



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

le 7 Septembre 2023

Par : NOMAOU Windia Nelly

Titre : Modélisation de l'impact de la réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'État

Confidentialité : Non

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

**Membre présent du jury de l'Institut
des Actuaire :**

Suzanne NOLL

Adeline GERARD

Signature :

Entreprise :

Apreialis

Signature :

Membres présents du jury de l'EURIA : Directeur de mémoire en entreprise :

Jean-Marc DERRIEN

Safia LEKEHAL LE CALVEZ

Signature :

Invité :

Signature :

**Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion
de documents actuariels**

(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :

Remerciements

Mes remerciements vont d'abord à Philippe DELERIVE, directeur général d'Apécialis, qui m'a donné ma chance au sein de son équipe.

J'adresse ensuite mes remerciements à Safia LEKEHAL LE CALVEZ, ma tutrice en entreprise, Mélanie EMILY ma tutrice EURIA et Brice FRANKE mon tuteur pédagogique, pour leur disponibilité et leurs conseils avisés.

Merci à l'ensemble des collaborateurs d'Apécialis et du groupe Exponens pour leur accueil et leur bienveillance, et à tous ceux qui ont contribué de près comme de loin à l'avancement de ce mémoire.

Je tiens à remercier l'équipe pédagogique de l'EURIA pour la qualité des cours dispensés tout au long du cursus et pour les réponses apportées à certaines interrogations sur le sujet de ce mémoire.

Enfin, je remercie mes parents ainsi que mes proches pour leur soutien sans faille et pour l'éducation qu'ils m'ont apporté.

Résumé

La réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique vise à offrir aux agents publics une meilleure couverture des actes en santé et en prévoyance. Cette réforme propose d'unifier les avantages en matière de santé et de prévoyance accordés par les employeurs privés et employeurs publics. Ainsi, tout comme dans le secteur privé, les employeurs publics devront prendre en charge, à minima 50% de la complémentaire santé de leurs employés. Des mécanismes de solidarité intergénérationnelle et des mécanismes de solidarité à l'égard des familles sont également prévus. Pour le moment, dans la fonction publique de l'État, cette réforme ne s'appliquera qu'au domaine de la santé, impliquant de nouvelles garanties et par conséquent une nouvelle tarification. Les changements introduits par cette réforme auront des impacts pour les assureurs. En effet, ils verront augmenter la taille de leur portefeuille, puisque la complémentaire passe de facultative à obligatoire, mais ils vont également devoir tenir compte de l'évolution de la consommation de leurs assurés face au changement de garanties. Ce mémoire utilise une approche de modélisation (basée sur le GLM) de la consommation future des adhérents à la PSC et propose une analyse des résultats. L'étude statistique a été faite sur les données d'une mutuelle offrant aujourd'hui des garanties santé facultatives à un secteur de la fonction publique de l'État.

Mots clefs: Réforme de la protection sociale complémentaire, Fonction publique, Mécanismes de solidarité, Consommation, GLM.

Abstract

The reform of supplementary social protection in the civil service aims to offer public sector employees better health and provident cover. The reform proposes to unify health and provident benefits granted by private and public employers. As in the private sector, public-sector employers will be required to pay at least 50% of their employees' supplementary health insurance. Intergenerational and family solidarity mechanisms are also provided for. For the time being, this reform will only apply to the health sector in the French state civil service, implying new guarantees and consequently new pricing. The changes introduced by this reform will have an impact on insurers. Not only will they see an increase in the size of their portfolios, as supplementary insurance moves from optional to compulsory, but they will also have to take into account changes in their policyholders' consumption as a result of the change in cover. This study uses a GLM-based approach to model the future consumption of policyholders of the supplementary social protection reform, and presents an analysis of the results. The statistical study was carried out on data from a mutual insurance company currently offering optional health cover to a sector of the French state civil service.

Keywords: Supplementary social protection reform, Civil service, Solidarity mechanisms, Consumption, GLM.

Note de synthèse

En France, la fonction publique emploie environ 5,7 millions d'agents en 2021. Devant un tel marché, la réforme de la protection sociale complémentaire de la fonction publique d'État revêt une grande importance pour les organismes assureurs, et, en particulier, pour les mutuelles assurant ces agents. L'objectif de ce mémoire est de déterminer les coûts du risque (ou primes pures) intégrant les évolutions de la réforme de la protection sociale complémentaire qui, en plus des obligations de participation qu'elle impose aux employeurs publics, introduit de nouveaux niveaux de garantie des actes en santé et rend obligatoire la souscription à une complémentaire santé pour les employés, et cela dès 2025. Son application requiert une préparation des différentes parties prenantes. Si d'une part les employeurs se doivent de mener un certain nombre de travaux pour être en phase avec les obligations qui leur incombent, les mutuelles doivent aussi de leur côté se tenir prêtes. En effet, elles devront faire face à une entrée importante d'assurés dans leurs portefeuilles (due à l'obligation d'adhésion) dont la consommation sera différente de ce qu'elles ont connu jusqu'à présent. Ainsi, pour y faire face, elles se doivent d'anticiper l'impact de ces changements et proposer des produits intégrant l'évolution de la consommation de leurs assurés.

