sélection des natures de prestations utilisées pour l'étude de chaque poste.

Pour certains postes, des variables distinctes ont été sélectionnées pour analyser l'impact de la réforme

du 100% Santé avant et après sa mise en œuvre. En effet, à l'entrée en vigueur de la réforme en 2019, certaines variables présentes avant la réforme ont vu leurs conditions de prise en charge ajustées mais ont gardé le même libellé, tandis que d'autres ont été introduites spécifiquement pour répondre aux exigences du 100% Santé.

Dans ce cadre, l'enjeu a été de sélectionner des variables distinctes mais couvrant un périmètre identique avant et après la mise en place de la réforme. Cette démarche a demandé une attention particulière, car la documentation fournie avec Open DAMIR ne précise pas le contenu exact de chaque nature de prestation. Il a donc été nécessaire de s'appuyer sur les informations disponibles pour identifier les prestations les plus pertinentes à comparer entre les périodes pré et post-réforme.

4.1.1 Poste Audiologie

Dans le but d'étudier les variations de comportement pré et post-réforme, une sélection sur les prestations médicales a été effectuée dans le but de ne conserver que celles directement impactées par la réforme du 100% Santé.

Sur les 15 natures de prestations relatives à l'audiologie, 5 ont été conservées au total. Différentes raisons ont conduit à mettre de côté les 10 autres natures de prestations :

- Les prestations liées aux **consommables** (comme les filtres ou autres éléments accessoires), **aux piles et aux accessoires** pour les prothèses auditives ne sont pas couvertes directement par la réforme 100% Santé, qui se concentre principalement sur les équipements principaux et les soins associés.
- Les prestations relatives aux **aides** telles que la Couverture Maladie Universelle Complémentaire (CMU-C) et l'Aide Médicale d'État (AME) ont été exclues car nous avons délibérément éliminé ce périmètre de l'étude. La réforme 100% Santé vise à améliorer la prise en charge générale des frais médicaux, sans modifier les aides spécifiques ou les forfaits comme CMU-C2S.
- Bien que le **suivi** des prothèses auditives soit inclus dans la réforme 100% Santé, les données disponibles dans la base DAMIR ne permettaient pas de réaliser une analyse pertinente pour cette catégorie spécifique. En conséquence, les prestations de suivi n'ont pas été retenues dans la sélection, malgré leur inclusion générale dans la réforme.

Sur la période pré-réforme, la seule variable relative à une prestation de prothèse auditive (hors suivis et accessoires) est la variable '3540 - Prothèse auditive RAC 0'. Le coût moyen de ces prothèses auditives est de 1002,90€ (cf tableau 4.5). Ce prix est supérieur à celui des prothèses auditives RAC 0 post-réforme (natures de prestation 3586 et 3587) mais inférieur à celui des prothèses auditive avec reste à charge (natures de prestation 3588 et 3589), ce qui est cohérent.

Pour la période post-réforme, des variables spécifiques ont été ajoutées en 2020 pour englober les différentes conditions de prise en charge.

Finalement, les 5 prestations conservées sont listées en 4.2.

3540 – Prothèse auditive - Reste à charge ZERO } Période pré-réforme

3586 – Prothèse auditive panier 1 - Reste à charge ZERO - Oreille gauche	} Période post-réforme
3587 – Prothèse auditive panier 1 - Reste à charge ZERO - Oreille droite	
3588 – Prothèse auditive panier 2 - Avec reste à charge - Oreille gauche	
3589 – Prothèse auditive panier 2 - Avec reste à charge - Oreille droite	

FIGURE 4.2 – Natures de prestation conservées pour le poste Audiologie

Comme le montre le tableau 4.5, le coût moyen des prothèses auditives sans reste à charge est globalement inférieur au coût d'une prothèse auditive à tarif libre (973,85€ contre 1473,77€ en moyenne). Cela s'explique par le fait que les prothèses auditives sans reste à charge (c'est-à-dire appartenant au Panier 1 du dispositif 100% Santé) sont soumises à des plafonds tarifaires fixés par la législation pour garantir l'accessibilité financière aux patients. En revanche, les prothèses à tarif libre (Panier 2) ne sont pas soumises à ces contraintes, ce qui permet aux fabricants et distributeurs de proposer des appareils plus sophistiqués avec des technologies avancées, comme la connectivité Bluetooth et des options de personnalisation, entraînant des prix plus élevés. Ce différentiel de prix reflète donc à la fois les limitations tarifaires imposées pour le Panier 1 et la liberté de fixation des prix pour les modèles du Panier 2.

Type de prothèse	Coût moyen
"Prothese auditive rac zero"	1002,90€
"Prothese auditive panier 1 - reste a charge zero - oreille gauche"	965,40€
"Prothese auditive panier 1 - reste a charge zero - oreille droite"	965,30€
"Prothese auditive panier 2 - avec reste a charge - oreille gauche"	1475,00€
"Prothese auditive panier 2 - avec reste a charge - oreille droite"	1472,00€

TABLE 4.3 – Coûts moyens des prestations conservées pour le poste Audiologie

4.1.2 Poste Dentaire

Dans la base DAMIR, 60 natures de prestations sont associées au poste Dentaire. Comme pour le poste Audiologie, le périmètre de cette étude a nécessité la sélection des natures de prestation pertinentes dans le cadre du 100% Santé.

La réforme se concentre principalement sur les prothèses dentaires fixes et amovibles. Les autres natures de prestations, souvent liées à des soins moins permanents ou à des actes de routine, ne répondent pas à ces critères.

Les natures de prestations conservées sont listées en 4.3.

1400 – Bridge - RAC modéré	}	Période pré et post-réforme
1401 – Prothèse fixe - RAC 0		
1402 – Prothèse fixe - RAC modéré		
1407 – Couronne transitoire - RAC modéré		
1408 – Couronne zircone - RAC modéré		
1409 – Inlay core - RAC modéré		
1410 – Inlay onlay - RAC modéré		
1411 – Prothèse amovible - RAC modéré		
1415 – Prothèse fixe métallique - RAC 0		
1416 – Couronne transitoire - RAC 0		
1417 – Couronne zircone - RAC 0		
1418 – Inlay core - RAC 0		
1419 – Prothèse amovible - RAC 0		
1420 – Prothèse amovible de transition - RAC 0		

FIGURE 4.3 – Natures de prestation conservées pour le poste Dentaire

Comme pour le poste Audiologie, les coûts moyens associés aux prothèses sans reste à charge sont inférieurs à ceux des prothèses avec reste à charge. L'écart est cependant moins important puisque, quand les prothèses auditives avec reste à charge peuvent inclure des technologies très avancées (réduction de bruit, connectivité, algorithmes d'adaptation sonore) qui augmentent considérablement le coût, les différences de prix dans le cas des prothèses dentaires sont principalement dues aux matériaux utilisés (métal, céramique) et aux aspects esthétiques, ce qui limite l'écart de prix entre les modèles avec et sans reste à charge.

Type de prothèse	Coût moyen
Prestations RAC 0	382,31 €
Prestations avec RAC	414,40 €

TABLE 4.4 – Coûts moyens des prestations conservées pour le poste Dentaire

4.1.3 Poste Optique

L'Optique constitue le poste le plus volumineux des 3, avec 113 natures de prestations le composant. Dans le cadre de cette étude, seulement 21 ont été conservées (figure 4.4). Comme pour le poste Audiologie, des natures de prestations spécifiques ont été rajoutées suite à la mise en place de la réforme.

3532 – Monture / Lunettes pour enfant de - de 18 ans CRPCEN	}	Période pré-réforme
3533 – Verres / Verres pour enfant < 18 ans -CRPCEN-		

3500 – Verre de classe B, unifocal sphero-cylindrique à sphère positive complexe	}	Période post-réforme
3501 – Verre de classe B, unifocal sphero-cylindrique à sphère négative très complexe		
3502 – Verre de classe B, unifocal sphero-cylindrique à sphère positive simple		
3503 – Verre de classe B, unifocal sphero-cylindrique à sphère négative simple		
3504 – Verre de classe B, neutre ou unifocal sphérique simple		
3505 – Monture enfant de classe A		
3506 – Monture adulte de classe A		
3507 – Verre de classe A, multifocal ou progressif très complexe		
3508 – Verre de classe A, multifocal ou progressif complexe		
3509 – Verre de classe A, unifocal complexe		
3510 – Verre de classe A, neutre ou unifocal simple		
3519 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère négative simple		
3520 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère positive simple		
3560 – Verre de classe B, unifocal sphérique complexe		
3562 – Verre de classe B, unifocal sphéro-cylindrique à sphère négative complexe		
3563 – Monture adulte de classe B		
3564 – Monture enfant de classe B		
3566 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphérique complexe		
3567 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère négative complexe		
3568 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère négative très complexe		
3569 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère positive complexe		

FIGURE 4.4 – Natures de prestation conservées pour le poste Optique

Les écarts de prix entre les montures et verres avec et sans reste à charge (RAC) s'expliquent par la technicité et l'esthétique. Pour les montures, celles sans RAC coûtent en moyenne 30,10 €, car elles sont basiques, tandis que celles avec RAC (143,09 €) intègrent souvent des marques, des matériaux plus légers ou des designs sophistiqués, justifiant un écart lié à l'esthétique. Pour les verres, ceux sans RAC (74,69 €) sont fonctionnels mais simples, tandis que ceux avec RAC (183,96 €) incluent souvent des traitements (anti-reflet, amincissement) qui améliorent la qualité visuelle, justifiant un écart plus lié à la performance et au confort.

Type de prestation	Coût moyen
Monture pré-réforme	137,94 €
Verres pré-réforme	154,69 €
Monture RAC 0	30,10 €
Monture avec RAC	143,09 €
Verre RAC 0	74,69 €
Verre avec RAC	183,96 €

TABLE 4.5 – Coûts moyens des prestations conservées pour le poste Optique

4.2 Méthodologie de scoring pour le suivi des populations les plus impactées

Pour élaborer des scores, ce mémoire s'appuie sur les principes et méthodologies décrits dans l'étude "Risk Scoring in Health Insurance" publiée par la Society of Actuaries (SOA) en 2016. Cette étude fournit un cadre précieux pour la construction de modèles de scoring de risque en assurance santé, en mettant en évidence les approches de normalisation des données, de classification des risques, et d'évaluation des performances des modèles de scoring.

4.2.1 Rappels sur les Modèles Linéaires Généralisés (GLM)

Les modèles linéaires généralisés (GLM) sont une extension des modèles linéaires classiques, qui permettent de modéliser des relations entre une variable réponse (ou variable dépendante) et une ou plusieurs variables explicatives (ou variables indépendantes) lorsque la variable réponse ne suit pas une distribution normale.

Les concepts clés d'un modèle linéaire généralisé peuvent se résumer en trois éléments principaux :

- La **fonction de lien**, qui relie l'espérance de la variable réponse $E(Y)$ à une combinaison linéaire des variables explicatives.
- La **fonction de variance**, qui décrit comment la variance de la variable réponse dépend de son espérance.
- La **distribution de la famille exponentielle**, qui correspond à la distribution de la variable réponse.

Le modèle élaboré peut ainsi être décomposé en 3 composantes : une composante aléatoire, une composante systématique et la fonction de lien.

La **composante aléatoire** concerne la distribution des données. Si l'on considère Y la variable réponse du modèle, on va supposer que Y suit une distribution de la famille exponentielle avec une espérance $\mu = E(Y)$.

Si Y appartient à une famille exponentielle, alors sa distribution est de la forme :

$$f_Y(y; \theta, \phi) = \exp\left(\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi)\right)$$

où :

- θ est le paramètre naturel
- ϕ est le paramètre de dispersion
- $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ et $c(\cdot)$ sont des fonctions spécifiques à la distribution choisie

La **composante systématique** η est supposée combinaison linéaire des variables explicatives X_1, X_2, \dots, X_p telle que :

$$\eta = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

où η est appelé le prédicteur linéaire.

La **fonction de lien** g relie l'espérance μ de la variable réponse au prédicteur linéaire η tel que :

$$g(\mu) = \eta = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

Il n'y a pas de règle absolue quant au choix de la fonction de lien mais certaines fonctions de lien sont plus appropriées pour certains types de données.

Nom	Formule	Utilisation
Identité	$g(\mu) = \mu$	Régression linéaire classique
Logit	$g(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$	Régression logistique
Log	$g(\mu) = \log(\mu)$	Régression Poisson
Inverse	$g(\mu) = \frac{1}{\mu}$	Régression Gamma

TABLE 4.6 – Fonctions de lien les plus communes

Une fois la distribution choisie, les **paramètres du modèle** ($\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$) sont généralement estimés par maximum de vraisemblance. Il est important de rappeler que l'interprétation des coefficients d'un GLM dépend de la fonction de lien choisie. Par exemple, dans une régression logistique, les coefficients sont interprétés comme des logarithmes des odds ratios.

Enfin, le **diagnostic du modèle** comprend l'examen des résidus, de la déviance et de critères d'ajustement tels que l'AIC et le BIC. Il est également pertinent d'effectuer des tests sur la qualité de l'ajustement, tels que le test du rapport de vraisemblance ou test du khi-2.

Critère AIC et BIC : Les critères AIC (Akaike Information Criterion) et BIC (Bayesian Information Criterion) sont des métriques utilisées pour évaluer la qualité d'un modèle statistique. Ils mesurent la qualité d'ajustement du modèle tout en pénalisant la complexité pour éviter le surapprentissage (overfitting). Le AIC est calculé en fonction de la vraisemblance du modèle et du nombre de paramètres, avec une pénalité qui favorise les modèles plus simples. Le BIC, de son côté, est plus strict que le AIC en matière de pénalisation de la complexité car il prend en compte la taille de l'échantillon. En général, pour ces deux critères, plus leur valeur est faible, meilleur est le modèle. Dans la pratique, on utilise le AIC ou le BIC pour comparer plusieurs modèles, le modèle avec la valeur la plus basse étant préféré.

R² : Le coefficient de détermination, noté R² est une mesure statistique qui évalue la proportion de la variance d'une variable dépendante expliquée par le modèle. En d'autres termes, il montre à quel point les prédictions du modèle sont proches des valeurs réelles. R² varie entre 0 et 1, où une valeur de 1 indique que le modèle explique parfaitement la variance, tandis qu'une valeur proche de 0 suggère que le modèle n'explique presque rien. Par exemple, un R² de 0,85 signifie que 85 % de la variance des données est expliquée par le modèle. Ce coefficient est souvent utilisé pour évaluer la qualité d'un modèle de régression, bien qu'il puisse être moins fiable lorsque l'on compare des modèles de complexité différente.

MAE et RMSE : Les métriques MAE (Mean Absolute Error) et RMSE (Root Mean Square Error) mesurent les erreurs d'un modèle en comparant les prédictions aux valeurs réelles. Le MAE est la moyenne des erreurs absolues, ce qui donne une mesure intuitive de l'erreur

moyenne sans prendre en compte sa direction (positive ou négative). Le RMSE, quant à lui, est la racine carrée de la moyenne des erreurs au carré. Cela signifie qu'il pénalise davantage les grandes erreurs que le MAE. En conséquence, le RMSE est souvent préféré lorsqu'on veut éviter de grosses erreurs, tandis que le MAE peut être plus robuste aux anomalies. Ces deux métriques sont essentielles pour évaluer la précision d'un modèle de régression et permettent aux analystes de choisir le modèle avec l'erreur moyenne la plus faible.

Généralement, les modèles de type logistique sont utilisés pour modéliser des variables binaires, les modèles de Poisson concernent les variables de comptage, tandis que les modèle Gamma modélisent des données continues strictement positives avec variance croissante (souvent des coûts).

4.2.2 Elaboration des scores

Cette section se concentre sur la méthodologie d'élaboration d'un scoring de sensibilité des bénéficiaires aux dépenses de santé. Après avoir prédit les dépenses de santé pour chaque individu en utilisant un modèle de régression généralisé (GLM), l'objectif est de définir et calculer un score basé sur ces prévisions.

Généralement, dans les modèles actuariels, la variable associée à la dépense d'un individu est mise à l'échelle afin d'afficher une moyenne de 1.

Soit (z_i, y_i) , où z_i correspond à la dépense et y_i au score associés au i ème individu. La dépense redimensionnée est donnée par la formule suivante :

$$y_i = \frac{z_i}{\bar{z}} \quad (4.1)$$

où \bar{z} correspond à la moyenne des dépenses d'une population de référence sur laquelle le modèle sera appliqué.

Grâce à ce redimensionnement, le score attribué à un individu est facilement interpretable : un score de 1 signifie que l'individu consomme exactement comme la moyenne de la population, quand un score de 0,3 serait attribué à un individu possédant un niveau de consommation égal à 30% de la moyenne générale.

Les notations mathématiques suivantes sont utilisées dans la suite du mémoire :

- p le profil d'un individu. Un profil représente une combinaison des 4 variables explicatives : l'âge, le sexe, la région de résidence et la qualité du bénéficiaire
- $i \in \{\text{Audiologie, Dentaire, Optique}\}$ représente l'ensemble des postes de santé concernés par la réforme du 100% Santé
- $K_i = (k_j^i)_{j \in \llbracket 1, \dots, |K_i| \rrbracket}$ où k_j^i représente la nature de prestation j pour le poste i . K_i représente donc l'ensemble des natures de prestation constituant un poste i .

Dans ce cadre, le score d'un portefeuille 100% Santé est déterminé en 4 étapes :

Etape 1 : La modélisation des prestations préalablement sélectionnées sert de base à l'obtention d'un score pour chaque profil d'assuré.

Autrement dit, pour un profil p , le modèle permet la prédiction de la dépense de santé z_{p, k_j^i} associée à la nature de prestation k_j^i . Ainsi, la formule (4.1) fournit le **score associé à la prestation j du poste i**

pour le profil p :

$$S_{p,k_j^i} = \frac{z_{p,k_j^i}}{C(k_j^i)} \quad (4.2)$$

où $\overline{C(k_j^i)}$ représente la dépense moyenne associée à la prestation j du poste i .

Etape 2 : A l'échelle d'un poste, le score global d'un individu i est déterminé par moyenne des scores associés à chaque prestation, pondérés par les coûts moyens des prestations concernées. Autrement dit, le **score associé au profil p pour le poste i** , $S_{p,i}$, est donné à partir de (4.2) par :

$$S_{p,i} = \frac{\sum_{j=1}^{|K_i|} S_{p,k_j^i} * \overline{C(k_j^i)}}{\sum_{j=1}^{|K_i|} \overline{C(k_j^i)}} \quad (4.3)$$

Etape 3 : Le score d'un poste i est déterminé par moyenne des scores individuels pour chaque profil p , pondérés par l'effectif du profil.

$$S_i = \frac{\sum_p S_{p,i} * N_p^i}{\sum_p N_p^i} \quad (4.4)$$

où N_p^i correspond à l'effectif du profil p assuré pour le poste i .

Etape 4 : Le score global du portefeuille est déterminé par moyenne des scores pour chaque poste, pondérés par les poids de chaque poste dans le portefeuille global.

$$S_{portefeuille} = \frac{\sum_i S_i * CA_i}{\sum_i CA_i} \quad (4.5)$$

où CA_i correspond au chiffre d'affaire pour le poste i .

Cette méthodologie est résumée par la figure 4.5.

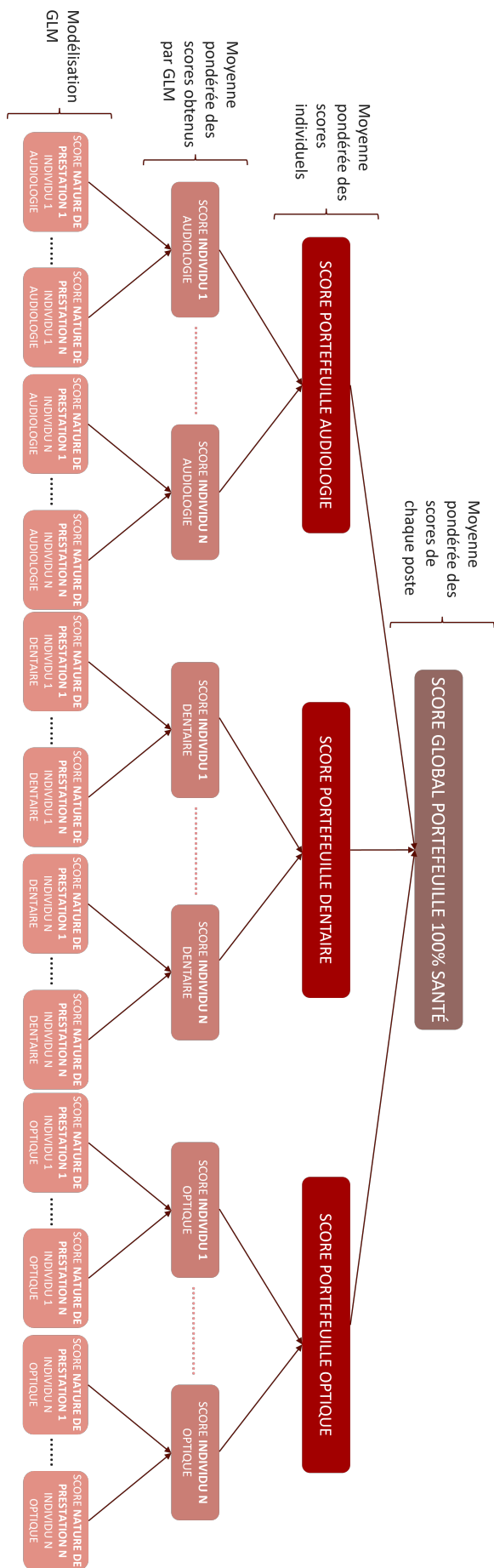


FIGURE 4.5 – Méthodologie de construction du score

4.2.3 Construction du modèle pour la prestation 'Prothèse amovible RAC modéré' et réflexion sur les difficultés rencontrées

Pour rappel, la détermination d'un score nécessite une modélisation GLM à l'échelle d'une nature de prestation. A raison de 5 natures de prestations conservées pour le poste Audiologie, 28 pour le poste Dentaire et 24 pour le poste Optique, ce mémoire a nécessité la construction de plus de 57 (5 + 28 + 24) modèles (voir section 4.1 - *Transformation des données et sélection des prestations de soins* pour plus de détails sur les natures de prestations conservées).