L'approche de modélisation

Soient N la variable aléatoire du nombre de sinistres et X_i , $i \in \mathbb{N}$ la variable aléatoire représentant le coût du sinistre i .

Le modèle de tarification « Coût x Fréquence » nécessite des hypothèses fortes pour modéliser la fréquence séparément des coûts. Il est supposé que :

- Pour tout i , les variables X_i et N sont indépendantes. Autrement dit, le coût d'un sinistre est indépendant du nombre de sinistres ;
- $(X_i)_{i \in \mathbb{N}}$, est une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées.

Sous ces hypothèses, l'expression de la prime pure est la suivante :

$$P = \mathbb{E}[N] * \mathbb{E}[X_1] \tag{1}$$

L'approche stochastique nécessite de faire des hypothèses de loi pour estimer les grandeurs de l'équation (1) par des modèles tels que les GLM. Cependant, pour certaines

lois présentées dans ce mémoire, la présence importante d'assurés ne présentant aucun sinistre dans un portefeuille peut être à l'origine d'une sous-dispersion de la variable nombre de sinistres N . Ce cas de figure peut altérer la qualité des tests statistiques réalisés notamment les tests de significativité des coefficients du modèle.

Soit Y une variable aléatoire binaire qui prend la valeur 1 quand l'assuré a eu recours aux soins de santé et 0 sinon. Alors :

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[N] &= \mathbb{E}[\mathbb{E}[N|Y]] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1] + \mathbb{E}[N|Y = 0] * \mathbb{P}[Y = 0] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1]\end{aligned}\tag{2}$$

avec

$$Y(w) = \begin{cases} 1 & \text{avec } P(Y = 1) \text{ la probabilité d'avoir au moins un sinistre,} \\ 0 & \text{avec } P(Y = 0) \text{ la probabilité de n'avoir aucun sinistre.} \end{cases}$$

En remplaçant (2) dans (1), on a :

$$P = \mathbb{P}[Y = 1] * \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{E}[X_1]\tag{3}$$

Les grandeurs $\mathbb{E}[N|Y = 1]$ (espérance du nombre de sinistres sachant que l'assuré a été sinistré, i.e prise en compte uniquement des assurés sinistrés) et $\mathbb{E}[X_1]$ (espérance du coût du sinistre X_1) sont estimées par les GLM. $\mathbb{P}[Y = 1]$ est approximé par des ratios observés sur les données du portefeuille.

Les résultats

Consommation par assuré en 2022

Les coûts du risque par personne protégée observés en 2022 sont comparés, par poste, aux nouveaux coûts du risque estimés dans le référentiel de la réforme PSC.

Grand poste	Total 2022		
	Coût du risque par personne protégée	Coût du risque par personne protégée PSC	Ecart
Audio	20	38	93%
Autres postes	16	28	68%
Dentaire	119	158	33%
Hospitalisation	120	163	36%
Optique	67	83	25%
Pharmacie	90	94	4%
Soins courants (hors pharmacie)	183	205	12%
Soins à l'étranger	0	0	0%
Total	615	770	25%

FIGURE 1 – Tableau de comparaison des primes pures entre l'ancienne et la nouvelle réglementation

Le passage aux nouvelles garanties de la PSC conduit à une augmentation globale du coût du risque de 25%. L'audio présente un écart important s'expliquant en partie par l'écart important entre les garanties actuelles et celles introduites par la réforme.

Calcul des cotisations : prise en compte des mécanismes de solidarité

Les cotisations sont calculées pour les années 2025 à 2029 et les mécanismes de solidarité sont présentés à travers trois scénarios d'adhésion des retraités. Les scénarios sont les suivants :

- Scénario 1 : 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 10% par classe de 5 ans et 20% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025 ;
- Scénario 2 : 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans et 50% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025 ;
- Scénario 3 : 60% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans et 30% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025.

Pour le scénario 1, les retraités de plus de 70 ans et les enfants de moins de 21 ans bénéficieront de la solidarité des actifs après plafonnement de leurs coût du risque respectifs. Le coût total de ces mécanismes entraînera une hausse de 8% du coût du risque des actifs.