Cette section va ainsi détailler la méthodologie de construction pour le modèle associé à la nature de prestation '1412 - PROTHESE AMOVIBLE RAC MODERE'. Cette nature de prestation représente la plus grosse part des dépenses en termes de prothèse dentaire (21,5% sur la période avant réforme). Elle est suivie par la prestation '1401 - PROTHESE FIXE RAC 0' qui représente 18,3% du montant total (voir figure 4.6).

La démarche adoptée pour la construction du modèle a été la même pour chaque nature de prestation au sein de chacun des 3 postes étudiés.

La fin de cette section abordera certaines catégories de prestations dont la modélisation s'est avérée plus complexe, conduisant, dans certains cas, à choisir de les exclure de l'analyse pour éviter l'introduction de biais dans les résultats.

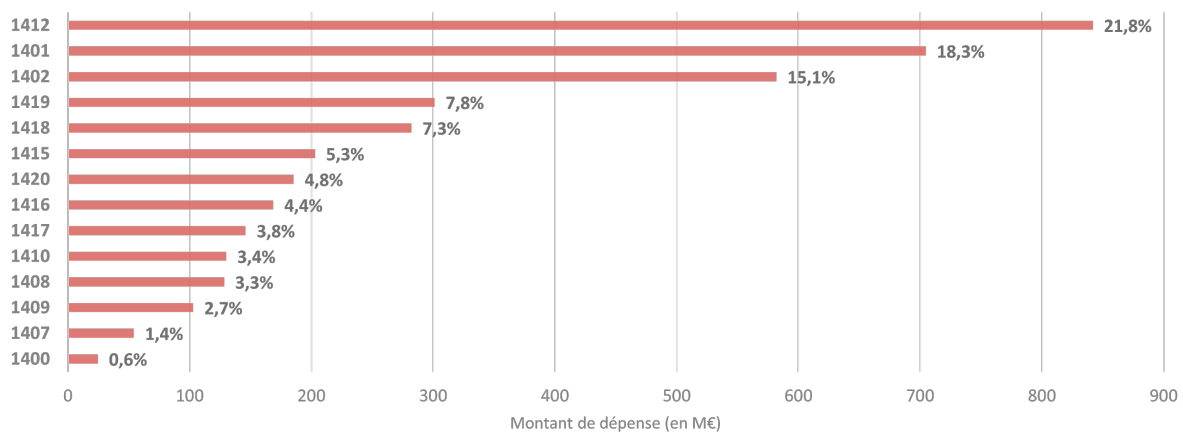


FIGURE 4.6 – Répartition des natures de prestations prothèses dentaires en termes de dépenses - Période avant réforme

Analyse générale : sélection des variables explicatives

Pour l'élaboration d'un modèle de régression GLM, il est essentiel, dans un premier temps, d'effectuer une sélection rigoureuse des variables explicatives. Cette étape est cruciale car elle permet d'identifier les facteurs pertinents qui influencent la variable dépendante. Lors de cette sélection, il est important de prendre en compte les relations entre les différentes variables, notamment en examinant les risques de multicollinéarité, qui peuvent survenir lorsque deux ou plusieurs variables explicatives sont fortement corrélées. La multicollinéarité peut engendrer des estimations instables des coefficients, rendant l'interprétation des résultats complexe et peu fiable.

Dans ce mémoire, il avait initialement été décidé de considérer les variables suivantes :

- Tranche d'âge

- Genre
- Région de résidence du bénéficiaire
- Qualité du bénéficiaire

Cette décision a été motivée par le fait que ces informations sont régulièrement présentes dans les portefeuilles des assureurs.

Malgré tout, il était tout de même nécessaire d'étudier les relations entre ces variables, notamment vis-à-vis de la structure de la base DAMIR. Dans ce cadre, la multicolinéarité des variables a été vérifiée pour les 3 postes étudiés à travers le **Generalized Variance Inflation Factor (GVIF)**.

Le GVIF est une extension du VIF (Variance Inflation Factor) pour les variables catégorielles avec plusieurs niveaux (c'est-à-dire pour les variables qui ne sont pas binaires). Il mesure l'ampleur de la multicolinéarité dans le modèle, c'est-à-dire à quel point une variable explicative est corrélée avec les autres variables explicatives du modèle. Plus sa valeur est grande, plus la variable est corrélée aux autres variables explicatives. Notamment, la règle pour l'interprétation de cet indicateur consiste à dire qu'un GVIF égal à 1 indique une absence de colinéarité. Une valeur comprise entre 1 et 5 indique une corrélation modérée, tandis qu'un GVIF supérieur à 5 signifie une corrélation importante entre la variable et les autres variables du modèle.

Variables	Df	GVIF
Âge	7	1,1974
Qualité du bénéficiaire	2	1,1971
Région de résidence	12	1,0004
Genre	2	1,0078

TABLE 4.7 – Valeurs des GVIF associées aux 4 variables explicatives présentes pour la modélisation - Poste Dentaire

Les variables relatives à la région et au genre du bénéficiaire sont écartées des soupçons de colinéarité (GVIF très proche de 1). Au contraire, les GVIF associés aux variables relatives à l'âge et à la qualité du bénéficiaire semblent s'écarter de la valeur 1. Ces 2 variables sont analysées plus en profondeur à travers le test du χ^2 et le V de Cramer. Le test du χ^2 permet de déterminer s'il existe une association significative entre les deux variables (p -value $< 0,05$), tandis que le V de Cramer aide à quantifier la force de cette association (un V proche de 1 signifie une forte association entre les variables).

Les résultats de ces tests pour les variables Âge et Qualité sont exposés en tableau 4.8.

Test du χ^2	V de Cramer
p -value $< 2,2e-16$	V = 0,62

TABLE 4.8 – Résultats des tests statistiques pour les variables Âge et Qualité du bénéficiaire

L'analyse de la multicolinéarité a révélé une **colinéarité importante entre la variable ÂGE et QUALITE DU BENEFICIAIRE**. Cette corrélation tient en fait à la construction même de la base

et aux retraitements effectués au début de ce mémoire. Par définition, les individus dans la tranche d'âge 0-19ANS sont de qualité 'Enfant'. Les lignes qui ne repondaient pas à cette condition ont d'ailleurs été corrigées en section 4.1. Dans ce cadre, il y a une parfaite colinéarité entre la modalité 'Enfant' de la variable QUALITE DU BENEFICIAIRE et la modalité '0-19ANS' de la variable ÂGE. Cette explication est par ailleurs confirmée par l'analyse des résidus du test du χ^2 effectué précédemment, qui révèle un résidu élevé sur la cellule correspondant à la modalité 'Enfant' (BEN_QLT_COD = 3) et '0-19ANS' (AGE_BEN_SNDS = 0).

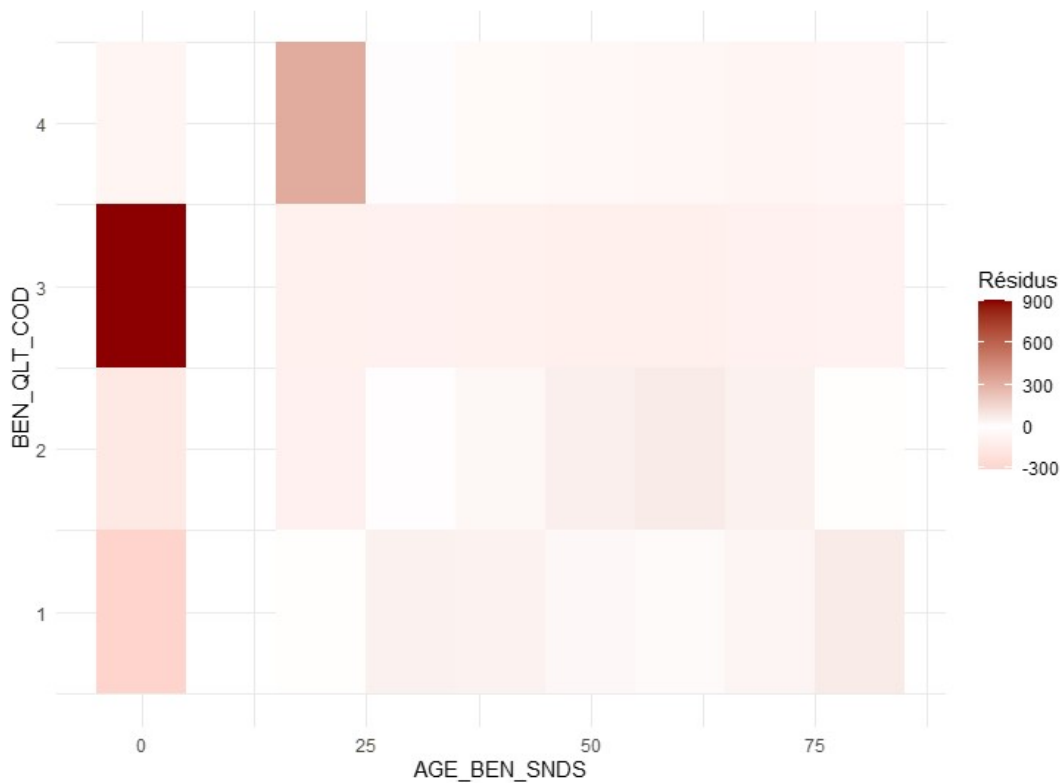


FIGURE 4.7 – Résidus du test du χ^2 sur les variables Âge et Qualité du bénéficiaire

Un moyen de corriger cet effet de colinéarité aurait été de modifier la qualité des individus "Enfant" en "Assuré". Si une analyse sur les enfants avait été nécessaire, il aurait été possible de se baser uniquement sur la tranche d'âge '0-19ANS', qui représente parfaitement cette qualité. Cependant, dans le cadre d'un modélisation statistique, le basculement des enfants en assurés risquerait d'altérer la signification conceptuelle de la variable QUALITE DU BENEFICIAIRE, car cela supprimerait une catégorie dans la base de données.

Une alternative à la modification des catégories serait d'exclure l'une des deux variables du modèle, par exemple en retirant QUALITE DU BENEFICIAIRE tout en gardant ÂGE. C'est cette deuxième solution qui a été envisagée dans un premier temps mais, bien que cette dernière ait permis d'éliminer la multicolinéarité, elle a également altéré les performances globales des modèles, notamment en termes de critère d'information d'Akaike (AIC) et de coefficient de détermination (R^2). Les différences observées, bien que modestes, indiquaient une dégradation de la qualité de l'ajustement des modèles. L'AIC augmentait légèrement, signe d'une perte d'efficacité du modèle, tandis que le R^2 montrait une légère diminution, traduisant une moindre capacité à expliquer la variance des données.

Face à ce constat, et pour maintenir un modèle cohérent, il a été décidé de modifier la variable QUALITÉ DU BÉNÉFICIAIRE en reclassant les individus "Enfant" dans la catégorie "Assuré". Cette approche permet de lever la colinéarité tout en conservant une variable QUALITÉ DU BÉNÉFICIAIRE dans le

modèle. Toutefois, cette modification introduit un biais dans la répartition de cette variable, car elle ne comporte désormais plus que trois modalités : "Assuré", "Conjoint et assimilé" et "Autre ayant droit", avec une répartition fortement déséquilibrée (plus de 97% d'assurés). Ce déséquilibre limite l'intérêt et la pertinence d'inclure cette variable dans les analyses des scores issus du modèle.

En conséquence, **l'analyse des scores élaborés à partir des résultats du GLM se concentrera uniquement sur les caractéristiques d'âge, de genre et de région**, qui demeurent pertinentes et bien réparties dans les données. La variable QUALITÉ DU BÉNÉFICIAIRE, du fait de cette transformation, n'apporte plus d'information discriminante suffisante.

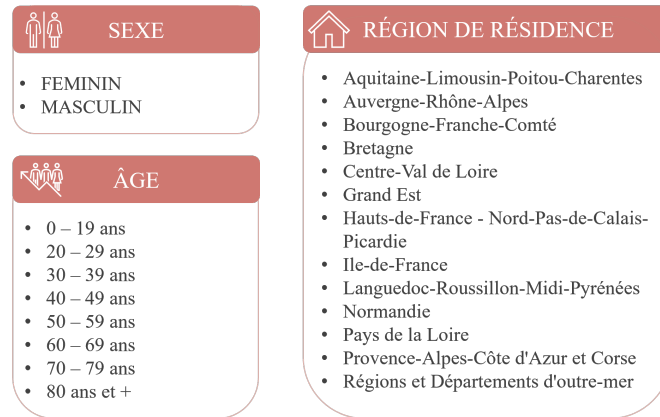


FIGURE 4.8 – Variables et modalités analysées

Construction du modèle pour la prestation 'Prothèse amovible RAC modéré' et diagnostic

Avant d'entamer la construction de chaque modèle, il est primordial de procéder à une **analyse des valeurs atypiques**. Ces possibles valeurs aberrantes, qui s'écartent significativement des autres observations, peuvent fausser les résultats du modèle et altérer l'interprétation des relations entre les variables.

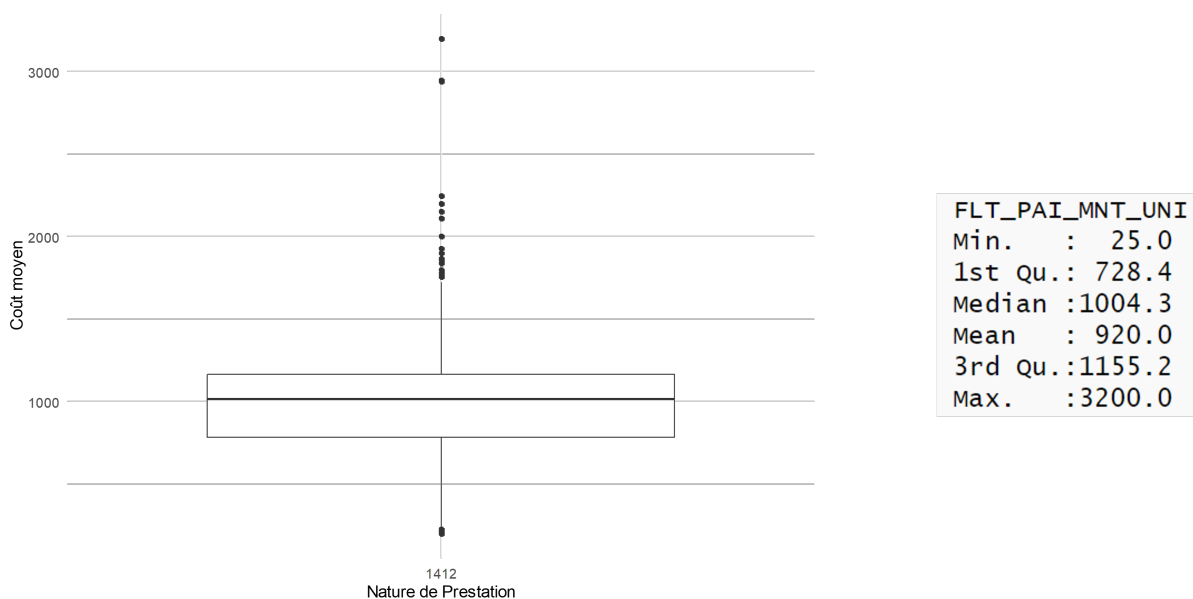


FIGURE 4.9 – Analyse des dépenses unitaires pour la prestation 1412 - Prothèse amovible RAC modéré

Les prothèses amovibles ont un coût moyen de 920€.

Concernant la valeur extrême haute, une dépense unitaire de 3 200€ est cohérente puisque les prothèses amovibles haut de gamme peuvent souvent atteindre plusieurs milliers d'euros. Ces prothèses utilisent souvent des matériaux de qualité supérieure comme la céramique, avec un haut niveau de personnalisation pour s'adapter parfaitement à la bouche du patient.

Au contraire, un coût unitaire de 25€ semble extrêmement bas, même pour une prothèse fabriquée avec des matériaux basiques, sans personnalisation sophistiquée. La prothèse amovible la moins chère est généralement la prothèse complète en résine, plus communément appelée "dentier", dont le coût minimum se situe généralement autour des 300€.

Dans le cadre de cette prestation, il a été décidé de ne conserver que les dépenses unitaires supérieures à 150€ (suppression de 15 lignes de données).

De manière générale pour l'analyse des valeurs atypiques, il est important de noter que les prix des prothèses auditives/dentaires et équipements optiques sont sujets à variation selon les sources. Ainsi, bien qu'il existe des prix moyen minimaux et maximaux, il est contestable de rejeter des observations qui s'éloignent peu de cette moyenne. En effet, un décrochage du prix par rapport à la moyenne pourrait être justifié par divers éléments, tels que des promotions, des matériaux spécifiques ou des pratiques de soins particulières. Dans un souci de préserver un maximum d'informations, les valeurs légèrement atypiques ont été examinées et maintenues dans la majorité des cas.

Suite à l'analyse des dépenses atypiques, les bases sont découpées en 2 jeux de données : un pour l'apprentissage du modèle (70%) et un pour tester les prédictions résultantes (30%).

Finalement, après avoir étudié plusieurs modèles, le choix de modélisation s'est porté sur le modèle log-gaussien pour plusieurs raisons. En effet, les métriques de performance, notamment l'AIC, ont montré que le modèle log-gaussien avait un AIC significativement plus bas, indiquant un meilleur équilibre entre la qualité de l'ajustement et la complexité du modèle. De plus, les métriques telles que le R^2 et le MAE étaient comparables, renforçant l'idée que le modèle log-gaussien capturait efficacement la structure des données.

	AIC	R^2	RMSE	MAE
Log-gaussien	40 078	0,56	206,22	123,11
Gamma	5 911 327	0,59	216,86	129,88

TABLE 4.9 – Métriques de performance des modèles log-gaussien et gamma

Pour les prothèses amovibles RAC modéré, la sortie R du modèle log-gaussien est disponible en figure 4.10. L'**individu de référence** choisi pour toutes les modélisations GLM est une femme, de qualité assurée, âgée entre 20 et 29 ans et habitant en Auvergne-Rhône-Alpes.

```

GLM model for prs_nat = 1412

Call:
glm(formula = FLT_PA1_MNT_UNI ~ AGE_BEN_SNDS + BEN_SEX_COD +
     BEN_QLT_COD + BEN_RES_REG, family = gaussian(link = "log"),
     data = train_data, weights = FLT_ACT_QTE)

Coefficients:
(Intercept)                6.4412153  0.0159627 403.517 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS0-19 ANS      -0.2895371  0.0476827  -6.072 1.41e-09 ***
AGE_BEN_SNDS30-39 ANS      0.3212497  0.0166823 19.257 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS40-49 ANS      0.4703383  0.0160609 29.285 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS50-59 ANS      0.5708591  0.0159248 35.847 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS60-69 ANS      0.6287072  0.0158970 39.549 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS70-79 ANS      0.6826401  0.0158917 42.956 < 2e-16 ***
AGE_BEN_SNDS80 ANS ET +    0.7496223  0.0159256 47.070 < 2e-16 ***
BEN_SEX_CODMASCULIN        0.0031285  0.0015086  2.074  0.0382 *
BEN_QLT_CODCONJOINT ET ASSIMILE -0.0438068  0.0051892  -8.442 < 2e-16 ***
BEN_QLT_CODAUTRE AYANT-DROIT -0.0961242  0.1025046  -0.938  0.3484
BEN_RES_REGRégions et Départements d'outre-mer -0.1616501  0.0056670 -28.525 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGÎle-de-France    0.0176073  0.0026970  6.528 7.67e-11 ***
BEN_RES_REGCentre-Val de Loire 0.0321294  0.0037898  8.478 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGBourgogne-Franche-Comté -0.0004459  0.0039889  -0.112  0.9110
BEN_RES_REGNormandie        -0.0427749  0.0038481 -11.116 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGHauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardie -0.0992187  0.0034526 -28.738 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGGrand Est        -0.0604887  0.0031229 -19.369 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGPays de la Loire -0.0959267  0.0039466 -24.306 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGBretagne         -0.0964730  0.0040458 -23.845 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGAquitaine-Limousin-Poitou-Charentes -0.0886535  0.0031463 -28.177 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGLanguedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées -0.0700999  0.0031247 -22.434 < 2e-16 ***
BEN_RES_REGProvence-Alpes-Côte d'Azur et Corse -0.0568038  0.0031896 -17.809 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 370804.8)

Null deviance: 9987416580 on 3303 degrees of freedom
Residual deviance: 1216609663 on 3281 degrees of freedom
AIC: 40078

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Model Evaluations:
RMSE = 206.2247
MAE = 123.1075
R² = 0.5578584

```

FIGURE 4.10 – Sortie du GLM log-gaussien appliqué à la nature de prestation '1412 - Prothèse amovibles RAC modéré'

Il est notable que toutes les variables du modèle sont significatives (au seuil de 5% défini en début de chapitre), à l'exception de la qualité 'Autre ayant droit' et la région 'Bourgogne-Franche-Comté'. Ceci signifie que ces modalités n'ont pas d'influence détectable sur la dépense unitaire. Parallèlement, le sexe, bien que significatif à 0,0382, a un impact très faible (coefficient proche de 0).

Dans le cadre d'un GLM de type gaussien avec lien logarithmique, le modèle est de la forme suivante :

$$\begin{aligned}
 \log(\text{DEPENSE UNITAIRE}) = & \beta_0 + \sum_i \beta_{\text{AGE}_i} * \text{AGE}_i + \sum_j \beta_{\text{SEXE}_j} * \text{SEXE}_j \\
 & + \sum_k \beta_{\text{QUALITE}_k} * \text{QUALITE}_k + \sum_l \beta_{\text{REGION}_l} * \text{REGION}_l
 \end{aligned}$$

Puisque la régression utilise un lien logarithmique, l'interprétation des coefficients est exponentielle.

Cela signifie que chaque coefficient indique le pourcentage de variation de la dépense unitaire par rapport aux caractéristiques de l'individu de référence. Parmi les résultats observables dans le contexte des prothèses amovibles RAC modéré :

$$- \beta_{\text{AGE}_{0-19\text{ANS}}} = -0,2895371 \text{ et } \beta_{\text{AGE}_{80\text{ANSET}+}} = 0.7496223$$

Un individu âgé de 0 à 19 ans dépense en moyenne **25,17% de moins** ($e^{-0,2895371} - 1 = -0,2517$) qu'un individu âgé de 20 à 29 ans. Au contraire, une personne de plus de 80 ans dépenserait **111,59% de plus**.

$$- \beta_{\text{HOMME}} = 0,0031285$$

Pour les hommes, une très légère augmentation de la dépense unitaire d'environ 0,31% par rapport aux femmes.

Les métriques de performance donnent une idée sur l'adéquation du modèle et la puissance des prédictions.

La **déviante nulle** mesure la variabilité totale dans les données en l'absence de prédicteurs. Elle représente ainsi l'inadéquation du modèle nul, c'est-à-dire un modèle qui ne contient que l'intercept.

La **déviante résiduelle** mesure la variabilité restant dans les données après l'ajustement du modèle. Elle doit être bien inférieure à la déviante nulle pour qu'un modèle soit considéré comme performant.

Une différence importante entre la déviante nulle et la déviante résiduelle suggère que l'ajout des prédicteurs dans le modèle a permis de capter une part importante de la variabilité dans les données, améliorant ainsi de manière significative l'ajustement par rapport à un modèle nul. Ici, l'amélioration du modèle nul est de 8 770 806 917.

$$\boxed{\text{Amélioration}} = \boxed{\text{Null Deviance}} - \boxed{\text{Residual Deviance}}$$

Un nombre d'**itérations de Fisher scoring** de 5 indique que le modèle a convergé rapidement, suggérant que la solution est stable.

Le **RMSE** mesure la racine carrée de la moyenne des carrés des erreurs. Il donne une idée de la taille des erreurs en termes absolus. Un RMSE de 206 signifie que, en moyenne, l'erreur dans la prédiction de la dépense unitaire est d'environ 206€.

La **MAE** (Mean Absolute Error) est souvent plus intuitive à interpréter que le RMSE car elle n'accentue pas les grandes erreurs. Ici, cela signifie que l'erreur absolue moyenne est de 123€.

Enfin, le **R²** mesure de la proportion de la variance dans la variable dépendante expliquée par le modèle. Un R² de 0,558 indique qu'environ 56% de la variance dans la dépense unitaire est expliquée par le modèle, ce qui est un résultat satisfaisant dans le contexte des données modélisées dans ce mémoire.

Parallèlement, le caractère normal des résidus semble être confirmé par l'analyse graphique des résidus (figure 4.11) :

- Les points semblent bien alignés sur la droite $y = x$ du Quantile-Quantile plot. Les points au dessus de la queue droite indiquent cependant que les résidus ont des valeurs extrêmes plus fréquentes que prévu par une distribution normale.

- Les résidus standardisés semblent distribués de manière aléatoire autour de zéro, confirmant leur homoscédasticité (constance de la variance).
Enfin, 95,097% des résidus standardisés se situent bien dans l'intervalle $[-2; 2]$.

Finalement, les graphiques des valeurs observées vs valeurs prédites et le QQ-plot semblent confirmer le bon ajustement global du modèle, malgré quelques biais sur les fourchettes basse et haute de données, avec une sous-estimation des dépenses élevées et une sur-estimations des dépenses faibles.

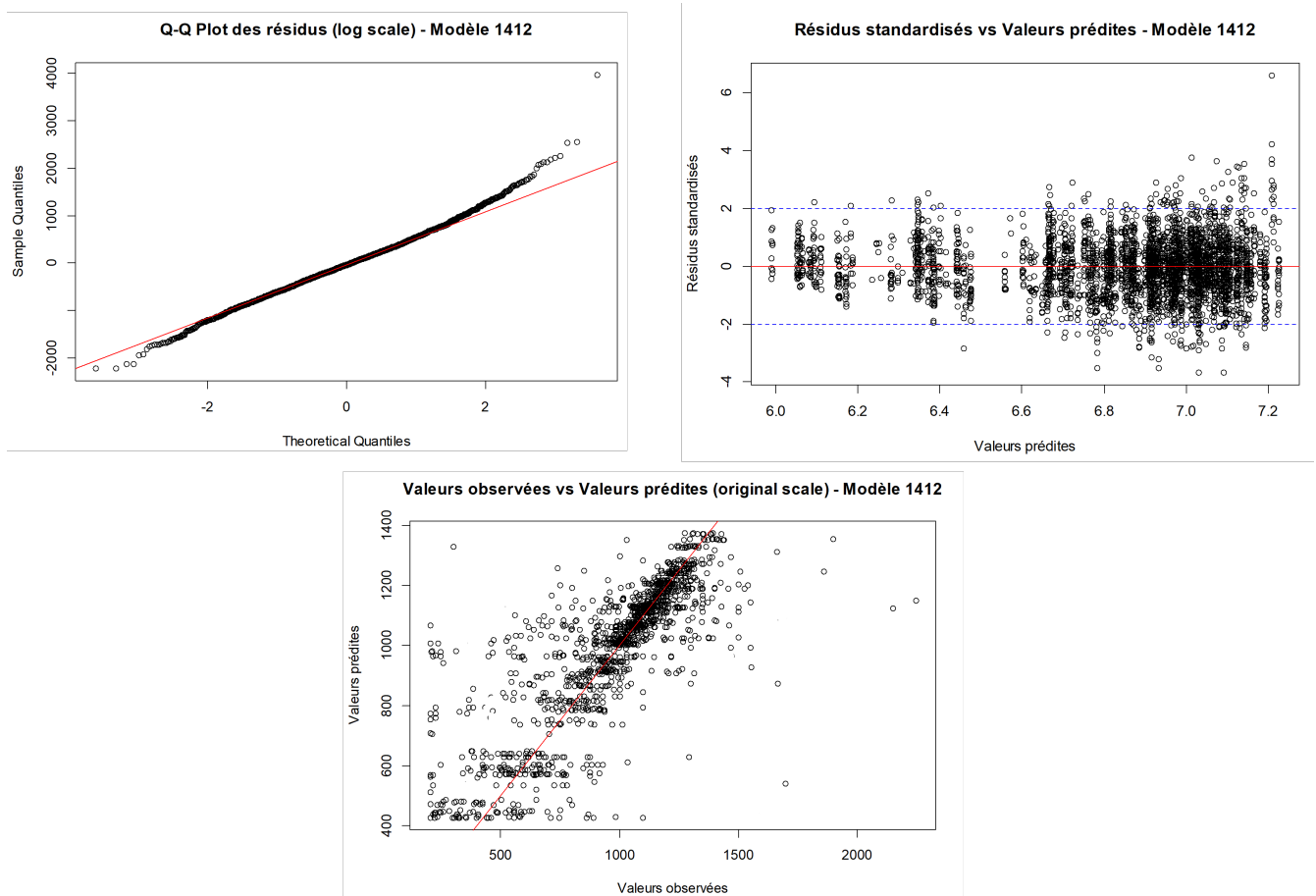


FIGURE 4.11 – Diagnostic graphique du modèle '1412 - Prothèse amovible RAC modéré'

Difficultés de modélisation rencontrées

Lors de la modélisation des dépenses de santé pour certaines prestations, plusieurs difficultés sont apparues, notamment en raison de la nature des données et des limitations inhérentes aux modèles utilisés.

Tout d'abord, il est important de noter que l'analyse de données en science sociale, ici l'analyse des dépenses de santé des Français, introduit une grande variabilité due aux comportements individuels et aux spécificités socio-économiques. Cette hétérogénéité des données peut entraîner une volatilité importante, rendant certains modèles moins performants ou difficilement généralisables.

Le choix du modèle de régression linéaire généralisée (GLM) s'est imposé pour plusieurs raisons. Ce modèle est largement utilisé en sciences actuarielles en raison de sa simplicité d'implémentation et de sa

compréhension intuitive par la majorité des praticiens. Il présente également l'avantage de permettre une flexibilité dans le choix des liens et des distributions d'erreurs. Cependant, cette simplicité a aussi ses limites, notamment face à des données présentant des comportements volatiles et des distributions asymétriques.

Ainsi, pour certaines natures de prestation, les performances du GLM se sont révélées insuffisantes, conduisant à des ajustements dégradés avec des métriques peu satisfaisantes. Par exemple, les critères d'ajustement tels que l'AIC et le R^2 ont affiché des valeurs largement criticables pour certains modèles. Afin de déterminer les prestations à retenir ou à exclure, ce mémoire s'appuie sur les recommandations de l'étude *The Acceptable R-Square in Empirical Modelling for Social Science Research*, qui suggère qu'un R^2 supérieur à 0,09 peut être considéré comme acceptable pour les modèles en sciences sociales. Cette référence a servi de critère pour évaluer si une nature de prestation offrait des résultats suffisamment robustes pour être conservée dans l'analyse.

Enfin, il est important de noter que le poids relatif des prestations jugées trop volatiles (et donc exclues) a été examiné. Les prestations ainsi retirées représentaient une part de dépenses négligeable dans l'ensemble des postes, ce qui limite l'impact de leur exclusion sur les conclusions générales de cette étude.

Les prestations exclues de l'analyse (7 au total) sont détaillées en annexe C.

4.3 Résultats et interprétations des scores

Cette section expose les résultats du scoring dont la méthodologie est présentée en section 4.2.2. L'objectif principal est de comparer les caractéristiques des groupes d'individus avant et après l'implémentation de la réforme 100% Santé. Pour ce faire, les données relatives à chaque poste de soins ont été divisées en deux ensembles, correspondant aux dépenses de santé enregistrées avant et après une date qui correspond au seuil de rupture identifié dans le chapitre précédent (*Chapitre 3 - Déformation et projections temporelles des effets de la réforme 100% Santé*).

Pour rappel, ces seuils ont été établis en étudiant les dépenses de santé globales pour chaque poste, et permettent d'identifier des augmentations significatives en lien avec la chronologie de la réforme 100% Santé. Les seuils trouvés dans la section 3.3 de ce chapitre sont les suivants :

- **Novembre 2020** pour le poste **Audiologie**
- **Août 2020** pour le poste **Dentaire**
- **Septembre 2019** pour le poste **Optique**

Pour chaque poste, le scoring a été appliqué aux bases segmentées, ce qui a permis d'analyser les caractéristiques des individus, notamment en termes de tranche d'âge et de territorialité, avant et après la mise en œuvre de la réforme. Cette approche permet d'évaluer l'impact en termes de coût de la réforme sur différentes populations et de mieux comprendre les changements dans les dépenses de santé associées à chaque poste.

Pour rappel, les scores élaborés n'incluent pas la fréquence de consommation, ils informent uniquement du coût unitaire moyen. Précisément, ils peuvent être interprétés comme des **coefficients de surcoût relatif**, puisqu'ils représentent la surconsommation ou le surcoût d'une population par rapport à une référence moyenne. Ces coefficients indiquent combien un individu d'une tranche d'âge spécifique (ou d'une région spécifique) dépense de plus (ou de moins) que la moyenne de l'ensemble de la population.

4.3.1 Poste Audiologie

L'analyse des scores individuels pour le poste Audiologie, avant et après la réforme du 100% santé, révèle des tendances intéressantes en fonction du sexe, des tranches d'âge et des régions de résidence.

L'analyse par genre pour le poste Audiologie ne révèle pas de rupture marquée entre les hommes et les femmes.



		
PRÉ-RÉFORME	1,02	0,998
POST-RÉFORME	0,995	1,00

FIGURE 4.12 – Score par sexe avant et après la réforme 100% Santé - Poste Audiologie

Avant la réforme, les dépenses en audioprothèses étaient légèrement plus élevées pour les femmes (1,02) que pour les hommes (0,998), possiblement en raison d'une espérance de vie plus longue et d'une vigilance accrue envers la santé. Après la réforme, les scores convergent : femmes à 0,995, hommes à 1,00. Cette uniformisation est probablement liée à une meilleure accessibilité et à une standardisation des options sans

reste à charge.

L'analyse par tranche d'âge révèle quelques disparités dans les coûts relatifs pré-réforme et une homogénéisation notable dans les coûts post-réforme.

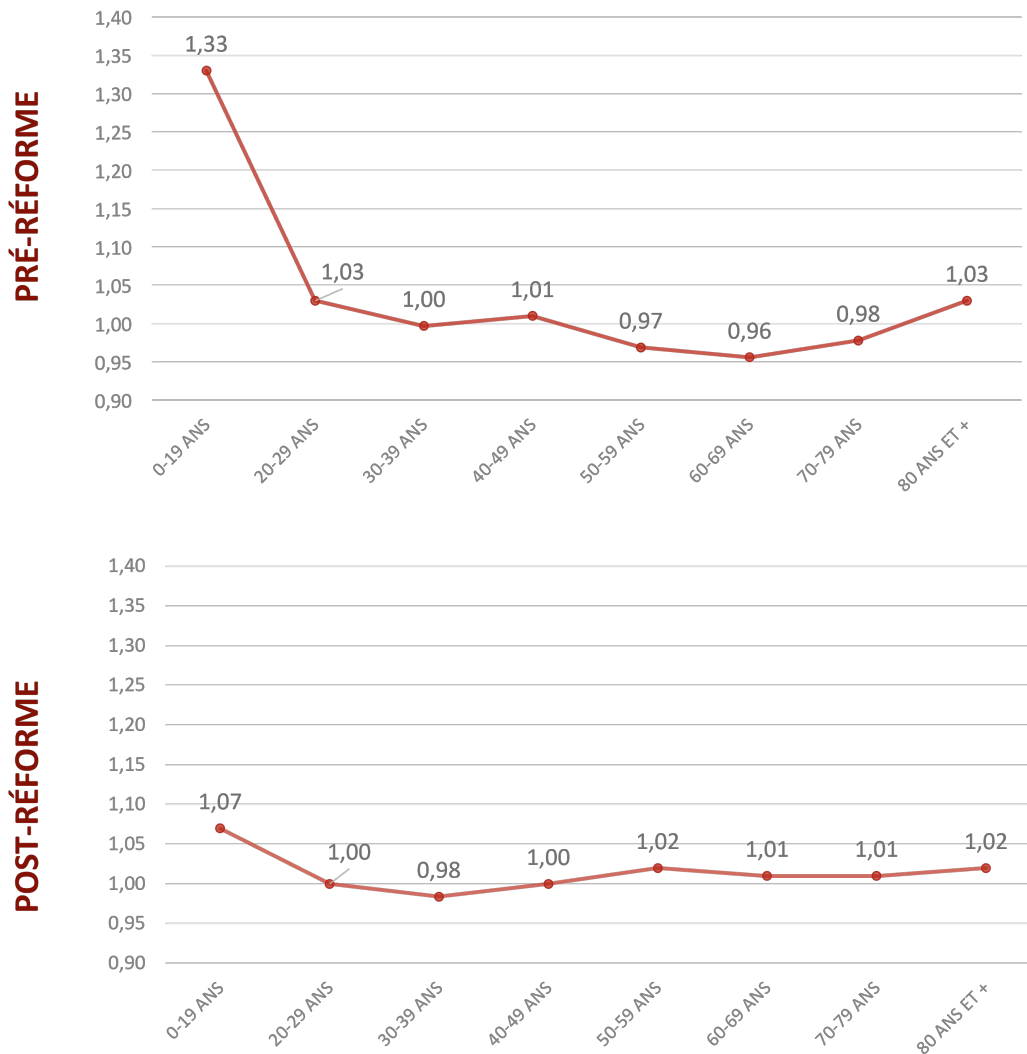


FIGURE 4.13 – Score par tranche d'âge avant et après la réforme 100% Santé - Poste Audiologie

Avant la réforme, les 0-19 ans affichent un score de 1,33, soit une consommation 30% plus élevée que la moyenne nationale. Ce chiffre s'explique probablement par le fait que les prothèses auditives pour enfants sont souvent plus spécialisées et coûteuses. Après la réforme, le score chute à 1,07. Les professionnels de santé sont dans l'obligation de présenter des appareils appartenant au panier 100% Santé et qui seront intégralement remboursés, permettant ainsi de réduire considérablement le coût des prothèses auditives pour les plus jeunes.

Les jeunes adultes (20-29 ans et 30-39 ans) montrent des scores proches de la moyenne nationale, tant avant qu'après la réforme (1,03 et 1,00, puis 1,00 et 0,98). Cette stabilité peut être liée à une faible demande en prothèses auditives dans cette tranche d'âge, où les problèmes auditifs sont moins fréquents. [24] Toutefois, le fait que ces scores baissent légèrement après la réforme peut indiquer un impact sur des individus qui, avant, auraient reporté leurs soins pour des raisons financières. La réforme aurait donc facilité l'accès aux soins pour ceux qui en avaient besoin, mais ne pouvaient se permettre le coût des prothèses auparavant. Les 50-59 ans et 60-69 ans présentent des scores légèrement inférieurs à la moyenne nationale avant la réforme, à 0,97 et 0,96 respectivement, tandis que les 70-79 ans sont à 0,98. Ces tranches d'âge, corres-

pondant à la population active ou proche de la retraite, peuvent être moins enclines à dépenser plus que la moyenne nationale, car elles dépendent souvent de dispositifs de santé professionnels (mutuelles d'entreprises, etc.) ou peuvent encore retarder l'achat de prothèses coûteuses, d'autant plus que les besoins auditifs croissent généralement avec l'âge. La réforme du 100% santé a probablement contribué à réduire les freins économiques pour ces groupes, ce qui se reflète dans une légère augmentation des scores après la réforme (1,01 à 1,02 pour les 50-69 ans). Ces chiffres suggèrent que des personnes qui, auparavant, auraient hésité à s'équiper de prothèses pour des raisons financières, ont désormais accès à des appareils de meilleure qualité grâce au remboursement intégral.

Chez les personnes âgées de 80 ans et plus, les scores sont relativement stables, à 1,03 avant la réforme et 1,02 après. Cela s'explique en grande partie par le fait que cette tranche d'âge est la plus exposée aux troubles auditifs et, par conséquent, la plus susceptible d'avoir déjà des prothèses auditives, déjà coûteuses avant la réforme. La réforme a pu permettre un renouvellement des équipements avec un coût réduit, mais sans impact massif sur les dépenses globales, car beaucoup étaient déjà équipés avant son application.

De manière générale, il est notable que l'entrée en vigueur de la réforme a resserré les écarts de coûts entre les tranches d'âge. Alors qu'avant la réforme, certaines catégories comme les 0-19 ans affichaient des scores plus élevés (1,33), après la réforme, les scores se sont uniformisés autour de 1, indiquant une harmonisation des coûts et une réduction des disparités entre les différentes générations.

Le même phénomène d'homogénéisation est observable sur les coûts relatifs par territorialité.

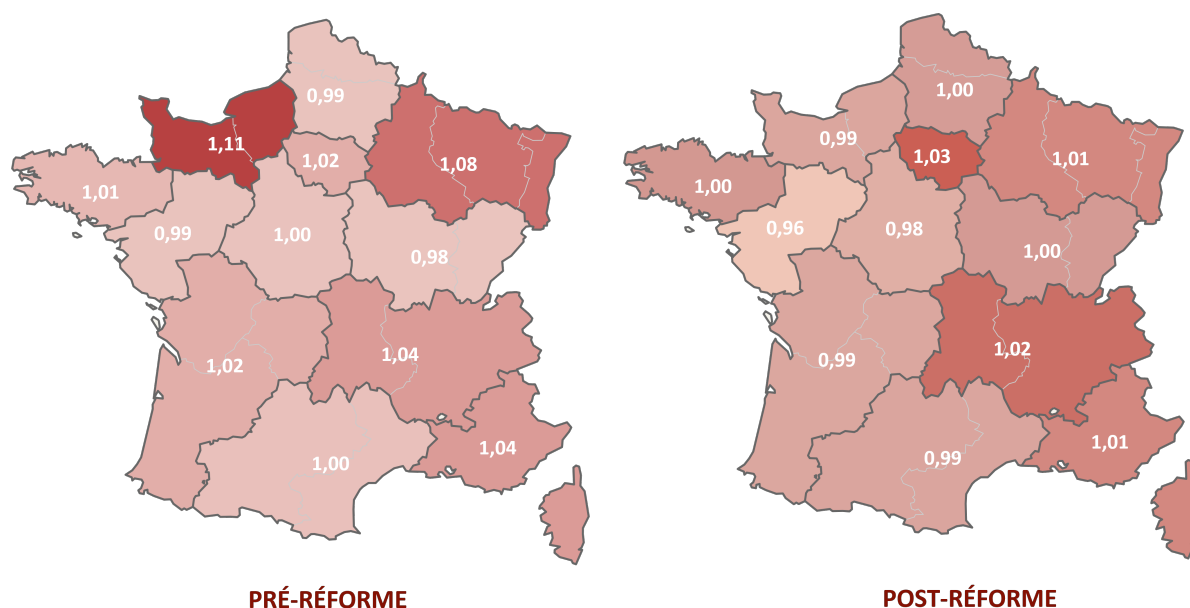


FIGURE 4.14 – Score par région avant et après la réforme 100% Santé - Poste Audiologie

Avant la réforme, les Départements d'outre-mer affichent un score de 0,89, reflétant une consommation plus faible que la moyenne nationale. Cela peut être attribué à des facteurs économiques et géographiques : le niveau de revenu y est généralement inférieur à celui de la métropole, et l'accès aux soins de santé, notamment aux services spécialisés comme les prothèses auditives, y est plus limité en raison de la faible densité de professionnels de santé et de la distance des centres spécialisés. Après la réforme, le score des DROM augmente à 1,01, indiquant une meilleure accessibilité des soins auditifs. La réforme du 100% santé semble avoir eu un effet important dans ces territoires, en réduisant les barrières économiques et en rendant les prothèses auditives plus abordables pour une population plus défavorisée économiquement.