Des hypothèses de taux de frais moyen à 13% et de taux de marge moyenne de 2% impliquent un P/C cible de 85% et déterminent les cotisations hors taxes et les marges pour chaque segment d'assurés. Il en ressort pour les retraités de plus de 75 ans et les retraités en première année de retraite, des marges brutes de frais négatives dues à la baisse importante des cotisations liée aux plafonnements.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	652,90 €	768,12 €	162,59 €	870,05 €	21,17%	72,50 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	652,90 €	768,12 €	-76,46 €	870,05 €	-9,95%	72,50 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	125%	175%	122 903,89 €	151	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	121%	175%	3 452 659,49 €	4 372	789,76 €	789,76 €	929,13 €	139,37 €	1 052,43 €	15,00%	87,70 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	154%	175%	5 290 739,12 €	5 276	1 002,83 €	1 002,83 €	1 179,80 €	176,97 €	1 336,36 €	15,00%	111,36 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	170%	175%	9 199 856,93 €	8 266	1 112,26 €	1 112,26 €	1 308,54 €	196,28 €	1 482,18 €	15,00%	123,52 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	12 110 196,63 €	9 964	1 215,42 €	1 142,57 €	1 344,20 €	128,79 €	1 522,58 €	9,58%	126,88 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	252%	175%	175%	25 601 134,25 €	16 753	1 528,14 €	1 142,57 €	1 344,20 €	-183,94 €	1 522,58 €	-13,68%	126,88 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	95%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	190%	176%		18 058 780,30 €	15 691	1 150,89 €	1 150,89 €	1 353,99 €	203,10 €	1 533,66 €	15,00%	127,80 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 360 446,27 €	66 634	350,58 €	326,45 €	384,06 €	33,48 €	435,02 €	8,72%	36,25 €
Enfants +21	49%	45%		2 502 432,41 €	8 488	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						237 140 413	237 140 413	278 988 722	41 848 308	316 010 525	15,00%	

FIGURE 2 – Cotisation PSC 2025 Scénario 1

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	676,99 €	796,46 €	190,93 €	902,15 €	23,97%	75,18 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	676,99 €	796,46 €	-48,12 €	902,15 €	-6,04%	75,18 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	120%	175%	122 903,89 €	151	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	131%	117%	175%	3 593 638,94 €	4 545	790,72 €	790,72 €	930,26 €	139,54 €	1 053,71 €	15,00%	87,81 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	148%	175%	5 835 341,86 €	5 820	1 002,62 €	1 002,62 €	1 179,55 €	176,93 €	1 336,08 €	15,00%	111,34 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	164%	175%	11 215 168,80 €	10 075	1 113,17 €	1 113,17 €	1 309,62 €	196,44 €	1 483,40 €	15,00%	123,62 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	16 696 847,25 €	13 685	1 220,05 €	1 184,73 €	1 393,81 €	173,76 €	1 578,76 €	12,47%	131,56 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	258%	175%	175%	50 293 664,32 €	32 168	1 563,46 €	1 184,73 €	1 393,81 €	-169,65 €	1 578,76 €	-12,17%	131,56 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	91%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	194%	173%		27 678 048,26 €	23 603	1 172,64 €	1 172,64 €	1 379,57 €	206,94 €	1 562,64 €	15,00%	130,22 €
Enfants -21	58%	50%	50%	26 083 817,62 €	74 403	350,58 €	338,50 €	398,23 €	47,65 €	451,08 €	11,97%	37,59 €
Enfants +21	49%	44%		2 794 167,10 €	9 478	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						281 760 862	281 760 862	331 483 367	49 722 505	375 471 210	15,00%	

FIGURE 3 – Cotisation PSC 2025 Scénario 2

Comparativement au scénario 1, la prime pure plafonnée des actifs du scénario 2 est plus élevée. Le coût total des mécanismes de solidarité dans ce scénario entraînera une hausse de la cotisation des actifs de 11,8%.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	659,70 €	776,11 €	170,59 €	879,11 €	21,98%	73,26 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	659,70 €	776,11 €	-68,46 €	879,11 €	-8,82%	73,26 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	123%	175%	92 177,91 €	113	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	119%	175%	3 007 787,10 €	3 825	786,37 €	786,37 €	925,14 €	138,77 €	1 047,90 €	15,00%	87,33 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	152%	175%	4 432 433,55 €	4 415	1 003,88 €	1 003,88 €	1 181,03 €	177,15 €	1 337,75 €	15,00%	111,48 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	169%	175%	8 075 986,71 €	7 256	1 112,96 €	1 112,96 €	1 309,36 €	196,40 €	1 483,11 €	15,00%	123,59 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	11 375 972,78 €	9 334	1 218,81 €	1 154,47 €	1 358,20 €	139,39 €	1 538,43 €	10,26%	128,20 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	257%	175%	175%	31 547 115,72 €	20 272	1 556,16 €	1 154,47 €	1 358,20 €	-197,96 €	1 538,43 €	-14,58%	128,20 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	94%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	191%	175%		18 784 679,44 €	16 244	1 156,39 €	1 156,39 €	1 360,45 €	204,07 €	1 540,99 €	15,00%	128,42 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 607 886,89 €	67 340	350,58 €	329,85 €	388,06 €	37,48 €	439,55 €	9,66%	36,63 €
Enfants +21	49%	45%		2 528 938,90 €	8 578	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						240 900 243	240 900 243	283 412 051	42 511 808	321 020 830	15,00%	

FIGURE 4 – Cotisation PSC 2025 Scénario 3

Le coût total des mécanismes de solidarité du scénario 3 provoque une hausse de près de 9% du coût du risque des actifs.