En Île-de-France, les scores passent de 1,02 à 1,03 après la réforme. Cette région, qui bénéficie d'un revenu moyen plus élevé et d'une concentration importante de professionnels de santé, présente des scores proches

de la moyenne nationale, mais légèrement au-dessus. Cela peut être lié à une demande accrue en prothèses auditives de haute technologie, souvent plus coûteuses, mais plus facilement accessibles à une population avec un pouvoir d'achat plus élevé. Après la réforme, l'augmentation légère du score suggère que l'accès à des équipements auditifs de meilleure qualité s'est amélioré grâce à la suppression du reste à charge, mais aussi que des populations moins favorisées dans la région ont pu en bénéficier.

La Normandie, avec un score de 1,11 avant la réforme, se situe bien au-dessus de la moyenne nationale, ce qui reflète une population vieillissante [25] et une demande accrue pour des équipements auditifs. Ce score chute à 0,99 après la réforme, suggérant une régulation des coûts grâce à la réduction du reste à charge. Cette diminution peut également indiquer que la réforme a permis un alignement des coûts avec la moyenne nationale, réduisant les inégalités régionales en matière d'accès aux soins auditifs.

Le Grand Est suit une tendance similaire avec un score de 1,08 avant la réforme, qui descend à 1,01 après. Cette région, qui compte une population vieillissante et où le revenu médian est inférieur à celui de régions comme l'Île-de-France, montre que la réforme a permis de réduire les dépenses pour les habitants, rendant les soins plus abordables sans compromettre la qualité.

4.3.2 Poste Dentaire

L'analyse par genre pour le poste Dentaire ne révèle pas de bouleversement significatif dans la répartition des consommations de soins entre les hommes et les femmes.



		
PRÉ-RÉFORME	0,995	1,00
POST-RÉFORME	0,991	1,00

FIGURE 4.15 – Score par sexe avant et après la réforme 100% Santé - Poste Dentaire

Avant la réforme du 100% santé, les dépenses en prothèses dentaires des femmes (0,995) étaient légèrement inférieures à celles des hommes (1,00), possiblement en raison d'une tendance à choisir des options de soins plus économiques. Après la réforme, les scores montrent une légère baisse pour les femmes (0,991), tandis que ceux des hommes restent stables.

L'analyse par tranche d'âge révèle une tendance largement croissante avec l'âge, autant pré que post-réforme.

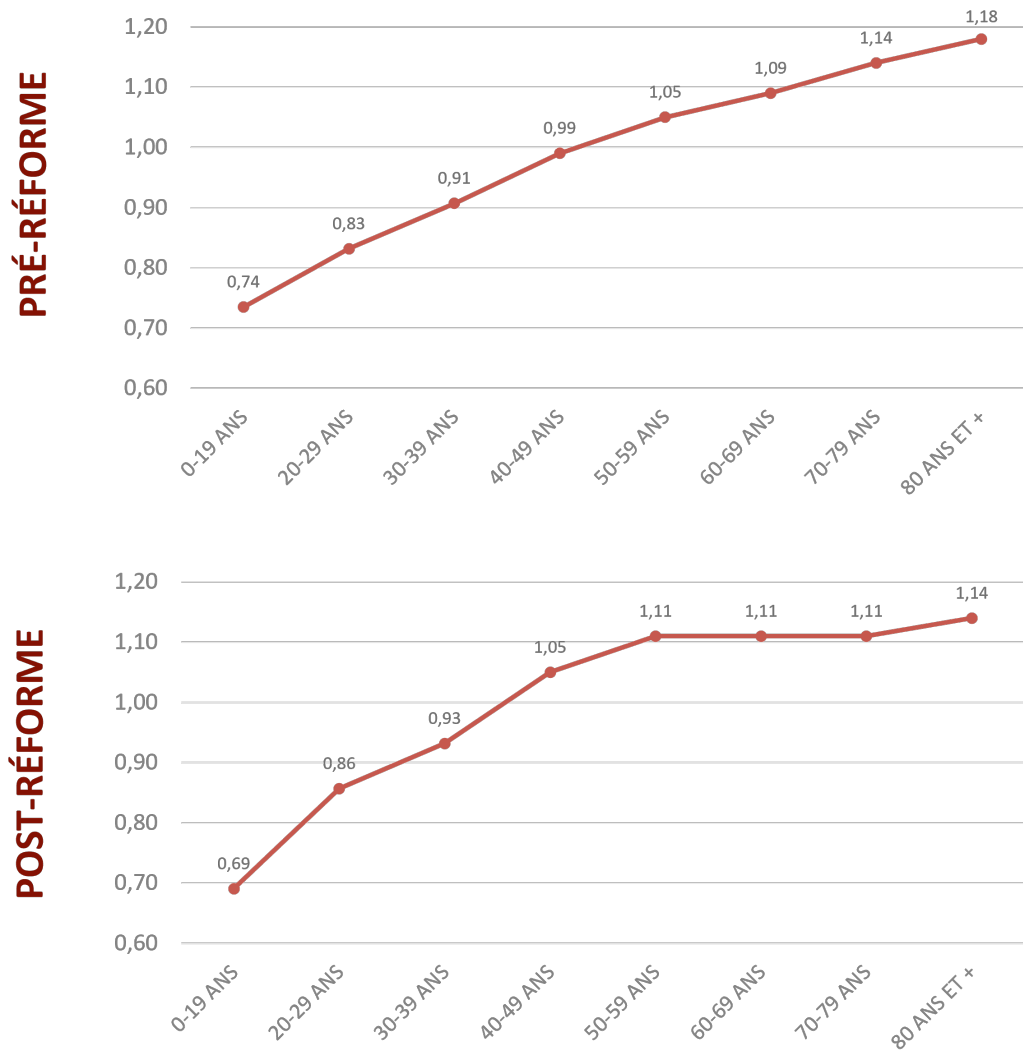


FIGURE 4.16 – Score par tranche d'âge avant et après la réforme 100% Santé - Poste Dentaire

Les résultats montrent que les coûts liés aux prothèses dentaires augmentent avec l'âge, avec un pic chez les personnes de 80 ans et plus, avant et après la réforme du 100% santé. Ce phénomène peut être directement mis en lien avec le vieillissement de la population en France. Selon l'INSEE, la part des personnes de plus de 65 ans dans la population française est passée de 16,8% en 2010 à près de 21% en 2022, et cette tendance va s'accroître dans les années à venir, avec des projections à plus de 23% à horizon 2030. [26] Les personnes âgées sont souvent confrontées à des problèmes de santé bucco-dentaire plus graves (perte de dents, maladies parodontales), nécessitant des prothèses coûteuses (couronnes, bridges, etc.). Les scores croissants pour les 60-80 ans (de 1,09 à 1,18 avant la réforme) reflètent cette réalité : plus l'on vieillit, plus les besoins en soins prothétiques augmentent, entraînant des coûts supérieurs à la moyenne nationale. Malgré la réforme, qui vise à améliorer l'accès aux soins, ces scores restent élevés (1,11 pour les 60-80 ans après la réforme), montrant que les seniors continuent à avoir des dépenses de santé coûteuses, même avec une meilleure prise en charge.

La réforme a également un effet sur les comportements des classes moyennes et supérieures. Par exemple, le score légèrement plus élevé pour les 20-29 ans après la réforme (de 0,83 à 0,86) pourrait s'expliquer par une hausse de la consommation de soins prothétiques, où les individus profitent de la meilleure couverture pour réaliser des soins qu'ils auraient pu différer par le passé.

Concernant l'analyse régionale, les écarts dans les scores observés avant et après la réforme révèlent le rôle clé que joue la territorialité dans les comportements de consommation de soins dentaire.

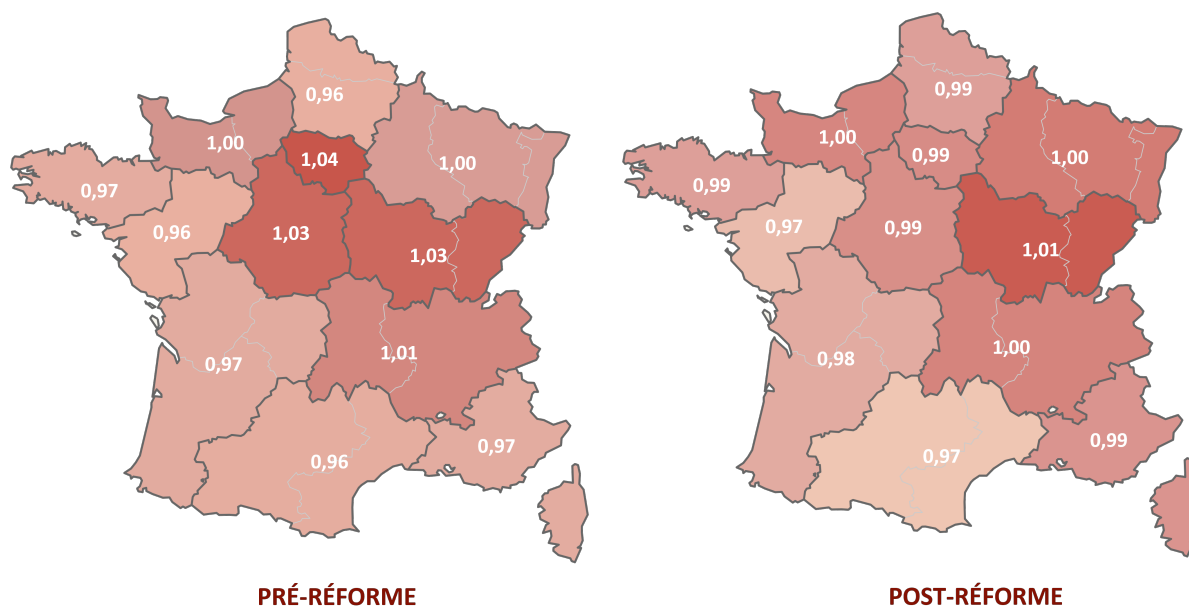


FIGURE 4.17 – Score par région avant et après la réforme 100% Santé - Poste Dentaire

Avant la réforme, les scores dans des régions comme l'Île-de-France (1,04), le Centre-Val de Loire ou la Bourgogne-Franche-Comté (1,03) étaient supérieurs à la moyenne nationale. Ces écarts peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs :

- Une **population vieillissante plus marquée que la moyenne nationale** dans des régions comme le Centre-Val de Loire et la Bourgogne-Franche-Comté, où le besoin en soins de santé, notamment en dentaire, est plus important.
- Un **coût de la vie plus élevé** dans ces régions urbaines (en particulier Paris), où les praticiens dentaires ont souvent des tarifs plus élevés.
- Une **offre de soins spécialisée plus importante** en Île-de-France, permettant aux habitants d'accéder à une gamme de traitements plus larges, mais plus coûteux.

Cependant, après la réforme, ces scores ont tendance à baisser (par exemple, **Île-de-France tombe à 0,99**), indiquant une **homogénéisation des coûts**. Cela reflète l'efficacité de la réforme pour standardiser les tarifs des prothèses dentaires prises en charge à 100%, même dans des régions où les soins étaient historiquement plus chers.

Les Régions d'Outre-Mer et des régions plus rurales (comme les Hauts-de-France et la Bretagne) affichent des scores inférieurs à la moyenne nationale avant la réforme (ex. DROM à 0,94, Hauts-de-France à 0,96). Ces régions sont souvent moins dotées en termes de spécialistes dentaires, avec un accès réduit aux soins coûteux, ou les populations ont des revenus plus bas, ce qui peut limiter le recours aux prothèses dentaires.

Après la réforme, les scores dans ces régions augmentent légèrement (ex. DROM à 0,96, Hauts-de-France à 0,99), ce qui suggère une amélioration de l'accès aux soins prothétiques. Cela est en lien avec l'objectif de la réforme : **réduire les inégalités territoriales d'accès aux soins dentaires** en facilitant la prise en charge pour les populations éloignées ou défavorisées économiquement.

Parallèlement, après la réforme du 100% santé, la baisse des scores pour les jeunes (0-19 ans de 0,74 à 0,69) et des scores plus homogènes dans les régions rurales (Pays de la Loire, Corse, Bretagne) peuvent indiquer un **effet de rattrapage** : l'amélioration de la prise en charge permet à des populations qui n'avaient pas les moyens de s'offrir des soins prothétiques auparavant de recourir davantage à ces traitements.

En conclusion, l'analyse des scores liés au Dentaire montre une **baisse généralisée des coûts relatifs des prothèses dentaires** après la réforme du 100% santé, avec une **réduction des inégalités régionales** et une **meilleure accessibilité pour les jeunes et les populations modestes**. Cependant, le vieillissement de la population et les besoins élevés des seniors continuent de se traduire par des coûts relatifs plus importants pour ces tranches d'âge. De plus, les inégalités socio-économiques et territoriales persistent, même si elles sont moins marquées après la réforme.

4.3.3 Poste Optique

Si les comportements de consommation pré-réforme étaient proches entre hommes et femmes, l'analyse des scores par genre a révélé une diminution générale des coûts relatifs pour ces 2 populations.



		
PRÉ-RÉFORME	1,03	1,03
POST-RÉFORME	0,996	1,00

FIGURE 4.18 – Score par sexe avant et après la réforme 100% Santé - Poste Optique

Avant la réforme, les dépenses en équipements optiques étaient similaires pour les femmes et les hommes (1,03), indiquant des dépenses supérieures à la moyenne nationale pour les deux sexes. Après la réforme, les scores montrent une légère baisse pour les femmes (0,996) et une stabilisation à la moyenne nationale pour les hommes (1,0), suggérant que la réforme a permis de réduire les coûts relatifs pour les femmes tout en égalisant globalement les dépenses entre sexes.

L'analyse par tranches d'âge des scores pré-réforme montre une augmentation progressive des dépenses en soins optiques avec l'âge, avec un pic observé dans la tranche 50-59 ans.

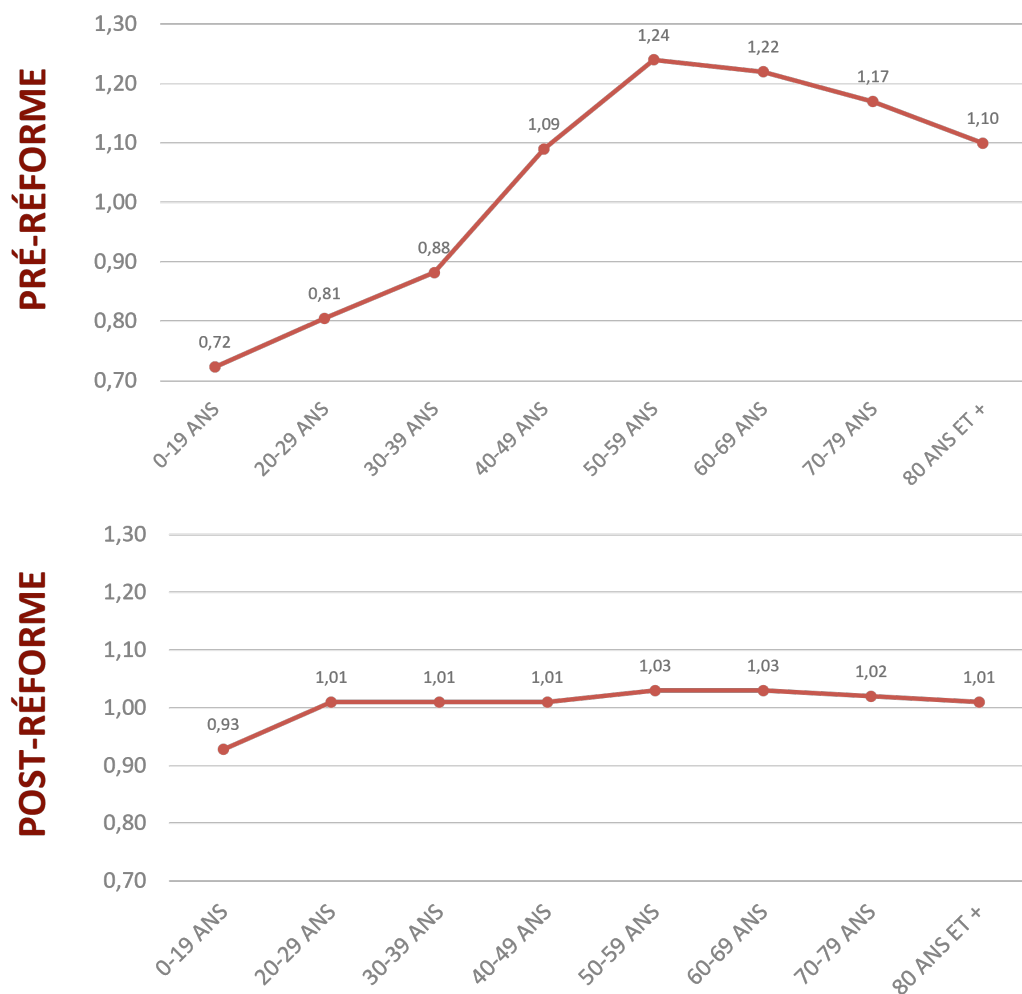


FIGURE 4.19 – Score par âge avant et après la réforme 100% Santé - Poste Optique

Les plus jeunes (0-19 ans) dépensent significativement moins en optique que la moyenne nationale (score de 0,72). Cette faible consommation peut être liée à un besoin moindre de correction visuelle dans cette tranche d'âge.

Pour la tranche 20-39 ans, la consommation reste modérée, en raison de la stabilité relative de la vue chez les adultes jeunes.

Les scores dépassent la moyenne nationale à partir de 40 ans, coïncidant avec l'apparition de problèmes de vision liés à l'âge, notamment la presbytie. Le pic chez les 50-59 ans (1,24) correspond à une période où les dépenses en verres progressifs ou traitements spécifiques sont plus élevées.

Après 60 ans, les scores diminuent légèrement et se stabilisent à un niveau supérieur à la moyenne, reflétant les besoins constants en matière de correction visuelle pour cette population vieillissante.

Comme pour les postes précédemment étudiés, le vieillissement global de la population en France peut expliquer en partie cette évolution. Avec l'âge, les **troubles visuels** se multiplient, nécessitant une prise en charge accrue des besoins en optique.

Les scores après la réforme montrent une **homogénéisation des dépenses** en soins optiques. La réforme a permis une prise en charge plus équitable des soins, réduisant les écarts significatifs observés avant 2020. La stabilisation des scores autour de 1, indépendamment de l'âge, suggère que les individus, quel que soit leur âge, ont désormais accès à des équipements correcteurs sans surcoût. Ce phénomène peut également indiquer un **effet de rattrapage** pour les plus jeunes, qui bénéficient d'un meilleur accès aux soins optiques.

Parallèlement, les disparités territoriales sont notables avant la réforme, avec des écarts marqués entre les régions.

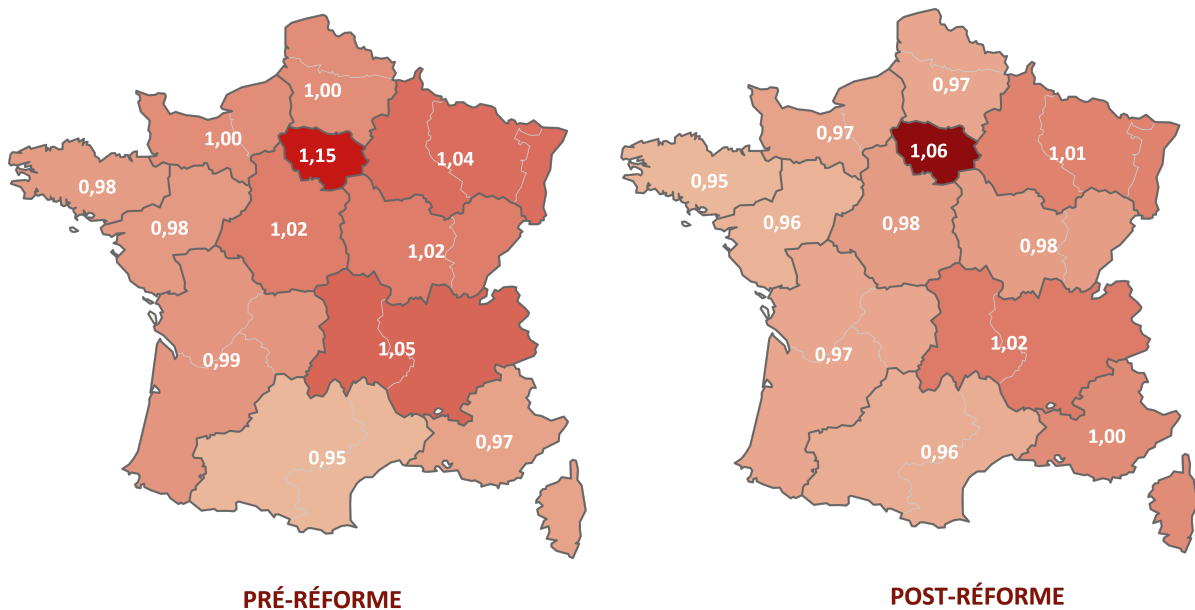


FIGURE 4.20 – Score par région avant et après la réforme 100% Santé - Poste Optique

Les **Départements et Régions d’Outre-Mer (1,18)** et l’**Île-de-France (1,15)** affichent des scores élevés, reflétant des **coûts de la vie plus élevés** et/ou un accès plus large à des équipements optiques plus coûteux ou de meilleure qualité. Au contraire, les régions plus rurales ou moins urbanisées comme la Corse ou le Languedoc Roussillon Midi Pyrénées ont des scores plus bas, souvent associés à un **accès limité aux soins spécialisés** ou à des populations aux revenus plus modestes.

Après la réforme, on observe une **réduction des écarts régionaux**, indiquant un succès dans l’harmonisation des coûts : des scores entre 0,96 et 0,99 pour les régions plus rurales (Pays de la Loire, Bretagne et Hauts-de-France) et une baisse à 1,06 pour l’Île de France.

Cependant, certaines disparités subsistent, notamment dans les DROM, où les scores restent légèrement plus élevés que dans le reste de la France métropolitaine. Les coûts plus élevés des verres et montures dans les **DROM** peuvent s’expliquer par une combinaison de **contraintes logistiques, d’accès limité aux professionnels de santé, d’un coût de la vie élevé**, et des **choix de consommation** influencés par des critères esthétiques ou de confort. La réforme du 100% santé a ainsi contribué à réduire certaines inégalités, mais les défis spécifiques des DROM nécessitent sans doute des politiques de santé publique adaptées pour continuer à améliorer l’accès aux soins optiques dans ces territoires éloignés.

4.3.4 Étude de l'impact relatif de la réforme 100% Santé

Cette section vise à croiser les coefficients de surcoûts relatifs (les scores) avec les fréquences de consommation associées à chaque poste pour les années 2020 à 2022. En effet, pour avoir une idée de l'impact final des modifications de comportements individuels sur les dépenses globales, il est nécessaire de croiser l'information de coût (les scores) avec une information de fréquence. Le raisonnement étant que certaines tranches d'âge peuvent avoir un coefficient de coût élevé (c'est-à-dire qu'elles dépensent plus cher en prothèses auditives par exemple), mais si elles sont peu nombreuses dans la population qui consomme cette prestation de santé (faible fréquence), leur contribution globale aux coûts sera limitée. Inversement, une tranche d'âge avec un coefficient de coût moyen mais une forte fréquence dans la population peut avoir un impact plus important sur les dépenses totales.

Pour évaluer l'impact de la réforme, nous devons donc prendre en compte deux éléments principaux :

- **Le score**, qui reflète le coût relatif d'une prestation par rapport à la moyenne nationale des dépenses, en le pondérant selon les tranches d'âge ou les régions.
- **La fréquence des actes**, c'est-à-dire la proportion d'individus ayant consommé des prestations sur une période donnée, pour une population donnée.

Comme mentionné précédemment, la base Open DAMIR ne fournit pas l'information relative au nombre de personnes ayant consommé un acte, mais seulement le nombre d'actes effectués pour une prestation donnée. Comme expliqué en section 4.1 du chapitre 4, il est important de remarquer que les dispositifs concernés par cette étude, notamment les prothèses auditives et les équipements optiques, sont soumis à une périodicité de renouvellement réglementée, ce qui permet d'établir une hypothèse de prestations "unitaires" sur une période annuelle. Cela signifie qu'un individu ne réalisera qu'un seul acte par an, sauf cas exceptionnels.

Étant donné que la base Open DAMIR ne fournit pas d'informations sur le nombre de personnes ayant consommé les actes, une méthode alternative est nécessaire. Pour évaluer la fréquence de consommation, ce mémoire propose de s'appuyer sur les données du régime général de l'assurance maladie, qui englobe près de 90% de la population française. Cela assure une représentativité raisonnable dans l'analyse. Ainsi, les fréquences de consommation pour chaque poste sont calculées de la manière suivante :

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{Nombre de prestations pour la population étudiée}}{\text{Effectif de la population étudiée}} \quad (4.6)$$

Où :

- Le **nombre de prestations pour la population étudiée** est extrait de la base Open DAMIR, à laquelle il a été nécessaire d'appliquer des filtres spécifiques pour isoler les dépenses de santé relatives au régime général uniquement. La méthodologie de filtrage est exposée en annexe C.
- La **population étudiée** sera définie à partir de bases de données de l'INSEE qui recensent les bénéficiaires du régime général, segmentée par communes iris. Ces bases permettent de comprendre la distribution des bénéficiaires selon plusieurs critères démographiques tels que l'âge, le sexe, et la région.

Les bases de l'INSEE utilisées n'étant pas totalement exhaustives, un travail de complétion et d'adaptation des données à l'étude a été mené. Les détails de cette démarche sont également présentés en annexe C.

Une fois les fréquences de consommation établies pour les différentes tranches d'âge et régions, ce mémoire combinera ces données avec les scores de surcoût. Cette approche permettra d'obtenir une vision plus complète de l'impact des comportements individuels sur les dépenses totales en santé.

Le calcul de l'impact global sera effectué en multipliant le score de surcoût pour une population donnée par la fréquence de consommation associée.

$$\text{IMPACT} = \text{SCORE} \times \text{FRÉQUENCE}$$

Cela donnera une mesure quantitative des dépenses supplémentaires par groupe démographique, permettant de visualiser quelles tranches d'âge ou quelles régions contribuent le plus aux coûts de santé après la réforme.

La méthodologie de détermination de ces fréquences est détaillée en annexe C.

Dans un premier temps, les principaux résultats relatifs aux fréquences de consommation des bénéficiaires du régime général seront analysés. Dans une seconde partie, le coefficient d'impact relatif par population sera déterminé.

Dans cette section, le choix des années 2020 et 2022 pour une analyse comparative repose sur les considérations suivantes :

- Pour étudier la fréquence pré-réforme, l'année privilégiée était l'année 2019. Or, les données relatives à cette années sont rendues indisponibles par l'INSEE pour cause d'anomalies repérées par la CNAM. Le choix s'est alors tourné vers l'année 2018. Le problème rencontré alors concerne la maille des données, différentes et incomplètes comparée aux millésimes suivants : les effectifs pour la tranche d'âge 19-24 ans ne sont pas fournies pour cette année et les années antérieures. Le choix s'est alors porté sur l'année 2020, c'est pourquoi il est important de rester vigilant face à un possible biais dû à la pandémie de COVID-19, qui pourrait participer à tirer les fréquences obtenues vers le bas.
- Pour étudier la fréquence post-réforme, l'année 2022 a été privilégiée face à l'année 2023. En effet, la base Open DAMIR étant une base comptable qui a été retraitée en fonction de l'année de soins dans ce mémoire, il est possible que certaines prestations de soins de l'année 2023 ne soit comptabilisées que dans les données de l'année 2024. La base 2022 est donc considérée plus exhaustive quant aux réelles quantités d'actes.

Fréquences de consommation du régime général : 2020 vs 2022

Pour le poste Audiologie, une hausse marquée de la consommation de prothèses auditives est observée chez les bénéficiaires du régime général, avec une augmentation moyenne de 123% entre 2020 et 2022. Ce chiffre traduit un impact significatif de la réforme en rendant les aides auditives plus accessibles financièrement, particulièrement pour les 0-19 ans et les seniors (+199% et +144% respectivement). L'augmentation est en effet particulièrement forte dans les tranches d'âge les plus élevées (notamment au-delà de 60 ans), soulignant une adoption facilitée pour les populations vieillissantes, traditionnellement les plus affectées par des troubles auditifs.

Pour le poste Dentaire, les fréquences obtenues montrent une augmentation globale de 35% entre 2020 et 2022 chez les bénéficiaires du régime général. Cette croissance indique un impact positif de la réforme pour améliorer l'accès aux soins dentaires, avec une augmentation de la consommation observée dans toutes

les tranches d'âge. Les hausses les plus notables se concentrent dans les tranches d'âge des adultes entre 50 et 69 ans (+ 41% et + 39% respectivement), reflétant un recours accru aux soins dentaires chez les adultes en âge avancé, où les besoins en soins prothétiques et conservateurs sont souvent plus importants.

Pour le poste Optique, les résultats sur la consommation entre 2020 et 2022 montrent une augmentation modérée de 11% en moyenne, suite à la réforme du 100% santé. Ce chiffre indique un effet positif de la réforme, bien que cette progression soit plus modeste comparée aux autres postes de soins (auditif et dentaire). L'augmentation de la consommation est plus notable chez les personnes âgées de 70 ans et plus (+27%), ce qui suggère une amélioration de l'accès pour les populations seniors, traditionnellement plus affectées par des troubles visuels.

Les autres tranches d'âge enregistrent des hausses plus légères, entre 5% et 12%, avec une consommation stable ou légèrement croissante. Ce constat laisse penser que la réforme a pu renforcer l'accessibilité des équipements optiques, mais que cet impact reste plus limité comparativement aux autres dispositifs de santé. Cela pourrait s'expliquer par une meilleure couverture préexistante des équipements optiques avant la réforme, ou par une moindre nécessité de renouvellement chez certaines populations.

Ces augmentations de fréquences de consommation varient selon les régions, révélant des disparités territoriales dans l'accès ou l'adoption des réformes de santé. Il est complexe d'interpréter avec certitude les évolutions de consommation par région, tant les facteurs socio-démographiques pouvant impacter les habitudes de consommation de santé sont nombreux. Il est cependant possible d'observer quelques motifs récurrents :

- **Fortes hausses dans les zones urbaines et densément peuplées** : Les régions avec une population urbaine élevée, comme l'Île-de-France, enregistrent des augmentations substantielles, particulièrement pour les postes de prothèses auditives et soins dentaires (respectivement +266% et +92%). Ces hausses peuvent être dues à une meilleure sensibilisation à la réforme et à un accès facilité aux professionnels de santé dans ces zones à forte densité d'infrastructures de soins.
- **Disparités marquées dans les zones éloignées et les DROM** : Les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) présentent des baisses ou des croissances très faibles pour l'ensemble des postes, notamment en soins dentaires (-51%) et prothèses auditives (-77%). Ces variations traduisent probablement des défis structurels tels que le manque de praticiens spécialisés et des obstacles logistiques qui entravent un accès équitable aux réformes.
- **Différences de besoins et de sensibilisation selon les territoires** : Certaines régions montrent une adoption plus lente, probablement en raison de différences dans la structure démographique ou les habitudes de consommation de soins. Par exemple, la Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse affiche une baisse importante dans la consommation de prothèses auditives (-88%) et une hausse modeste dans les équipements optiques (+20%), ce qui peut refléter une sensibilisation moindre ou des priorités de soins différentes selon la population.
- **Adoption inégale selon les équipements de santé** : Les prothèses auditives montrent des hausses significatives dans des régions comme les Pays de la Loire (+343%) et Auvergne-Rhône-Alpes (+151%), témoignant de la popularité croissante de ce dispositif dans des territoires spécifiques. À l'inverse, l'équipement optique affiche une progression modeste voire négative dans plusieurs régions (comme les DROM avec -62%), suggérant que certains besoins optiques étaient déjà bien couverts avant la réforme ou que la perception de cette prise en charge est moins attractive pour ces populations.

Toutes les fréquences de consommation du régime général pour les 2 années sont détaillées par population dans les tableaux C.2 à C.4 disponibles en annexe C.

Impacts relatifs des populations sur les dépenses de santé suite à la réforme du 100% Santé

Ces coefficients d'impacts relatifs combinent 2 aspects :

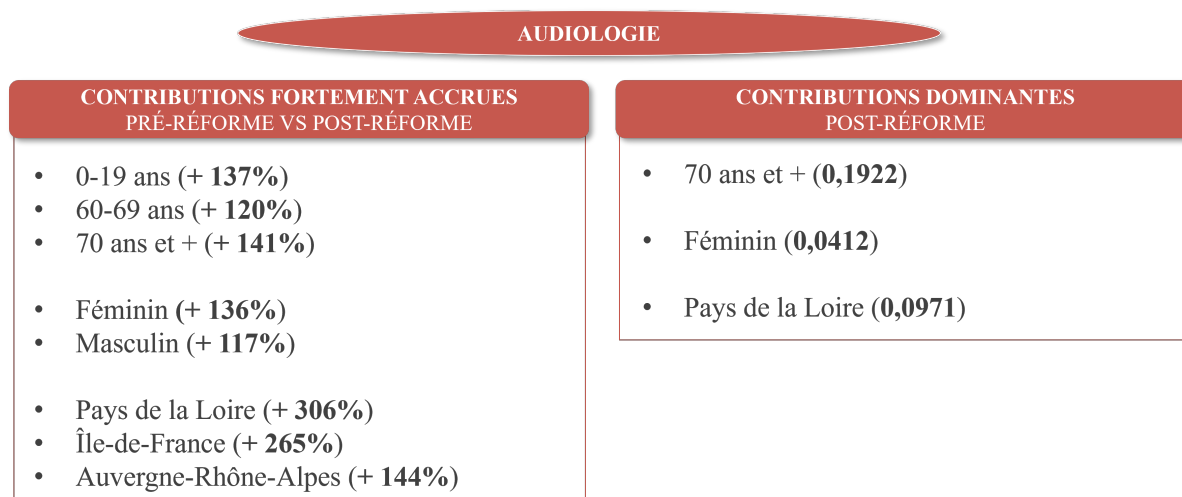
- Le surcoût relatif d'une population lors de la consommation d'un soin (achat d'une prothèse auditive/dentaire ou d'un équipement optique), qui montre à quel point cette population consomme plus ou moins (en termes de coût) que la moyenne des consommateurs du même soin.
- La fréquence d'utilisation de la prestation de soins dans cette population.

Ainsi, ce coefficient met en lumière les groupes qui, à la fois en raison de leur fréquence de consommation et du coût moyen par prothèse, ont une contribution importante aux dépenses globales. Par exemple, un coefficient élevé signifie qu'une population consomme plus fréquemment que d'autres et/ou a un coût moyen plus élevé que la moyenne, contribuant donc de manière significative au total des dépenses de ce poste de soin.

Dans la suite de cette section, les résultats de ces coefficients d'impacts seront étudiés par poste, en se concentrant principalement sur :

- Les populations dont la contribution aux dépenses globales a été fortement accrue suite à la mise en place de la réforme du 100% Santé
- Les populations dont la contribution aux dépenses globales est la plus importante aujourd'hui, post-réforme.

Les coefficients d'impacts globaux pré et post-réforme sont détaillés par poste en annexe C.5 à C.7.

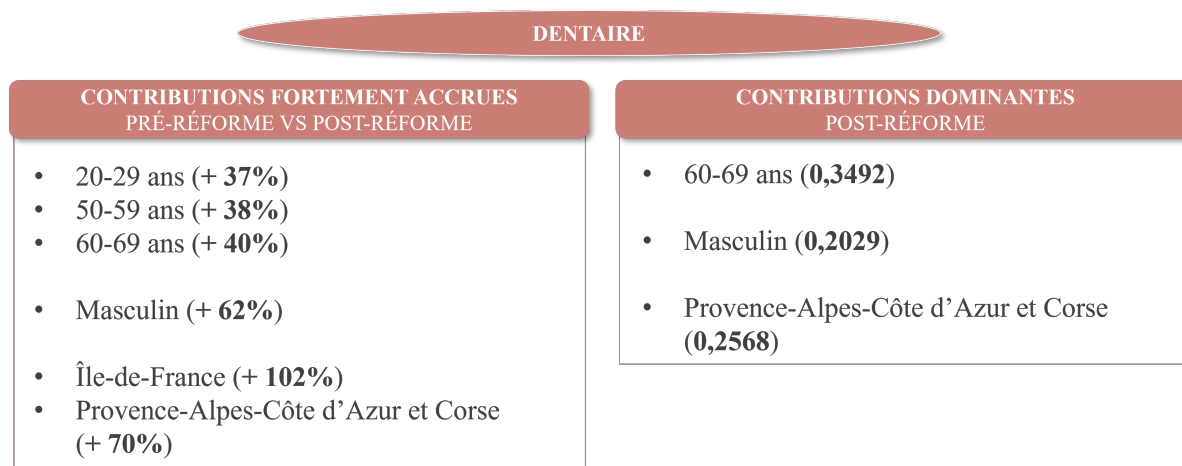


Les personnes âgées de 70 ans et plus possèdent un coefficient "post-réforme" de 0,1922 (soit une augmentation de 151%), ce qui en fait la population la plus impactante en termes de dépenses totales. Elles utilisent des prothèses auditives de façon plus fréquente, avec un surcoût moyen relativement élevé, expliquant leur forte contribution. La population des 60-69 ans suit, avec un coefficient de 0,0577 (+ 120%), contribuant également de manière importante. À l'inverse, les tranches d'âge plus jeunes (0-19 ans, 20-29 ans) voient leurs coefficients augmenter mais leur contribution globale reste marginale, ce qui suggère que,

même avec une hausse de leur fréquence de consommation, elles n'affectent que peu les dépenses globales en prothèses auditives.

Les femmes (0,0412, + 136%) et les hommes (0,0393, + 117%) montrent des hausses similaires en termes de coefficient "post-réforme". La contribution globale reste équilibrée entre les deux genres, avec une légère supériorité pour les femmes, qui pourraient consommer plus fréquemment ou utiliser des équipements avec un coût moyen légèrement supérieur.

Les résultats régionaux révèlent d'importantes disparités. Les Pays de la Loire présentent le coefficient "post-réforme" le plus élevé (0,0971, soit + 356%), indiquant un impact global significatif de la réforme dans cette région, principalement dû à une augmentation notable de la fréquence de consommation plutôt qu'à une hausse des coûts unitaires par rapport aux autres régions. D'autres régions, comme l'Auvergne-Rhône-Alpes (0,0510, + 146%) et l'Île-de-France (0,0443, + 270%), affichent également des augmentations notables, ce qui pourrait être lié à une meilleure accessibilité des soins ou à des différences de tarifs. En revanche, des régions comme la Provence-Alpes-Côte d'Azur et les Départements et Régions d'Outre-Mer voient leur coefficient diminuer significativement (- 89% et - 77% respectivement), suggérant que la réforme a eu un impact inverse, peut-être à cause de changements d'habitudes de consommation ou de difficultés d'accès aux prothèses auditives dans ces zones.

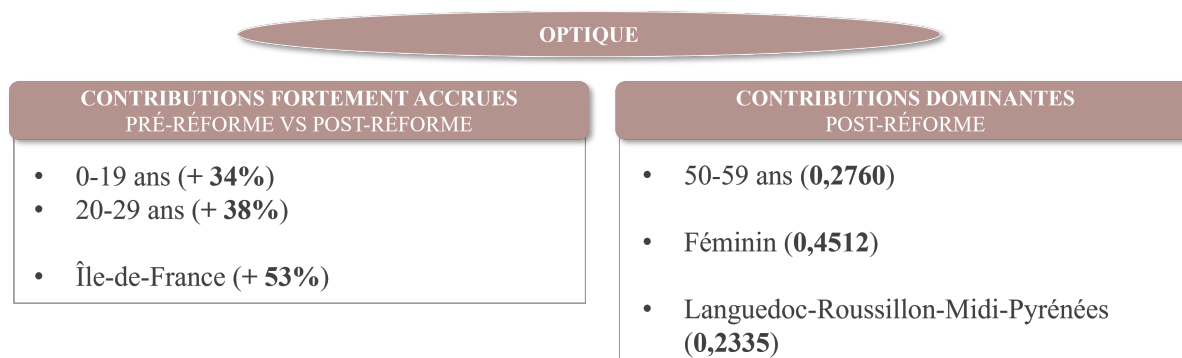


Les tranches d'âge des 60-69 ans et des 50-59 ans sont les plus impactantes en termes de dépenses post-réforme, avec des coefficients "post-réforme" respectifs de 0,349 (augmentation de + 40%) et 0,332 (+ 38%). Ces tranches d'âge combinent une forte fréquence de consommation avec un surcoût moyen par rapport à la moyenne, accentuant leur contribution globale aux dépenses dentaires. Les 70 ans et plus suivent de près avec un coefficient de 0,306 (+ 32%), ce qui reflète également une demande importante pour ce type de soins. À l'opposé, les jeunes adultes (20-29 ans et 30-39 ans) ont vu une hausse de leurs coefficients (respectivement 0,068 et 0,153), mais leur impact global reste modéré par rapport aux tranches d'âge plus avancées.

Les hommes affichent un coefficient "post-réforme" significativement plus élevé que les femmes, atteignant 0,203 (+ 62%) contre 0,163 (+ 16%) pour les femmes. Cette différence indique que les hommes contribuent davantage aux dépenses dentaires post-réforme, peut-être en raison de différences de besoins ou de choix de traitements plus coûteux. Les femmes, bien que consommant fréquemment des soins dentaires, ont une contribution moins marquée aux dépenses globales.

Les disparités régionales sont particulièrement marquées. L'Île-de-France enregistre une augmentation exceptionnelle de 102%, avec un coefficient post-réforme de 0,221. Ce résultat pourrait être attribué à des facteurs spécifiques à cette région, comme une forte densité de population et des tarifs plus élevés. La Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse présente également une hausse marquée de 70%, en faisant la région

la plus contributrice aux dépenses dentaires. À l'inverse, les Départements et Régions d'Outre-Mer voient leur coefficient diminuer de 51%, indiquant une réduction significative de leur contribution, probablement en raison de facteurs d'accessibilité ou de changements de comportements de consommation.