Présentation des résultats techniques pour le scénario 3

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	195 599	196 993	198 378	199 407	201 818
%actifs/MP	80,40%	80,48%	80,47%	80,62%	80,84%
CDR Actif (Y)	605,53	624,05	641,44	660,87	684,63
Prime pure plafonnée actif	659,70	679,49	698,90	719,16	742,76
Taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	8,9%	8,9%	9,0%	8,8%	8,5%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	118 440 628	122 932 662	127 247 691	131 782 189	138 170 174
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	19 734 962	20 471 914	21 204 848	21 932 535	22 926 104
Résultat technique (RT)	13 631 812	14 071 686	14 661 675	14 997 080	15 258 369
CA HT	151 807 402	157 476 262	163 114 215	168 711 804	176 354 647
P/C	78,02%	78,06%	78,01%	78,11%	78,35%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	91,02%	91,06%	91,01%	91,11%	91,35%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	33 366 774	34 543 600	35 866 523	36 929 615	38 184 473

FIGURE 5 – Résultats techniques projetés des actifs en scénario 3

Le coût total des mécanismes représente près de 9% (taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité) de la cotisation de référence tout au long de la projection. Un taux de marge nette de frais de l'ordre de 9% (Ratio combiné) se dégage pour les actifs.

Retraités en stock au 31/12/2024	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	45 216	42 904	40 670	38 504	36 401
%retraités en stock/MP	18,59%	17,53%	16,50%	15,57%	14,58%
CDR retraités en stock (Y)	1294,49	1350,48	1406,99	1464,34	1521,46
Prime pure plafonnée retraités (stock)	1101,11	1144,51	1185,84	1225,66	1267,91
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-14,9%	-15,3%	-15,7%	-16,3%	-16,7%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	58 531 474	57 941 159	57 221 544	56 383 194	55 382 111
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	7 614 593	7 510 059	7 375 952	7 217 757	7 058 618
Résultat technique (RT)	- 7 572 272	- 7 681 534	- 7 859 402	- 8 079 746	- 8 143 670
CA HT	58 573 796	57 769 683	56 738 095	55 521 204	54 297 058
P/C	99,93%	100,30%	100,85%	101,55%	102,00%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	112,93%	113,30%	113,85%	114,55%	115,00%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	42 322	- 171 475	- 483 449	- 861 989	- 1 085 053
Nouveaux retraités à compter du 01/01/2025	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	2 467	4 879	7 483	9 420	11 438
%nouveaux retraités/MP	1,01%	1,99%	3,04%	3,81%	4,58%
CDR nouveaux retraités (Y)	844,58	871,48	926,08	970,88	1014,51
Prime pure plafonnée retraités (nouveaux)	659,70	764,45	841,65	923,59	981,03
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-21,9%	-12,3%	-9,1%	-4,9%	-3,3%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	2 083 634	4 251 668	6 929 611	9 145 555	11 604 378
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	248 915	570 390	963 197	1 330 596	1 716 226
Résultat technique (RT)	- 417 815	- 434 439	- 483 600	- 240 795	- 118 867
CA HT	1 914 734	4 387 619	7 409 208	10 235 356	13 201 736
P/C	108,82%	96,90%	93,53%	89,35%	87,90%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	121,82%	109,90%	106,53%	102,35%	100,90%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 168 900	135 951	479 597	1 089 801	1 597 358
Total Retraités	2025	2026	2027	2028	2029
Résultat technique (RT)	- 7 990 087	- 8 115 974	- 8 343 002	- 8 320 541	- 8 262 538
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 126 578	- 35 524	- 3 852	227 812	512 306

FIGURE 6 – Résultats techniques projetés des retraités en scénario 3

Le plafonnement des cotisations des retraités en stock engendre un coût autour de 15% (taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité) des coûts du risque de ces derniers.

Pour les nouveaux retraités, plus l'ancienneté en retraite est élevée, moins il y a de dépassements des plafonds de mécanismes de solidarité.

De plus, des marges nettes de frais négatives (Résultat Technique (RT)) se dégagent pour les retraités.

Executive summary

In France, civil service employ around 5.7 million people in 2021. Regarding the volumes involved, supplementary social protection reform for civil service is of great importance to mutual insurers, and in particular to those insuring these employees. The aim of this paper is to present the impact of the supplementary social protection reform which, in addition to the mandatory financial participation imposed on public employers, introduces new levels of cover for healthcare services and makes it compulsory for employees to take out supplementary health insurance, starting in 2025. Its application requires preparation from all parties involved. On the one hand, employers need to work to meet their obligations, while mutual insurers also need to be ready. Indeed, they will have to cope with a significant influx of policyholders into their portfolios (due to mandatory underwriting to an insurance policy), whose consumption will be different from what they have experienced to date. To cope with this, they need to anticipate the impact of these changes, and offer products taking account of their policyholders' changing consumption patterns.

Modeling approach

Let N be the random variable for the number of claims, and X_i , $i \in \mathbb{N}$ the random variable representing the cost of the claim i . As the "Cost x Frequency" pricing model requires strong assumptions to model frequency separately from costs, it is assumed that :

- For any i , the variables X_i and N are independent. In other words, the cost of a claim is independent of the number of claims ;
- $(X_i)_{i \in \mathbb{N}}$, is a sequence of independent, identically distributed random variables.