Les populations jeunes, en particulier les 0-19 ans (+ 34%) et les 20-29 ans (+38%), montrent les hausses les plus marquées en termes de coefficient post-réforme, avec des valeurs de 0,148 et 0,175 respectivement. Cela indique une augmentation notable de la fréquence d'achat de produits optiques dans ces tranches d'âge, bien que leur contribution reste modérée en valeur absolue. Les 30-39 ans connaissent une hausse de + 26%, mais le groupe de 40-49 ans n'affiche quasiment aucune évolution (0%). Les tranches plus âgées, 50-59 ans et 60-69 ans, voient même leur coefficient diminuer de - 7%, suggérant une diminution de leur consommation ou une baisse de la contribution moyenne de ces populations aux dépenses post-réforme.

Les femmes (0,451, + 12%) et les hommes (0,358, + 17%) ont toutes deux connu une augmentation de leur coefficient. Bien que les hommes montrent une hausse légèrement supérieure, les femmes restent globalement plus contributrices aux dépenses optiques, ce qui pourrait refléter une fréquence d'achat plus élevée ou un coût moyen supérieur des équipements. Les variations entre les sexes restent cependant relativement équilibrées, sans changement radical dans leur part respective.

Au niveau régional, les résultats révèlent une disparité importante, avec une forte augmentation en Île-de-France (+ 53%), où le coefficient post-réforme atteint 0,208, une évolution qui pourrait être liée à un accès facilité aux soins optiques ou à des différences de coût dans cette région. La Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse affiche également une hausse significative (+ 22%), suggérant un besoin accru ou une demande plus forte en optique. À l'inverse, les Régions et Départements d'Outre-Mer voient une baisse drastique de - 60%, indiquant une chute de la contribution aux dépenses optiques, possiblement en raison de difficultés d'accès. La majorité des autres régions montrent des hausses modérées de 1% à 7%, reflétant des augmentations uniformes sans bouleversement majeur.

A ce stade, il est important de noter un aspect que les modèles ne prennent pas pleinement en compte : **l'effet de rattrapage**. Ce phénomène survient lorsque les individus augmentent leurs dépenses de santé après une période de sous-consommation ou de report de soins, en raison de l'ignorance des nouvelles mesures ou de la mise en œuvre progressive des réformes. Ce rattrapage initial peut fausser les prévisions, car arrivé à un certain stade, les dépenses devraient se stabiliser. Cependant, avant cette stabilisation, il est probable que des ajustements supplémentaires soient nécessaires pour capturer les effets de rattrapage encore présents, notamment en raison du fait que tous les assurés ne sont pas informés ou n'adaptent pas immédiatement leur comportement. Il pourrait donc être pertinent d'intégrer cette dynamique dans les modèles de scoring, pour une évaluation plus précise des risques futurs.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'étudier l'évolution de la sinistralité en assurance santé, en analysant les effets de la réforme 100% Santé dans un contexte plus large d'évolutions sociales et démographiques. L'analyse a permis d'évaluer l'évolution des dépenses, notamment dans les postes audiologie, dentaire et optique, en comparaison avec d'autres postes non directement concernés par la réforme. Par le biais de l'utilisation de modèles statistiques et de séries temporelles, des ruptures significatives des tendances de dépenses après la mise en œuvre de la réforme ont été observées, notamment dans les trois domaines ciblés, ce qui a confirmé un impact direct et mesurable de la réforme sur la sinistralité. La méthodologie de scoring utilisée ensuite a permis d'identifier des populations spécifiques dont les comportements de consommation ont évolué en réponse à ces changements, et de mesurer leur contribution aux dépenses de santé globales, tant en termes de coût que de fréquence.

Au cours de l'étude, le format des données publiques disponibles a parfois constitué une limite à plusieurs niveaux. Outre la nature agrégée des données contenues dans la base DAMIR, qui rend complexe certaines analyses mais est nécessaire pour garantir l'anonymisation des données, une première limite a été la granularité des actes médicaux au sein des natures de prestations. Dans la mesure où les libellés de ces dernières sont susceptibles d'être modifiés d'une année sur l'autre, le manque d'informations concernant les actes médicaux répertoriés au sein de ces natures de prestations complexifie le suivi et les analyses de long terme.

L'utilisation de modèles de régression linéaire généralisée (GLM), bien que courant en science actuarielle, peut être insuffisante pour capter toute la complexité des facteurs sociaux et démographiques influençant les dépenses de santé. L'adoption de méthodes plus avancées de machine learning, telles que les réseaux de neurones ou les forêts aléatoires, pourrait offrir une meilleure modélisation des comportements complexes et des interactions entre les variables. Ces méthodes pourraient améliorer la capacité des modèles à représenter des comportements complexes et les interactions entre variables. Cela resterait néanmoins partiel, puisque même des modèles plus sophistiqués ne sauraient entièrement saisir la dynamique complexe des dépenses de santé sans l'apport de disciplines comme la sociologie ou les sciences du comportement.

Malgré ces limites, une mise à jour régulière des modèles utilisés dans cette étude pourrait contribuer à améliorer la gestion du risque par les assureurs. En actualisant ces modèles pour refléter les évolutions sociales, économiques et réglementaires, ils pourraient devenir des outils utiles pour ajuster les méthodes de tarification. L'évolution continue des réformes et des comportements de consommation, par exemple avec l'introduction de nouveaux postes comme les prothèses capillaires ou les fauteuils roulants par la réforme 100% Santé au 1^{er} janvier 2024, suggère la nécessité d'adapter les stratégies tarifaires. Ces modèles, bien que relativement simples, pourraient aider les assureurs à mieux comprendre la contribution de chaque population aux dépenses de santé, et ainsi leur permettre d'ajuster progressivement leur tarification en fonction des risques observés. L'importance de maintenir ces outils à jour s'étend également à la gestion des risques sur le long terme, notamment pour anticiper les effets d'autres réformes à venir.

Bibliographie

- [1] Direction de la sécurité SOCIALE. *Les chiffres clés de la sécurité sociale 2020 - Edition 2021*. La Sécurité Sociale, Septembre 2021.
- [2] *Les chiffres utiles de la MSA - Edition 2024*. La Caisse Centrale de la MSA (CCMSA), Juin 2024.
- [3] Cyril de WILLIENCOURT. *Rapport 2023 sur la situation financière des organismes complémentaires assurant une couverture santé*. Rapp. tech. DREES, Direction de la Recherche des Etudes de l'Evaluation et des Statistiques, 2023.
- [4] Direction de la Recherche des Etudes de l'Evaluation et des Statistiques DREES. *Les dépenses de santé en 2022 - Résultats des comptes de la santé - Édition 2023*. Rapp. tech. 2023.
- [5] *France, Portrait social - Edition 2023 - Dépenses de santé*. INSEE, Novembre 2023.
- [6] *Placer l'audition au coeur des débats publics de 2022*. Fondation pour l'audition, Février 2022.
- [7] *France, Portrait social - Edition 2022 - Dépenses de santé*. INSEE, Novembre 2022.
- [8] Ronan LE STER. *Evaluation du coût de la portabilité pour les organismes assureurs*. Rapp. tech. Mémoire IA, 2017.
- [9] La Sécurité SOCIALE. *Rapport 2024 d'Evaluation des Politiques de Sécurité Sociale (REPSS)*. Mai 2024. URL : <https://evaluation.securite-sociale.fr/home/maladie/1.6.3.%20Recours%20aux%20soins%20et%20cons.html>.
- [10] de l'évaluation et des statistiques (DREES) DIRECTION DE LA RECHERCHE des études. *Le vieillissement de la population entraîne une hausse des dépenses de santé liées aux affections de longue durée*. Septembre 2018.
- [11] Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie (HCAAM). « *Vieillesse, longévité et assurance maladie* » - *Constats et orientations*. Avril 2010.
- [12] Christophe LÉON. *Prévalence des épisodes dépressifs en France chez les 18-85 ans : Résultats du baromètre santé 2021*. Santé publique France, 11 novembre 2022.
- [13] DREES. *Les problèmes de santé mentale, en augmentation en 2020, impactent fortement l'activité des généralistes*. Octobre 2021.
- [14] Ministère de la SANTÉ ET DE LA PRÉVENTION, éd. *Santé mentale et psychiatrie - Synthèse du bilan de la feuille de route*. Dossier de Presse, Mars 2023.
- [15] Julien Brière et NATACHA FOUQUET. *Prévalence de troubles musculo-squelettique en France, dans la population générale et dans la population des actifs occupés selon la catégorie professionnelle et le secteur d'activité*. Santé publique France, Mars 2024.
- [16] Julien BRIÈRE. *Des indicateurs en santé travail - Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur en France*. Santé publique France, Février 2015.
- [17] AMELI. *Téléconsultation, une pratique qui s'installe dans la durée*. Communiqué de presse, Septembre 2020.
- [18] AMELI. *Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses - Rapport au ministre chargé de la Sécurité sociale et au Parlement sur l'évolution des charges et des produits de l'Assurance Maladie au titre de 2021*. Juillet 2020.

-
- [19] Pr. Patrice Queneau et PR. RISSANE OURABAH. *Rapport - Les zones sous-denses, dites « déserts médicaux », en France : Etats des lieux et propositions concrètes*. Académie Nationale de Médecine, Avril 2023.
- [20] Julie Kamionka et MAXIME BERGEAT. *Etude et Résultats : Sept téléconsultations de médecine générale sur dix concernant des patients des grands pôles urbains en 2021*. DREES, Décembre 2022.
- [21] INSEE. *Femmes et hommes, l'égalité en question - Edition 2022*. 2022.
- [22] Guillaume STASINSKI. *Impact des mesures prises contre le Covid-19 sur les dépenses santé en France métropolitaine en 2020 à l'aide de la base Open DAMIR*. Mémoire IA, 2022.
- [23] DREES. *Observatoire des prix et de la prise en charge en optique médicale - Rapport 2016*. 2017.
- [24] INSERM. *Troubles de l'audition – Surdités*. Novembre 2023.
- [25] INSEE. *Le vieillissement démographique en Normandie à l'horizon 2050 : une forte poussée des populations dépendantes à partir de 2030*. Juin 2018.
- [26] INSEE. *Tableau de l'économie française - Edition 2020*. Février 2020.
- [27] Arnold Caleb Mekontso FOTSING. *L'Open DAMIR : apport à la maîtrise des dépenses de santé*. Rapp. tech. Mémoire IA, 2018.
- [28] Santé publique FRANCE. *Dépistage universel de la surdité permanente bilatérale néonatale - Évaluation de son déploiement après deux années de fonctionnement en France*. Novembre 2019.
- [29] Organisation Mondiale de la SANTÉ (OMS). *World Report on Hearing (WRH)*. 2021.
- [30] Organisation Mondiale de la SANTÉ (OMS). *Rapport de situation sur la santé bucco-dentaire dans le monde : vers la couverture sanitaire universelle pour la santé bucco-dentaire d'ici à 2030 : résumé d'orientation*. 2022.
-

Annexe A

Annexe - Chapitre 2

ASU_NAT	Libellé Nature d'Assurance
0	SANS OBJET
10	MALADIE
11	"MALADIE COURS NAVIGATION > 6 MOIS"
12	"MALADIE COURS NAVIGATION < 6 MOIS"
22	SOINS AUX INVALIDES DE GUERRE (CNMSS)
30	MATERNITE
40	AT ET MP
50	DECES
70	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES
80	INVALIDITE
90	PREVENTION MALADIE
99	VALEUR INCONNUE

FIGURE A.1 – Les 11 natures d'assurance présentes dans la base DAMIR

Jusqu'à 2014		À partir de 2015	
BEN_RES_ZEAT	Libellé ZEAT de Résidence du Bénéficiaire	BEN_RES_REG	Libellé Région de Résidence du Bénéficiaire
0	Inconnu	5	Régions et Départements d'outre-mer
1	Région Parisienne (11)	11	Ile-de-France
2	Bassin parisien (21,22,23,24,25,26)	24	Centre-Val de Loire
3	Nord (31)	27	Bourgogne-Franche-Comté
4	Est (41,42,43)	28	Normandie
5	Ouest (52,53,54)	32	Hauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardie
6	Sud-Ouest (72,73,74)	44	Grand Est
7	Centre-Est (82,83)	52	Pays de la Loire
8	Méditerranée (91,93,94)	53	Bretagne
9	Régions et Départements d'outre-mer (01,02,03,04,06)	75	Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes
		76	Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées
		84	Auvergne-Rhône-Alpes
		93	Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse
		99	Inconnu

FIGURE A.2 – Changement de la maille localisation dans la base DAMIR

PRESTATION			
PRS_NAT	Nature de Prestation		Conservée
ASU_NAT	Nature d'Assurance		Supprimée
ATT_NAT	Nature de l'Accident du Travail		Supprimée
CPT_ENV_TYP	Type d'Enveloppe		Supprimée
CPL_COD	Complément d'Acte		Supprimée
EXO_MTF	Motif d'Exonération du Ticket Modérateur		Supprimée
PRS_REM_TAU	Taux de Remboursement		Conservée
PRS_PPU_SEC	Code Secteur Privé/Public		Supprimée
PRS_FJH_TYP	Type de Prise en Charge Forfait Journalier		Supprimée
ETE_IND_TAA	Indicateur TAA Privé/Public		Supprimée
PRS_PDS_QCP	Code Qualificatif Parcours de Soins (sortie)		Supprimée
DRG_AFF_NAT	Nature du Destinataire de Règlement affiné		Supprimée
PRS_REM_TYP	Type de Remboursement		Supprimée
ORGANISME			
ORG_CLE_ZEAT	ZEAT de l'Organisme de Liquidation jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
ORG_CLE_REG	Région de l'Organisme de Liquidation à partir de 2015 (tables A)		Supprimée
PERIODE			
SOI_ANN	Année de Soins		Conservée
SOI_MOI	Mois de Soins		Conservée
BENEFICIAIRE			
BEN_SEX_COD	Sexe du Bénéficiaire		Conservée
AGE_BEN_SNDS	Tranche d'Age Bénéficiaire au moment des soins		Conservée
BEN_QLT_COD	Qualité du Bénéficiaire		Conservée
BEN_RES_ZEAT	ZEAT de Résidence du Bénéficiaire jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
BEN_RES_REG	Région de Résidence du Bénéficiaire à partir de 2015 (tables A)		Conservée
MTM_NAT	Modulation du Ticket Modérateur		Supprimée
BEN_CMU_TOP	Top Bénéficiaire CMU-C		Conservée
EXECUTANT			
PSE_ACT_CAT	Catégorie de l' Exécutant		Supprimée
PSE_SPE_SNDS	Spécialité Médicale PS Exécutant		Supprimée
PSE_ACT_SNDS	Nature d'Activité PS Exécutant		Supprimée
EXE_INS_ZEAT	ZEAT du PS Exécutant jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
EXE_INS_REG	Région du PS Exécutant à partir de 2015 (tables A)		Conservée
PSE_STJ_SNDS	Statut Juridique PS Exécutant		Supprimée
MFT_COD	Mode de Fixation des Tarifs Etb Exécutant		Supprimée
ETE_ZEAT_COD	ZEAT d'Implantation Etb Exécutant jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
ETE_REG_COD	Région d'Implantation Etb Exécutant à partir de 2015 (tables A)		Supprimée
ETE_TYP_SNDS	Type Etb Exécutant		Supprimée
ETE_CAT_SNDS	Catégorie Etb Exécutant		Supprimée
DDP_SPE_COD	Discipline de Prestation Etb Exécutant		Supprimée
MDT_TYP_COD	Mode de Traitement Etb Exécutant		Supprimée
PRESCRIPTEUR			
PSP_ACT_CAT	Catégorie du Prescripteur		Supprimée
PSP_SPE_SNDS	Spécialité Médicale PS Exécutant		Supprimée
PSP_ACT_SNDS	Nature d'Activité PS Prescripteur		Supprimée
PRE_INS_ZEAT	ZEAT du PS Prescripteur jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
PRE_INS_REG	Région du PS Prescripteur à partir de 2015 (tables A)		Supprimée
PSP_STJ_SNDS	Statut Juridique PS Prescripteur		Supprimée
ETP_ZEAT_COD	ZEAT d'Implantation Etb Prescripteur jusqu'à 2014 (tables P)		Supprimée
ETP_REG_COD	Région d'Implantation Etb Prescripteur à partir de 2015 (tables A)		Supprimée
ETP_CAT_SNDS	Catégorie Etb Prescripteur		Supprimée
TOP PS5			
TOP_PS5_TRG	Top Périmètre hors CMU C et prestations pour information		Supprimée
INDICATEURS			
FLT_ACT_COG	Coefficient Global de la Prestation Préfiltré		Supprimée
FLT_ACT_NBR	Dénombrement de la Prestation Préfiltré		Conservée
FLT_ACT_QTE	Quantité de la Prestation Préfiltrée		Conservée
FLT_DEP_MNT	Montant du Dépassement de la Prestation Préfiltré		Conservée
FLT_PAI_MNT	Montant de la Dépense de la Prestation Préfiltrée		Conservée
FLT_REM_MNT	Montant Versé/Remboursé Préfiltré		Conservée
PRS_ACT_COG	Coefficient Global		Supprimée
PRS_ACT_NBR	Dénombrement		Supprimée
PRS_ACT_QTE	Quantité		Supprimée
PRS_DEP_MNT	Montant du Dépassement		Supprimée
PRS_PAI_MNT	Montant de la Dépense		Supprimée
PRS_REM_MNT	Montant Versé/Remboursé		Supprimée
PRS_REM_BSE	Base de Remboursement		Conservée

FIGURE A.3 – Les 60 modalités de la base Open DAMIR

Annexe B

Annexe - Chapitre 3

Annexe Section 3.2.1 : Modélisation et prédiction en séries temporelles

Modélisation pour le poste **Audiologie**

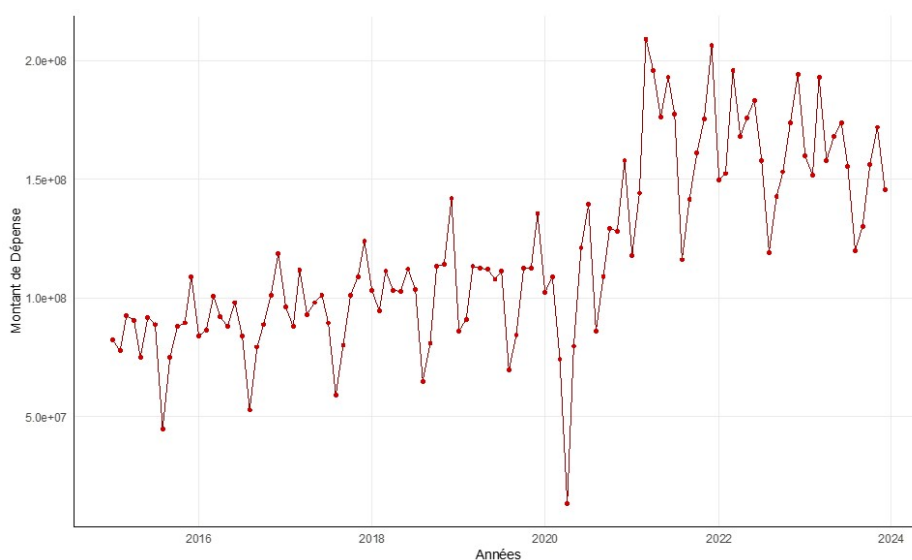


FIGURE B.1 – Tendence générale de la série (Y_t) - Poste Audiologie

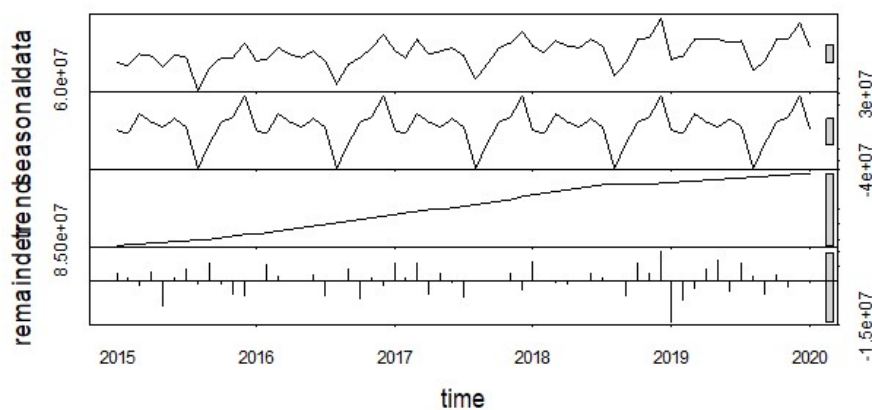


FIGURE B.2 – Décomposition STL de la série (Y_t) - Poste Audiologie

```

Call:
arima(x = detrended_data_audio, order = c(3, 1, 3))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ma1      ma2      ma3
-0.4669  0.3263 -0.1329 -0.9856 -0.9856  1.0000
s.e.    0.1300  0.1432  0.1288  0.0817  0.0771  0.0815

sigma^2 estimated as 1.358e+13:  log likelihood = -997.56,  aic = 2009.12

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 178893.7 3654515 2882604 -62.51319 258.7149 0.5160789 -0.05799653

```

FIGURE B.3 – Sortie R du modèle ARIMA - Poste Audiologie

L'équation du modèle pour le poste Audiologie est :

$$Y_t = -0,467 * Y_{t-1} + 0,326 * Y_{t-2} - 0,133 * Y_{t-3} + \varepsilon_t - 0,986 * \varepsilon_{t-1} - 0,986\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_{t-3}$$