Under these assumptions, the expression for the pure premium is deduced by the following relationship :

$$P = \mathbb{E}[N] * \mathbb{E}[X_1] \tag{4}$$

The stochastic approach requires law assumptions to be made in order to estimate the quantities in equation (4) by models such as GLMs. However, for some of the laws presented in this dissertation, the presence of a large number of claim-free policyholders in a portfolio can lead to an underdispersion of the number of claims variable N . This can affect the quality of the statistical tests carried out, in particular the significance tests

on the model's coefficients.

Let's Y be a binary random variable taking the value 1 when the insured has used health care and 0 otherwise. It follows :

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[N] &= \mathbb{E}[\mathbb{E}[N|Y]] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1] + \mathbb{E}[N|Y = 0] * \mathbb{P}[Y = 0] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1]\end{aligned}\tag{5}$$

with

$$Y(w) = \begin{cases} 1 & \text{with } P(Y = 1) \text{ the probability of having at least one claim,} \\ 0 & \text{with } P(Y = 0) \text{ the probability of having no claim.} \end{cases}$$

By replacing (5) in (4), the following expression is deduced :

$$P = \mathbb{P}[Y = 1] * \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{E}[X_1]\tag{6}$$

The quantities $\mathbb{E}[N|Y = 1]$ (expectation of the number of claims knowing that the policyholder has made a claim, i.e. taking into account only policyholders who have made a claim) and $\mathbb{E}[X_1]$ (expectation of the cost of claim X_1) are estimated by GLM. In this study, we have chosen to approximate the quantity $\mathbb{P}[Y = 1]$ by ratios observed on the portfolio data.

Results

Consumption per insured person in 2022

The risk costs per insured person observed in 2022 are compared, by care item, with the new risk costs estimated in the PSC reform benchmark.

Grand poste	Total 2022		
	Coût du risque par personne protégée	Coût du risque par personne protégée PSC	Ecart
Audio	20	38	93%
Autres postes	16	28	68%
Dentaire	119	158	33%
Hospitalisation	120	163	36%
Optique	67	83	25%
Pharmacie	90	94	4%
Soins courants (hors pharmacie)	183	205	12%
Soins à l'étranger	0	0	0%
Total	615	770	25%

FIGURE 7 – Comparison of pure premiums under the old and new regulations

The changeover to the new PSC guarantees has led to an increase in the cost of risk, with an overall difference of 25%. The care item Audio shows a significant difference, partly due to the wide gap between current guarantees and those introduced by the reform.

Calculation of premiums : solidarity mechanisms taken into account

Premiums are calculated for the years 2025 to 2029, and the solidarity mechanisms are presented through three retiree enrolment scenarios. The scenarios are as follows :

- Scenario 1 : 80% up to age 54, reduction of 10% per 5-year class and 20% from age 80 for the stock at 01/01/2025 and 80 % up to age 54, reduction of 5 % per 5-year class for new retirees from 01/01/2025 ;
- Scenario 2 : 80% up to age 54, reduction of 5% per 5-year class and 50% from age 80 for the stock at 01/01/2025 and 80% up to age 54, reduction of 5% per 5-year class for new retirees from 01/01/2025.
- Scenario3 : 60% up to age 54, decrease by 5% per 5-year class and 30% from age 80 for the stock at 01/01/2025 and 80% up to age 54, decrease by 5% per 5-year class for new retirees from 01/01/2025.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		318 440 638,05 €	195 598	605,53 €	652,90 €	768,12 €	162,59 €	870,05 €	21,17%	72,50 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	652,90 €	768,12 €	-76,46 €	870,05 €	-9,95%	72,50 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	125%	175%	122 903,89 €	151	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	121%	175%	3 452 659,49 €	4 372	789,76 €	789,76 €	929,13 €	139,37 €	1 052,43 €	15,00%	87,70 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	154%	175%	5 290 739,12 €	5 276	1 002,83 €	1 002,83 €	1 179,80 €	176,97 €	1 336,36 €	15,00%	111,36 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	170%	175%	9 193 856,92 €	8 266	1 112,26 €	1 112,26 €	1 308,54 €	196,28 €	1 482,18 €	15,00%	123,52 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	12 110 196,63 €	9 964	1 215,42 €	1 142,57 €	1 344,20 €	128,79 €	1 522,58 €	9,58%	126,88 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	252%	175%	175%	25 601 134,25 €	16 753	1 528,14 €	1 142,57 €	1 344,20 €	-183,94 €	1 522,58 €	-13,68%	126,88 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	95%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	190%	176%		18 058 780,30 €	15 691	1 150,89 €	1 150,89 €	1 353,99 €	203,10 €	1 533,66 €	15,00%	127,80 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 360 446,27 €	66 634	350,58 €	326,45 €	384,06 €	33,48 €	435,02 €	8,72%	36,25 €
Enfants +21	49%	45%		2 502 432,41 €	8 488	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						237 140 413	237 140 413	278 988 722	41 848 308	316 010 525	15,00%	