Diagnostic du modèle pour le poste **Audiologie**

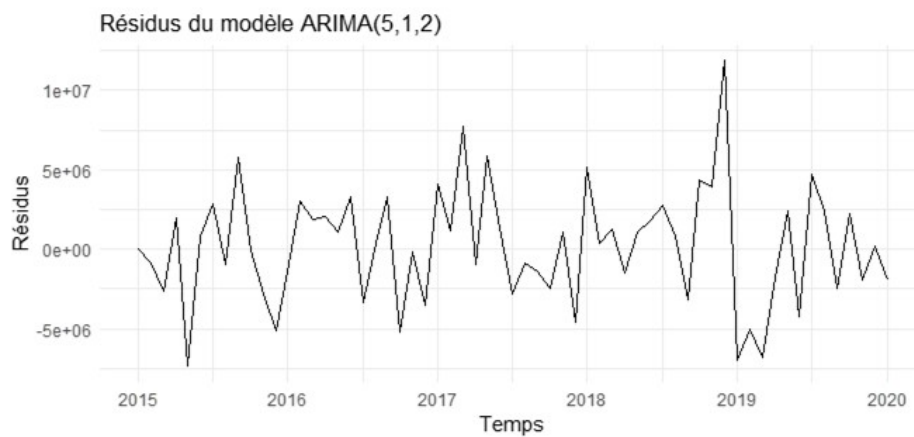


FIGURE B.4 – Visualisation des résidus du modèle - Poste Audiologie

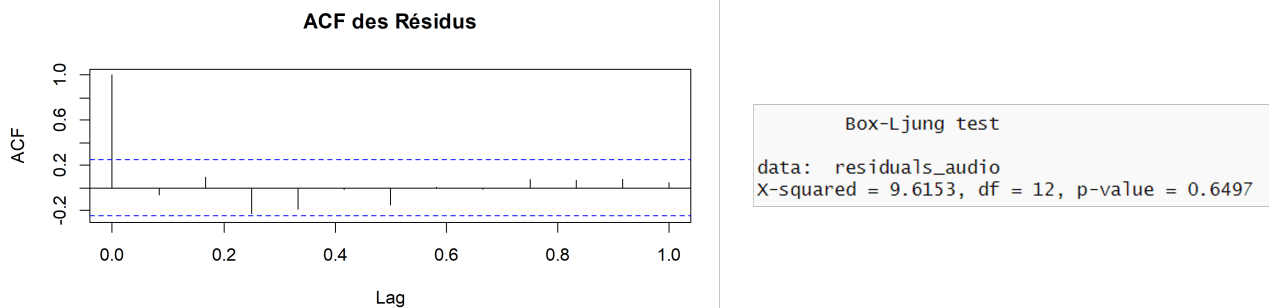


FIGURE B.5 – Absence d'autocorrélation dans les résidus - Poste Audiologie

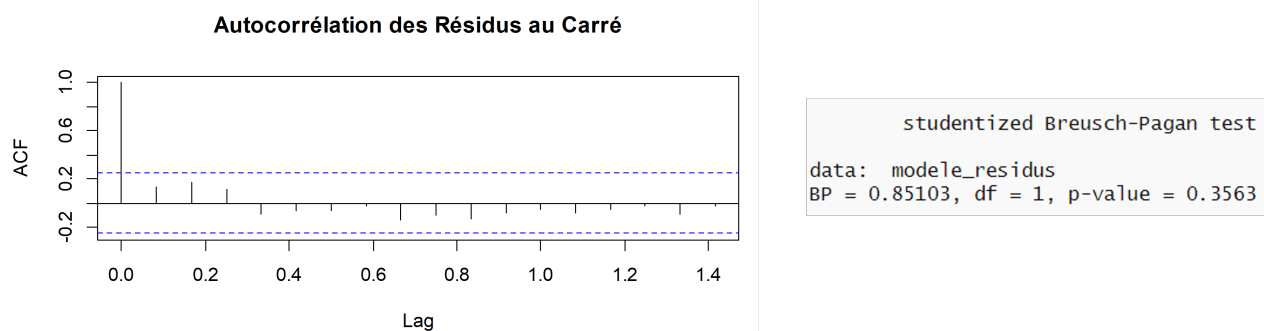


FIGURE B.6 – Homoscédasticité des résidus - Poste Audiologie



FIGURE B.7 – Normalité des résidus - Poste Audiologie

La moyenne des résidus est égale à 178 893. Cette valeur est faible comparée aux observations, et donc considérée comme négligeable. Les prévisions seront néanmoins ajustées en conséquence.

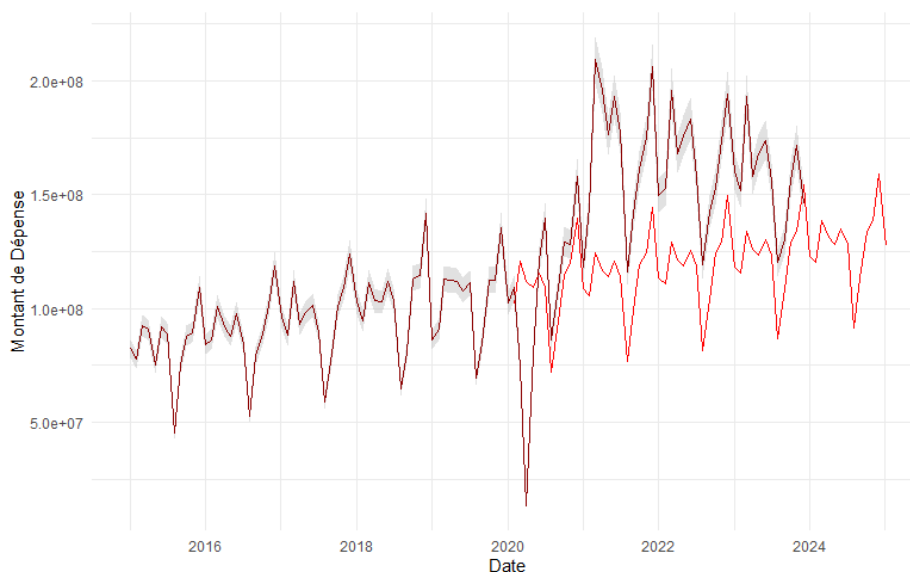


FIGURE B.8 – Backtesting du modèle Poste Audiologie

Modélisation pour le poste **Dentaire**

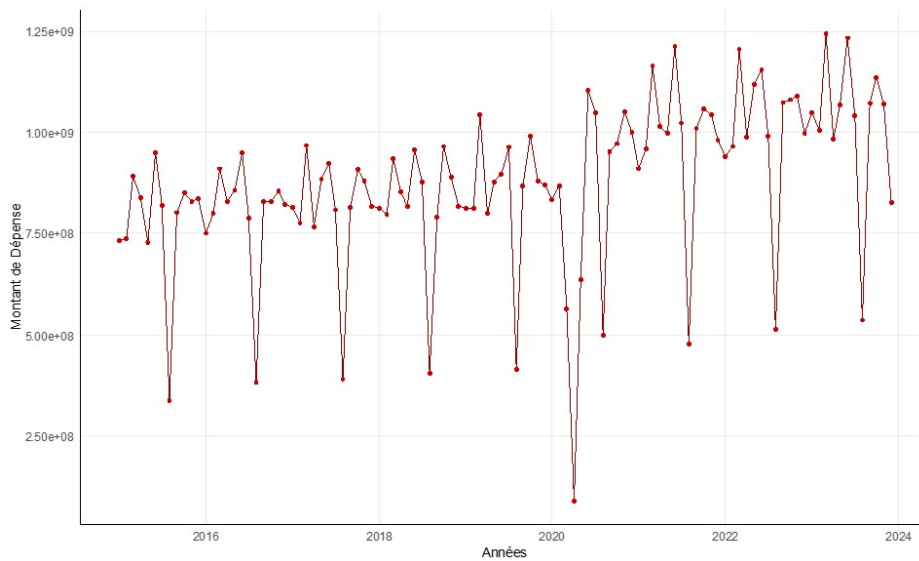


FIGURE B.9 – Tendence générale de la série (Y_t) - Poste Dentaire

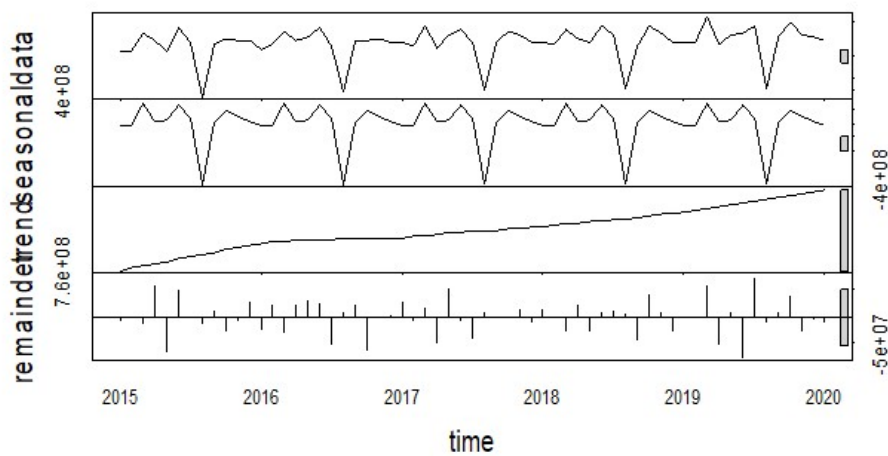


FIGURE B.10 – Décomposition STL de la série (Y_t) - Poste Dentaire

```
Call:
arima(x = detrended_data_dentaire, order = c(4, 1, 4))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ma1      ma2      ma3      ma4
-1.6634 -0.8127  0.0409 -0.0353 -0.2067 -1.4895 -0.2067  0.9999
s.e.    0.1369  0.2617  0.2654  0.1357  0.1029  0.1143  0.1006  0.0980

sigma^2 estimated as 4.828e+14: log likelihood = -1105.96, aic = 2229.92

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 350898.8 21792017 16818972 -70.09385 213.1993 0.3726382 -0.02246699
```

FIGURE B.11 – Sortie R du modèle ARIMA - Poste Dentaire

L'équation du modèle pour le poste Dentaire est :

$$Y_t = -1,663 * Y_{t-1} - 0,813 * Y_{t-2} + 0,041 * Y_{t-3} - 0,035 * Y_{t-4} + \varepsilon_t - 0,207 * \varepsilon_{t-1} \\ - 1,490\varepsilon_{t-2} - 0,207 * \varepsilon_{t-3} + \varepsilon_{t-4}$$

Diagnostic du modèle pour le poste **Dentaire**

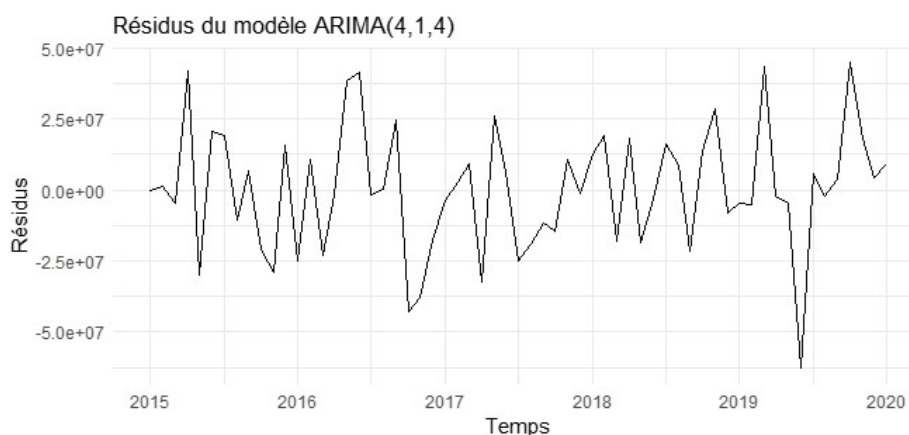


FIGURE B.12 – Visualisation des résidus du modèle - Poste Dentaire

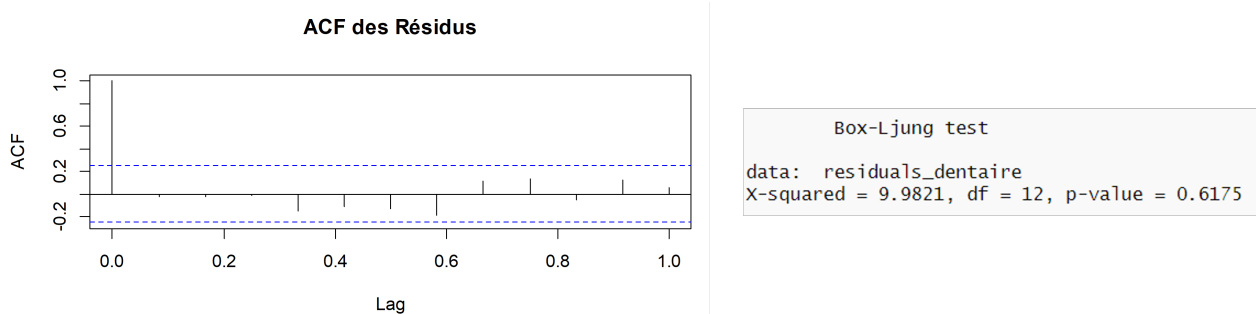


FIGURE B.13 – Absence d'autocorrélation dans les résidus - Poste Dentaire

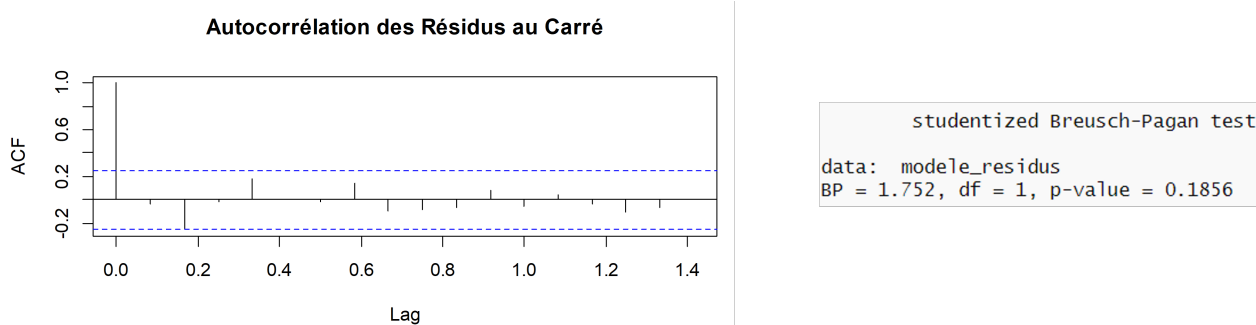


FIGURE B.14 – Homoscédasticité des résidus - Poste Dentaire

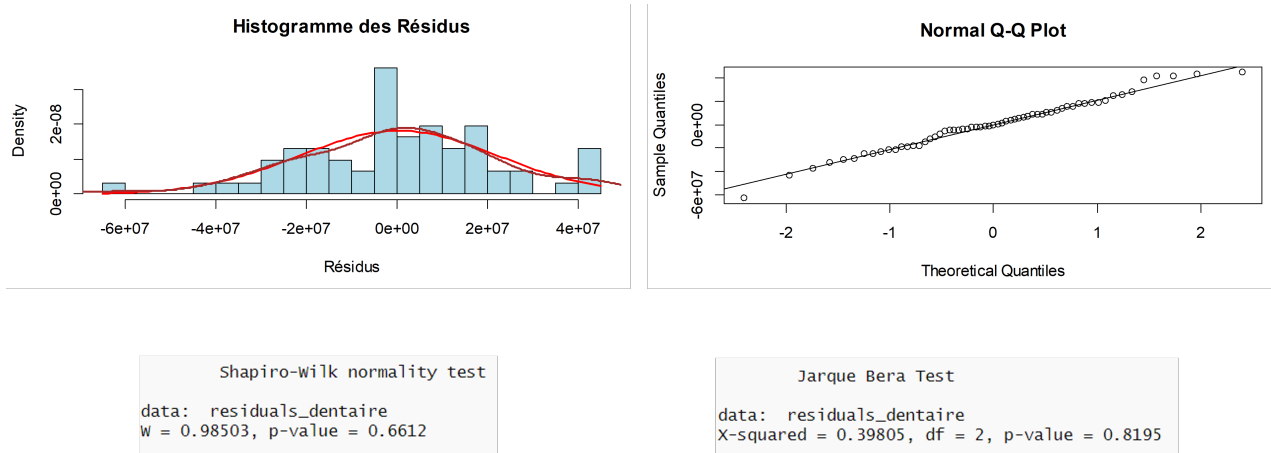


FIGURE B.15 – Normalité des résidus - Poste Dentaire

La moyenne des résidus est égale à 350 899. Cette valeur est faible comparée aux observations, et donc considérée comme négligeable. Les prévisions seront néanmoins ajustées en conséquence.

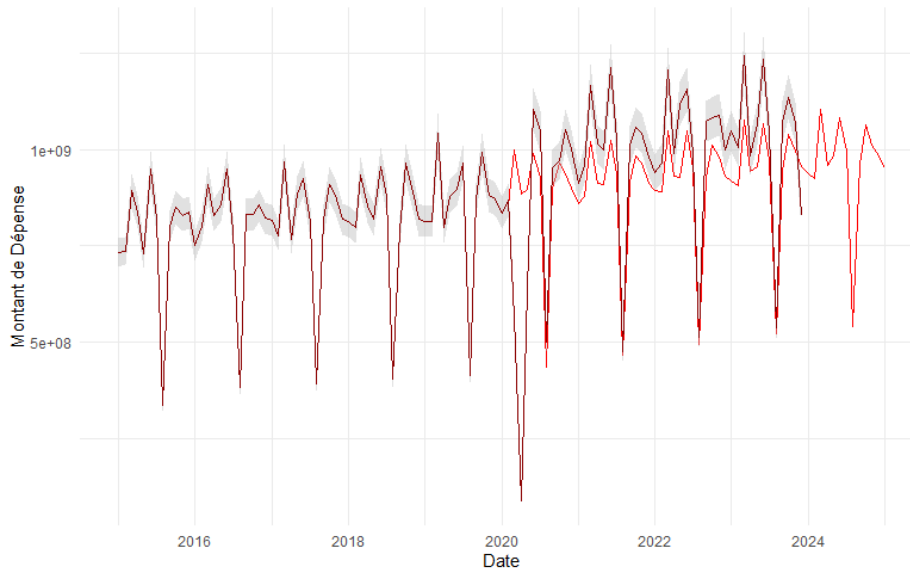


FIGURE B.16 – Backtesting du modèle Poste Dentaire

Modélisation pour le poste **Optique**

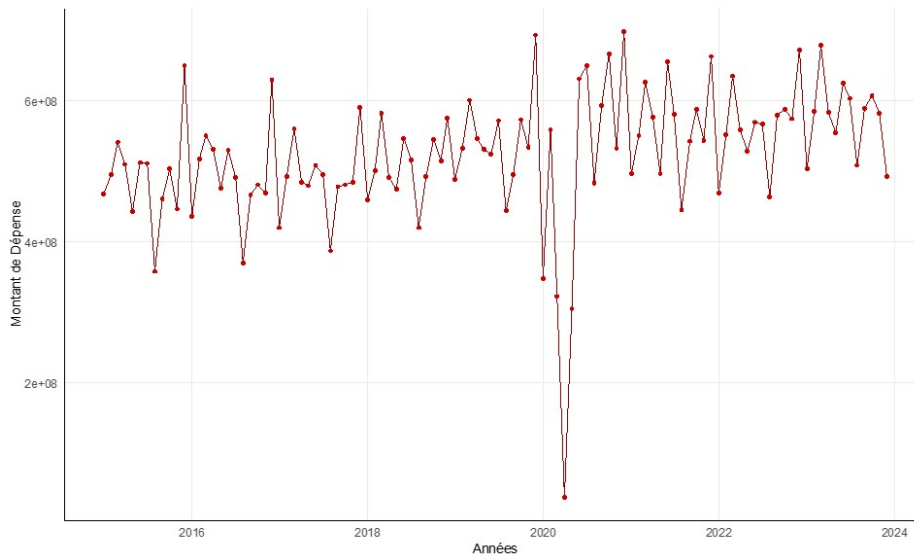


FIGURE B.17 – Tendence générale de la série (Y_t) - Poste Optique

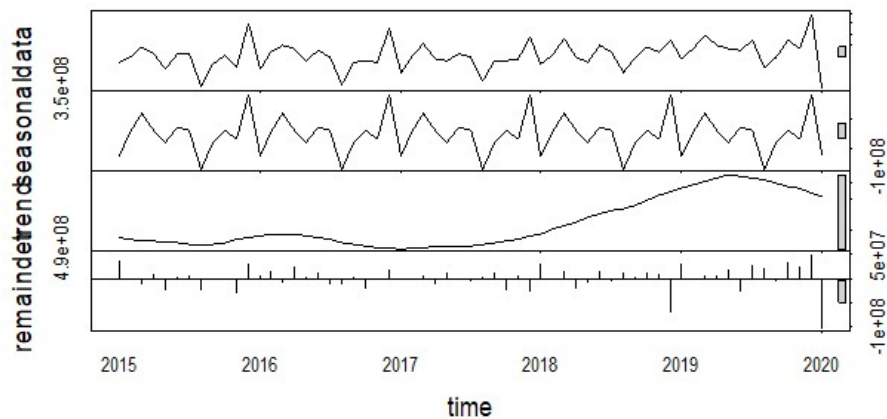


FIGURE B.18 – Décomposition STL de la série (Y_t) - Poste Optique

```
Call:
arima(x = detrended_data_optique, order = c(1, 1, 2))

Coefficients:
      ar1      ma1      ma2
-0.2156 -1.2569  0.2574
s.e.    0.4106  0.4745  0.3837

sigma^2 estimated as 5.121e+14: log likelihood = -1103.86, aic = 2215.71
```

FIGURE B.19 – Sortie R du modèle ARIMA - Poste Optique

L'équation du modèle pour le poste Optique est :

$$Y_t = -0,216 * Y_{t-1} + \varepsilon_t - 1,257 * \varepsilon_{t-1} + 0,257 * \varepsilon_{t-2}$$