FIGURE 8 – Scenario 1 SSP 2025 premium

For scenario 1, retirees over 70 and children under 21 will benefit from the solidarity of active employees, after capping their respective cost of risk. The total cost of these mechanisms will result in an 8% increase in the cost of risk for active employees. Assumptions of an average expense ratio of 13% and an average margin ratio of 2% imply a target claims-to-premiums ratio of 85%, and determine the pre-tax premiums and margins for each insured segment. This results in negative gross expense margins for retirees aged over 75 and for retirees in their first year of retirement, due to the significant drop in premiums linked to capping.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	676,99 €	796,46 €	190,93 €	902,15 €	23,97%	75,18 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	676,99 €	796,46 €	-48,12 €	902,15 €	-6,04%	75,18 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	120%	175%	122 903,89 €	151	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	131%	117%	175%	3 593 638,94 €	4 545	790,72 €	790,72 €	930,26 €	139,54 €	1 053,71 €	15,00%	87,81 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	148%	175%	5 835 341,86 €	5 820	1 002,62 €	1 002,62 €	1 179,55 €	176,93 €	1 336,08 €	15,00%	111,34 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	164%	175%	11 215 168,80 €	10 075	1 113,17 €	1 113,17 €	1 309,62 €	196,44 €	1 483,40 €	15,00%	123,62 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	16 696 847,25 €	13 685	1 220,05 €	1 184,73 €	1 393,81 €	173,76 €	1 578,76 €	12,47%	131,56 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	258%	175%	175%	50 293 664,32 €	32 168	1 563,46 €	1 184,73 €	1 393,81 €	-169,65 €	1 578,76 €	-12,17%	131,56 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	91%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	194%	173%		27 678 048,26 €	23 603	1 172,64 €	1 172,64 €	1 379,57 €	206,94 €	1 562,64 €	15,00%	130,22 €
Enfants -21	58%	50%	50%	26 083 817,62 €	74 403	350,58 €	338,50 €	398,23 €	47,65 €	451,08 €	11,97%	37,59 €
Enfants +21	49%	44%		2 794 167,10 €	9 478	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						281 760 862	281 760 862	331 483 367	49 722 505	375 471 210	15,00%	

FIGURE 9 – Scenario 2 SSP 2025 premium

Compared with scenario 1, the capped pure premium for active employees in scenario 2 is higher. The total cost of solidarity mechanisms in this scenario will increase active employees contribution by 11.8%.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	659,70 €	776,11 €	170,59 €	879,11 €	21,98%	73,26 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	659,70 €	776,11 €	-68,46 €	879,11 €	-8,82%	73,26 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	123%	175%	92 177,91 €	113	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	119%	175%	3 007 787,10 €	3 825	786,37 €	786,37 €	925,14 €	138,77 €	1 047,90 €	15,00%	87,33 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	152%	175%	4 432 433,55 €	4 415	1 003,88 €	1 003,88 €	1 181,03 €	177,15 €	1 337,75 €	15,00%	111,48 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	169%	175%	8 075 986,71 €	7 256	1 112,96 €	1 112,96 €	1 309,36 €	196,40 €	1 483,11 €	15,00%	123,59 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	11 375 972,78 €	9 934	1 218,81 €	1 154,47 €	1 358,20 €	139,39 €	1 538,43 €	10,26%	128,20 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	257%	175%	175%	31 547 115,72 €	20 272	1 556,16 €	1 154,47 €	1 358,20 €	-197,96 €	1 538,43 €	-14,58%	128,20 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	94%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	191%	175%		18 784 679,44 €	16 244	1 156,39 €	1 156,39 €	1 360,45 €	204,07 €	1 540,99 €	15,00%	128,42 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 607 886,89 €	67 340	350,58 €	329,85 €	388,06 €	37,48 €	439,55 €	9,66%	36,63 €
Enfants +21	49%	45%		2 528 938,90 €	8 578	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						240 900 243	240 900 243	283 412 051	42 511 808	321 020 830	15,00%	

FIGURE 10 – Scenario 3 SSP 2025 premium

The total cost of the solidarity mechanisms in scenario 3 increases the cost of risk for active employees by almost 9%.

Technical results presentation for scenario 3

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	195 599	196 993	198 378	199 407	201 818
%actifs/MP	80,40%	80,48%	80,47%	80,62%	80,84%
CDR Actif (Y)	605,53	624,05	641,44	660,87	684,63
Prime pure plafonnée actif	659,70	679,49	698,90	719,16	742,76
Taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	8,9%	8,9%	9,0%	8,8%	8,5%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	118 440 628	122 932 662	127 247 691	131 782 189	138 170 174
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	19 734 962	20 471 914	21 204 848	21 932 535	22 926 104
Résultat technique (RT)	13 631 812	14 071 686	14 661 675	14 997 080	15 258 369
CA HT	151 807 402	157 476 262	163 114 215	168 711 804	176 354 647
P/C	78,02%	78,06%	78,01%	78,11%	78,35%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	91,02%	91,06%	91,01%	91,11%	91,35%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	33 366 774	34 543 600	35 866 523	36 929 615	38 184 473

FIGURE 11 – Projected technical results for working agents using scenario 3

The total cost of the mechanisms represents almost 9% (rate of increase in premiums linked to solidarity mechanisms) of the reference contribution throughout the projection. A net expense margin of around 9% (Combined ratio) is achieved for active employees.

Retraités en stock au 31/12/2024	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	45 216	42 904	40 670	38 504	36 401
%retraités en stock/MP	18,59%	17,53%	16,50%	15,57%	14,58%
CDR retraités en stock (Y)	1294,49	1350,48	1406,99	1464,34	1521,46
Prime pure plafonnée retraités (stock)	1101,11	1144,51	1185,84	1225,66	1267,91
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-14,9%	-15,3%	-15,7%	-16,3%	-16,7%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	58 531 474	57 941 159	57 221 544	56 383 194	55 382 111
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	7 614 593	7 510 059	7 375 952	7 217 757	7 058 618
Résultat technique (RT)	- 7 572 272	- 7 681 534	- 7 859 402	- 8 079 746	- 8 143 670
CA HT	58 573 796	57 769 683	56 738 095	55 521 204	54 297 058
P/C	99,93%	100,30%	100,85%	101,55%	102,00%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	112,93%	113,30%	113,85%	114,55%	115,00%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	42 322	171 475	483 449	861 989	1 085 053
Nouveaux retraités à compter du 01/01/2025	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	2 467	4 879	7 483	9 420	11 438
%nouveaux retraités/MP	1,01%	1,99%	3,04%	3,81%	4,58%
CDR nouveaux retraités (Y)	844,58	871,48	926,08	970,88	1014,51
Prime pure plafonnée retraités (nouveaux)	659,70	764,45	841,65	923,59	981,03
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-21,9%	-12,3%	-9,1%	-4,9%	-3,3%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	2 083 634	4 251 668	6 929 611	9 145 555	11 604 378
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	248 915	570 390	963 197	1 330 596	1 716 226
Résultat technique (RT)	- 417 815	- 434 439	- 483 600	- 240 795	- 118 867
CA HT	1 914 734	4 387 619	7 409 208	10 235 356	13 201 736
P/C	108,82%	96,90%	93,53%	89,35%	87,90%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	121,82%	109,90%	106,53%	102,35%	100,90%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 168 900	135 951	479 597	1 089 801	1 597 358
Total Retraités	2025	2026	2027	2028	2029
Résultat technique (RT)	- 7 990 087	- 8 115 974	- 8 343 002	- 8 320 541	- 8 262 538
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 126 578	35 524	3 852	227 812	512 306

FIGURE 12 – Projected technical results for retirees using scenario 3

Capping the contributions of retirees in stock generates a cost of around 15% (rate of reduction in contributions linked to solidarity mechanisms) of the latter's risk costs. For new retirees, the longer they have been retired, the less the solidarity mechanism ceilings are exceeded. In addition, negative net expense margins (underwriting result) are generated for retirees.

Table des matières

1	La protection sociale en France	5
1.1	Généralités sur la protection sociale en France	5
1.1.1	La protection sociale avant 1945	6
1.1.2	La protection sociale depuis 1945 : les grandes dates	6
1.2	Organisation de la protection sociale en France	8
1.2.1	Les organismes de protection sociale complémentaire	10
1.2.2	La protection sociale en chiffres	10
1.3	Positionnement de la France à l'échelle européenne	12
2	La réforme de la protection sociale	15
2.1	État des lieux de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'État	15
2.2	La réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'État	16
2.2.1	La réforme de la protection sociale dans la fonction publique de l'État	17
3	Outils de tarification en santé	19
3.1	Les modèles linéaires généralisés (GLM)	19
19subsection.3.1.1		
3.1.2	Mesure de la qualité d'ajustement	23
3.1.3	Mesure de la qualité de prédiction	25
3.2	Application d'un GLM à la tarification santé	25
3.2.1	Lois du nombre de sinistres	27
3.2.2	Lois du coût moyen des sinistres	29
4	Présentation et analyse des données	31
4.1	Présentation de la base de données «Population»	31
4.2	Présentation des bases de données «Prestation»	33
4.3	Description du portefeuille	36
4.3.1	La démographie du portefeuille	36
4.3.2	Analyse de la sinistralité	41

5	Implémentation du modèle	47
5.1	Contexte de modélisation	47
5.2	Modélisation de l'évolution de la consommation par un modèle linéaire généralisé	48
5.2.1	Éléments de modélisation	48
5.3	Résultats de la modélisation	51
5.3.1	Dentaire	51
5.3.2	Soins courants	54
6	Impact de la réforme	59
6.1	Consommation par assuré en 2022	59
6.2	Calcul des cotisations : prise en compte des mécanismes de solidarité . . .	60
6.3	Présentation des résultats techniques	64
6.3.1	Résultats techniques actifs	64
6.3.2	Résultats techniques enfants de moins de 21 ans	65
6.3.3	Résultats techniques retraités	65
A	Grille PSC des garanties santé	69
B	Projection de la population	73
B.0.1	Actifs	73
B.0.2	Retraités	74
B.0.3	Conjoints actifs	75
B.0.4	Conjoints de retraités	75
B.0.5	Enfants	76
C	Évolution de la cotisation pour les scénarios 1 et 2	77
D	Résultats techniques projetés	79
	Bibliographie	84