Diagnostic du modèle pour le poste **Optique**

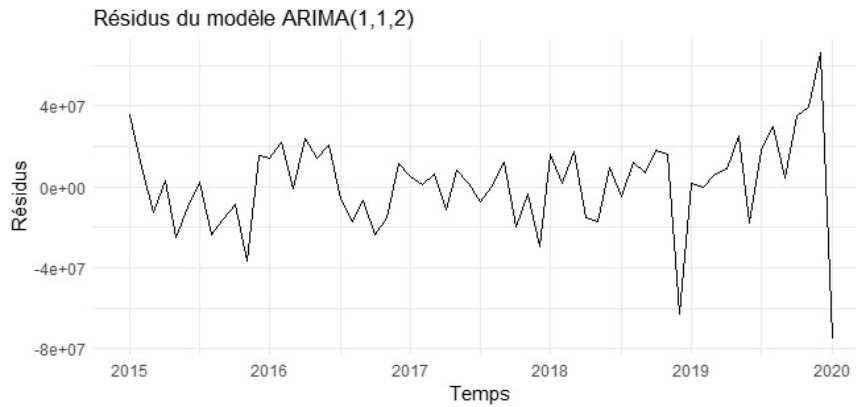


FIGURE B.20 – Visualisation des résidus du modèle - Poste Optique

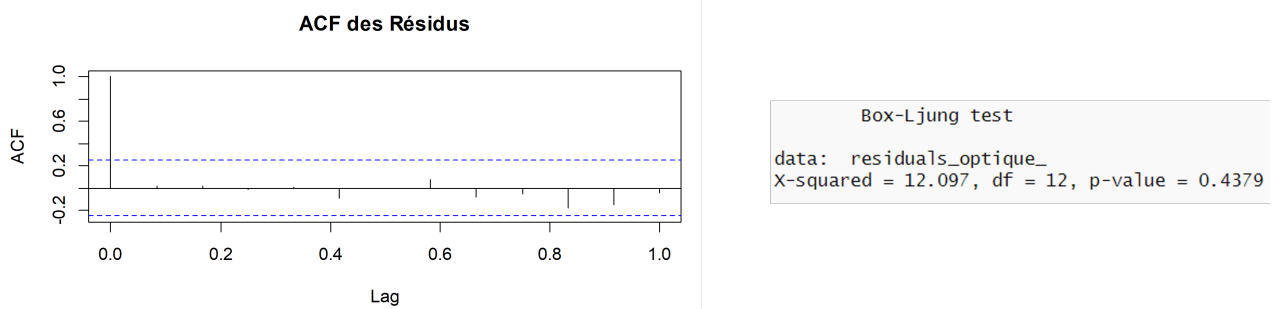


FIGURE B.21 – Absence d'autocorrélation dans les résidus - Poste Optique

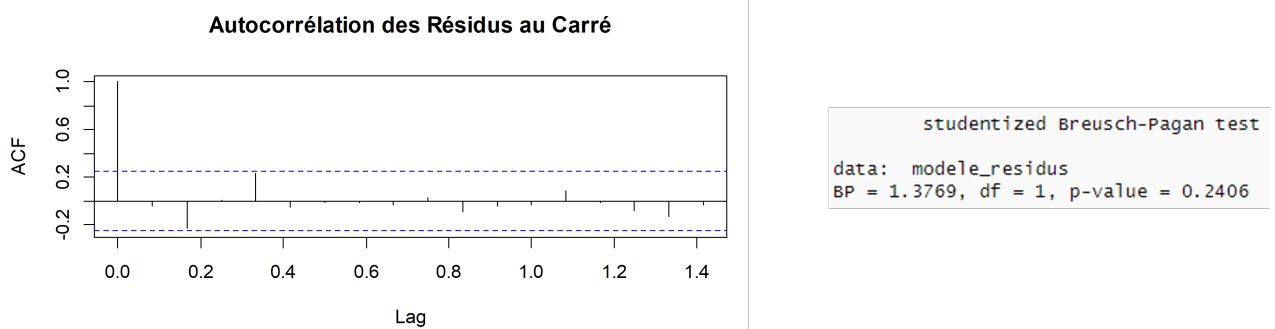


FIGURE B.22 – Homoscédasticité des résidus - Poste Optique



FIGURE B.23 – Normalité des résidus - Poste Optique

La moyenne des résidus est égale à 1 353 237. Cette valeur est faible comparée aux observations, et donc considérée comme négligeable. Les prévisions seront néanmoins ajustées en conséquence.

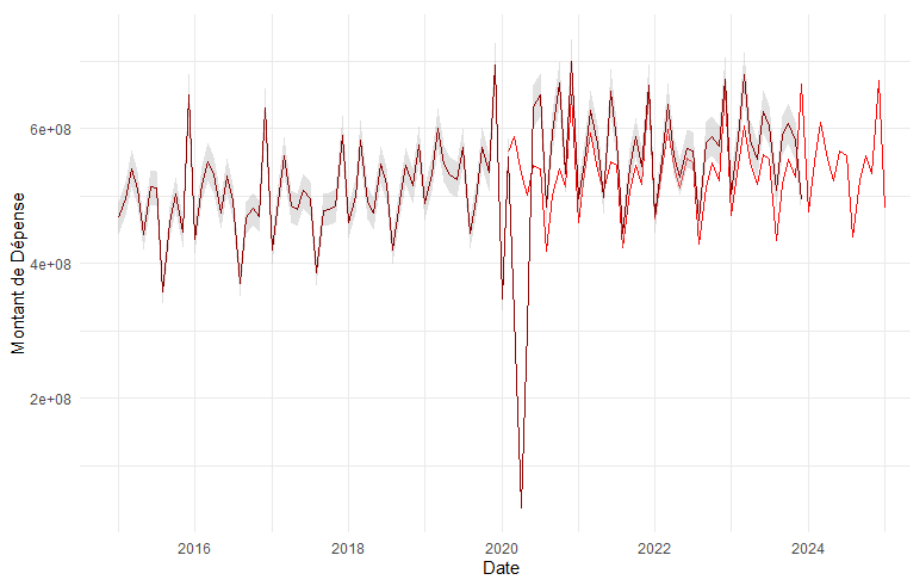


FIGURE B.24 – Backtesting du modèle Poste Optique

Annexe Section 3.2.2 : Correction des données pour les impacts de la pandémie de COVID-19

Modèles de ruptures structurelles - Postes Audiologie, Dentaire et Optique

AUDIO

```
Call:
breakpoints.formula(formula = time_serie_no_covid_audio ~ 1)

Breakpoints at observation number:

m = 1          71
m = 2      33  71
m = 3      22  57 73
m = 4      22  57 74 90
m = 5      22 38 57 74 90

Corresponding to breakdates:

m = 1          2020(11)
m = 2      2017(9)  2020(11)
m = 3  2016(10)  2019(9) 2021(1)
m = 4  2016(10)  2019(9) 2021(2) 2022(6)
m = 5  2016(10) 2018(2) 2019(9) 2021(2) 2022(6)

Fit:

m  0      1      2      3      4      5
RSS 1.475e+17 4.690e+16 3.986e+16 3.767e+16 3.554e+16 3.541e+16
BIC 4.080e+03 3.965e+03 3.957e+03 3.960e+03 3.963e+03 3.972e+03
```

DENTAIRE

```
Call:
breakpoints.formula(formula = time_serie_no_covid_dentaire ~ 1)

Breakpoints at observation number:

m = 1          68
m = 2      45 68
m = 3      45 68 92
m = 4      20 45 68 92
m = 5      17 33 50 68 92

Corresponding to breakdates:

m = 1          2020(8)
m = 2      2018(9) 2020(8)
m = 3      2018(9) 2020(8) 2022(8)
m = 4  2016(8)  2018(9) 2020(8) 2022(8)
m = 5  2016(5) 2017(9) 2019(2) 2020(8) 2022(8)

Fit:

m  0      1      2      3      4      5
RSS 3.494e+18 2.661e+18 2.581e+18 2.562e+18 2.550e+18 2.558e+18
BIC 4.422e+03 4.401e+03 4.408e+03 4.416e+03 4.425e+03 4.435e+03
```

OPTIQUE

```
Call:
breakpoints.formula(formula = time_serie_no_covid_optique ~ 1)

Breakpoints at observation number:

m = 1          57
m = 2      45 65
m = 3      45 65 92
m = 4      23 45 65 92
m = 5      16 33 49 65 92

Corresponding to breakdates:

m = 1          2019(9)
m = 2      2018(9) 2020(5)
m = 3      2018(9) 2020(5) 2022(8)
m = 4  2016(11)  2018(9) 2020(5) 2022(8)
m = 5  2016(4)  2017(9) 2019(1) 2020(5) 2022(8)

Fit:

m  0      1      2      3      4      5
RSS 5.424e+17 4.187e+17 3.976e+17 3.956e+17 3.942e+17 3.949e+17
BIC 4.220e+03 4.202e+03 4.206e+03 4.214e+03 4.223e+03 4.233e+03
```

FIGURE B.25 – Sortie R de la fonction *breakpoints* pour les postes AUDIO, OPTIQUE et DENTAIRE

AUDIO

```
Chow test
data: time_serie_no_covid_audio ~ 1
F = 97.48, p-value < 2.2e-16
```

DENTAIRE

```
Chow test
data: time_serie_no_covid_dentaire ~ 1
F = 33.197, p-value = 8.249e-08
```

OPTIQUE

```
Chow test
data: time_serie_no_covid_optique ~ 1
F = 31.309, p-value = 1.737e-07
```

FIGURE B.26 – Sortie R de la fonction *sctest* pour le test de Chow sur les postes AUDIO, OPTIQUE et DENTAIRE

Annexe C

Annexe - Chapitre 4

Annexe Section 4.2.3 : Construction du modèle pour la prestation 'Prothèse amovible RAC modéré' et réflexion sur les difficultés rencontrées

Périmètre	Prestation(s) exclue(s)	Proportion	Proportion totale
Audiologie pré-réforme	Aucune	/	/
Audiologie post-réforme	Aucune	/	/
Dentaire pré-réforme	<ul style="list-style-type: none"> • 1407 – Couronne transitoire RAC modéré • 1409 – Inlay core RAC modéré 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,4% • 2,7% 	4,1%
Dentaire post-réforme	<ul style="list-style-type: none"> • 1407 – Couronne transitoire RAC modéré • 1408 – Couronne zircone RAC modéré • 1409 – Inlay core RAC modéré 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,9% • 4,8% • 2,2% 	7,9%
Optique pré-réforme	Aucune	/	/
Optique post-réforme	<ul style="list-style-type: none"> • 3507 – Verre de classe A, multifocal ou progressif très complexe • 3559 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphérique simple • 3562 – Verre de classe B, unifocal sphero-cylindrique à sphère négative complexe • 3569 – Verre de classe B, multifocal ou progressif sphero-cylindrique à sphère positive 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,03% • 7,5% • 0,1% • 0,1% 	7,73%

FIGURE C.1 – Prestations exclues des modélisations GLM - Proportion de dépenses à l'échelle du poste

Annexe Section 4.3 : Résultats et interprétations des scores

Détermination des fréquences de consommation pour chaque postes de soins et chaque populations

Pour rappel (section 4.3), les fréquences de consommation pour chaque poste sont calculées de la manière suivante :

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{Nombre de prestations pour la population étudiée}}{\text{Effectif de la population étudiée}} \quad (\text{C.1})$$

1. Détermination du **nombre de prestations pour la population étudiée**, c'est-à-dire la quantité de prestations associées aux postes audiologie, dentaire et optique pour les bénéficiaires du régime général.

Cette première étape nécessite de réduire les dépenses présentées dans la base Open DAMIR au régime général uniquement. Comme l'explique Arnold MEKONTSO dans [27], les indicateurs quantitatifs préfiltrés au sein de l'Open DAMIR sont conçus pour permettre uniquement l'analyse des dépenses du régime obligatoire de la Sécurité Sociale. En revanche, les indicateurs non préfiltrés couvrent des prestations spécifiques à la CMU-C, au régime local (Alsace-Moselle), ainsi qu'aux prestations de prévention, etc. La distinction entre indicateurs préfiltrés et non préfiltrés repose principalement sur la variable PRS_REM_TYP, qui indique le type de remboursement. Les indicateurs préfiltrés ne prennent de valeur que lorsque l'acte est remboursé par le régime obligatoire. Parallèlement, le descriptif des variables Open DAMIR précise que les données de dénombrement (FLT_ACT_NBR) ne sont collectées que pour le régime général et les régimes dits "infogérés". Ainsi, pour obtenir une base DAMIR réduite au régime général, il est pertinent de s'appuyer sur cette variable, car elle garantit que les prestations incluses sont spécifiques au régime général et ne reflètent pas les actes couverts par d'autres régimes.

2. Détermination de l'effectif de la **population étudiée**, c'est-à-dire l'effectif d'individu couvert par le régime général en 2020 et en 2022.

Cette seconde étape repose sur des données publiques de l'INSEE. L'INSEE fournit annuellement des bases répertoriant des indicateurs sur les bénéficiaires du régime général de l'assurance maladie ainsi que sur les bénéficiaires de la Complémentaire Santé Solidaire (C2S) à différentes mailles géographiques. Les données utilisées dans ce mémoire proviennent de la base "Bénéficiaires du régime général de l'assurance maladie en 2022" à la maille des communes de plus de 10 000 habitants, de France métropolitaine et La Réunion.

La restriction à la maille "Communes de plus de 10 000 habitants" a cependant posé problème en termes d'exhaustivité, puisque seulement 32 069 677 individus couverts par le régime général sont répertoriés dans la base brute. Or, selon la Sécurité Sociale, le régime général couvre environ 88% de la population française, soit plus de 59 millions de personnes. Pour atténuer cette sous-estimation du nombre total de bénéficiaires, la base fournie par l'INSEE a été complétée des communes manquantes grâce à une autre base de données publique contenant toutes les communes répertoriées en France ainsi que la population qui y est recensée. Les proportions de population couverte ainsi que les effectifs à différentes mailles (âge et sexe) ont été déterminés à partir de statistiques démographiques nationales.

	Audiologie	Dentaire	Optique
0 -19 ANS	+ 123%	+29%	+5%
2020	0,001	0,004	0,152
2022	0,002	0,006	0,160
20 - 29 ANS	+ 45%	+33%	+10%
2020	0,001	0,060	0,158
2022	0,002	0,080	0,173
30 - 39 ANS	+ 36%	+30%	+10%
2020	0,003	0,126	0,154
2022	0,003	0,164	0,170
40 - 49 ANS	+55%	+29%	+8%
2020	0,005	0,188	0,226
2022	0,008	0,242	0,245
50 - 59 ANS	+71%	+41%	+12%
2020	0,011	0,227	0,239
2022	0,019	0,319	0,268
60 - 69 ANS	+108%	+39%	+10%
2020	0,027	0,231	0,204
2022	0,057	0,320	0,225
70 ANS ET +	+144%	+37%	+27%
2020	0,078	0,203	0,144
2022	0,190	0,278	0,184
Moyenne	+123%	+35%	+11%
2020	0,018	0,149	0,183
2022	0,040	0,201	0,203

FIGURE C.2 – Fréquences de consommation des bénéficiaire du régime général par âge - 2020 vs 2022

	Audiologie	Dentaire	Optique
FEMININ	+ 142%	+17%	+17%
2020	0,017	0,141	0,287
2022	0,041	0,165	0,335
MASCULIN	+ 117%	+62%	+21%
2020	0,018	0,125	0,218
2022	0,039	0,203	0,264

FIGURE C.3 – Fréquences de consommation des bénéficiaire du régime général par genre - 2020 vs 2022

	Audiologie	Dentaire	Optique
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	+ 40%	+ 18%	+ 7%
2020	0,024	0,151	0,198
2022	0,033	0,178	0,213
Auvergne-Rhône-Alpes	+ 151%	+ 20%	+ 7%
2020	0,020	0,170	0,205
2022	0,050	0,204	0,220
Bourgogne-Franche-Comté	+ 97%	+ 16%	+ 5%
2020	0,022	0,165	0,209
2022	0,044	0,191	0,220
Bretagne	+ 64%	+ 20%	+ 9%
2020	0,022	0,141	0,206
2022	0,036	0,168	0,224
Centre-Val de Loire	+ 76%	+ 14%	+ 6%
2020	0,023	0,145	0,215
2022	0,041	0,165	0,228
Grand Est	+ 59%	+ 16%	+ 3%
2020	0,020	0,178	0,210
2022	0,032	0,206	0,216
Hauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardie	+ 70%	+ 31%	+ 10%
2020	0,019	0,123	0,204
2022	0,033	0,162	0,224
Ile-de-France	+ 266%	+ 92%	+ 57%
2020	0,012	0,114	0,136
2022	0,045	0,219	0,214
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	+ 133%	+ 26%	+ 11%
2020	0,023	0,174	0,199
2022	0,055	0,218	0,220
Normandie	+ 99%	+ 18%	+ 1%
2020	0,022	0,127	0,209
2022	0,043	0,150	0,211
Pays de la Loire	+ 343%	+ 11%	- 1%
2020	0,022	0,136	0,217
2022	0,096	0,152	0,216
Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse	- 88%	+ 67%	+ 25%
2020	0,020	0,155	0,173
2022	0,002	0,259	0,217
Régions et Départements d'outre-mer	- 77%	- 51%	- 61%
2020	0,024	0,271	0,436
2022	0,006	0,132	0,170

FIGURE C.4 – Fréquences de consommation des bénéficiaires du régime général par région - 2020 vs 2022

Coefficients d'impacts globaux pour chaque poste de soins et chaque population

Audiologie			
	Pré-réforme	Post-réforme	
Âge			
0-19 ANS	0,0008	0,0020	+ 137%
20-29 ANS	0,0014	0,0020	+ 42%
30-39 ANS	0,0025	0,0033	+ 34%
40-49 ANS	0,0050	0,0077	+ 55%
50-59 ANS	0,0109	0,0197	+ 80%
60-69 ANS	0,0262	0,0577	+ 120%
70 ANS ET +	0,0767	0,1922	+ 151%
Sexe			
Femmes	0,0175	0,0412	+ 136%
Hommes	0,0181	0,0393	+ 117%
Région			
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	0,0207	0,0324	+ 57%
Auvergne-Rhône-Alpes	0,0207	0,0510	+ 146%
Bourgogne-Franche-Comté	0,0221	0,0437	+ 98%
Bretagne	0,0219	0,0359	+ 64%
Centre-Val de Loire	0,0255	0,0403	+ 58%
Grand Est	0,0200	0,0326	+ 63%
Hauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardi	0,0210	0,0327	+ 56%
Ile-de-France	0,0120	0,0443	+ 270%
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	0,0244	0,0561	+ 131%
Normandie	0,0220	0,0427	+ 94%
Pays de la Loire	0,0213	0,0971	+ 356%
Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse	0,0211	0,0023	- 89%
Régions et Départements d'outre-mer	0,0249	0,0058	- 77%

FIGURE C.5 – Coefficients de contribution globale par population, pré et post-réforme - Poste Audiologie

Dentaire			
	Pré-réforme	Post-réforme	
Âge			
0-19 ANS	0,0032	0,0039	+ 21%
20-29 ANS	0,0498	0,0680	+ 37%
30-39 ANS	0,1147	0,1534	+ 34%
40-49 ANS	0,1863	0,2419	+ 30%
50-59 ANS	0,2405	0,3316	+ 38%
60-69 ANS	0,2492	0,3492	+ 40%
70 ANS ET +	0,2319	0,3056	+ 32%
Sexe			
Femmes	0,1402	0,1633	+ 16%
Hommes	0,1250	0,2029	+ 62%
Région			
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	0,1488	0,1774	+ 19%
Auvergne-Rhône-Alpes	0,1732	0,2064	+ 19%
Bourgogne-Franche-Comté	0,1698	0,1953	+ 15%
Bretagne	0,1363	0,1661	+ 22%
Centre-Val de Loire	0,1504	0,1670	+ 11%
Grand Est	0,1758	0,2051	+ 17%
Hauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardie	0,1225	0,1617	+ 32%
Ile-de-France	0,1095	0,2213	+ 102%
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	0,1841	0,2164	+ 18%
Normandie	0,1229	0,1484	+ 21%
Pays de la Loire	0,1392	0,1513	+ 9%
Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse	0,1506	0,2568	+ 70%
Régions et Départements d'outre-mer	0,2684	0,1317	- 51%

FIGURE C.6 – Coefficients de contribution globale par population, pré et post-réforme - Poste Dentaire

Optique

	Pré-réforme	Post-réforme	
Âge			
0-19 ANS	0,1102	0,1480	+ 34%
20-29 ANS	0,1268	0,1748	+ 38%
30-39 ANS	0,1362	0,1715	+ 26%
40-49 ANS	0,2463	0,2475	+ 0%
50-59 ANS	0,2966	0,2760	- 7%
60-69 ANS	0,2486	0,2312	- 7%
70 ANS ET +	0,1689	0,1873	+ 11%
Sexe			
Femmes	0,4016	0,4512	+ 12%
Hommes	0,3058	0,3575	+ 17%
Région			
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	0,1963	0,2067	+ 5%
Auvergne-Rhône-Alpes	0,2153	0,2247	+ 4%
Bourgogne-Franche-Comté	0,2135	0,2158	+ 1%
Bretagne	0,2020	0,2131	+ 5%
Centre-Val de Loire	0,2195	0,2239	+ 2%
Grand Est	0,2036	0,2159	+ 6%
Hauts-de-France - Nord-Pas-de-Calais-Picardie	0,2121	0,2264	+ 7%
Ile-de-France	0,1362	0,2080	+ 53%
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	0,2285	0,2335	+ 2%
Normandie	0,1977	0,2026	+ 2%
Pays de la Loire	0,2170	0,2101	- 3%
Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse	0,1705	0,2073	+ 22%
Régions et Départements d'outre-mer	0,4236	0,1697	- 60%

FIGURE C.7 – Coefficients de contribution globale par population, pré et post-réforme - Poste Optique