Liste des abréviations

PSC : Protection Sociale Complémentaire
FPE : Fonction Publique de l'État
FPT : Fonction Publique Territoriale
FPH : Fonction Publique Hospitalière
GLM : Generalized linear model
CDR : Coût du risque
HT : Hors Taxes
TTC : Toutes Taxes Comprises

Introduction

En France la Fonction Publique emploie environ 5,7 millions d'agents en 2021, dont 45% dans la fonction publique d'État. À partir de 2007 et jusqu'à aujourd'hui, la protection sociale complémentaire des agents publics de l'État repose sur un dispositif facultatif pour la couverture des risques en santé et en prévoyance. Dans ce dispositif, les employeurs publics choisissent, à l'issue d'un référencement (périodique) la mutuelle qui couvrira leurs agents. Cependant, avec cette approche, la participation financière de l'employeur s'avère parfois faible car aucun minimum n'est imposé. C'est par exemple le cas au sein du ministère de l'Éducation nationale qui cotise à hauteur de 3 € par mois et par salarié.

Afin de répondre aux insuffisances en matière de protection sociale des agents publics et pour offrir une couverture plus adaptée aux besoins des agents, la réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique d'État tend à se rapprocher du fonctionnement du secteur privé. Elle prévoit :

- Une participation financière obligatoire de l'employeur à hauteur d'au moins 50% de la cotisation ;
- Un niveau de garantie minimum, selon les postes ;
- Un contrat collectif à adhésion obligatoire pour les agents (sauf cas de dispense) avec couverture des ayants droits ;
- Une solidarité entre les agents et les retraités d'une part, et une solidarité à l'endroit des familles nombreuses, d'autre part.

La réforme vise donc à offrir aux agents et retraités de la fonction publique un allègement de leurs cotisations ainsi qu'à garantir une couverture minimale. Son application requiert une préparation en amont des différentes parties prenantes. Si, d'une part, les employeurs se doivent de mener un certain nombre de travaux pour être en phase avec les obligations qui leurs incombent, les mutuelles doivent elles aussi se tenir prêtes. En effet, elles devront faire face à une entrée importante d'assurés dans leurs portefeuilles (due à l'obligation d'adhésion pour les agents, sauf cas de dispense) qui pourrait entraîner une consommation différente. Ce changement de la consommation peut être du fait de la modification démographique du portefeuille mais aussi de phénomènes comme l'aléa moral. Ainsi, elles se doivent d'anticiper ces changements afin de proposer des cotisations adaptées qui intègrent l'évolution de la consommation de leurs assurés.

Le but de ce mémoire est de ressortir les coûts du risque intégrant les changements apportés par la réforme PSC à partir des données d'un portefeuille santé regroupant les agents et les retraités d'un ministère et leurs ayants droit.

Après avoir rappelé le contexte général de la protection sociale en France, et en particulier dans la fonction publique, la réforme de la PSC sera détaillée, tant en terme de garanties que pour les mécanismes de solidarité familiaux et générationnels. Par la suite l'approche théorique adoptée afin d'évaluer les coûts du risque sera présentée. Enfin, les résultats issus de cette étude seront présentés et analysés.

Chapitre 1

La protection sociale en France

1.1 Généralités sur la protection sociale en France

La protection sociale, comme son nom l'indique, désigne une protection offerte à un ensemble de personnes. Elle se rapporte aux mécanismes visant à couvrir ou atténuer les conséquences pécuniaires des risques dits « sociaux ». Même si la notion de risque social varie, il s'agit traditionnellement de la maladie, la vieillesse, les charges familiales et le logement, le chômage, la pauvreté et l'exclusion¹.

La protection sociale repose sur deux objectifs. Le premier est d'ordre matériel ; elle met ainsi à disposition des individus des moyens financiers pour subvenir à leurs besoins lorsqu'ils sont malades, âgés, ou encore chargés d'une famille nombreuse. Le second objectif a une dimension sociale, consistant à diminuer les disparités liées aux aléas de la vie et à garantir aux individus un revenu minimum qui favorise leur intégration sociale.

En France, la protection sociale est gérée par plusieurs entités² à savoir :

- la Sécurité sociale assure la couverture de base contre les risques « famille », « maladie », « vieillesse », « accident du travail et maladie professionnelle » ;
- les régimes complémentaires offrent une couverture en sus de celle offerte par la Sécurité sociale ;
- l'Union nationale pour l'emploi dans l'industrie et le commerce (Unédic) est chargée de l'assurance-chômage.

D'autres aides sociales à destination des plus démunis peuvent être versées par l'État et les collectivités territoriales.

La protection sociale, telle qu'elle est connue aujourd'hui en France, est le fruit d'une longue série de transformations qui a débuté il y a plus de deux siècles.

1. Catherine POLLAK, *Essai d'approche positive des nouveaux risques sociaux*, Travail et Emploi 125 (janvier-mars 2011)

2. <https://www.vie-publique.fr/fiches/24121-comment-la-protection-sociale-est-elle-organisee-en-france>

1.1.1 La protection sociale avant 1945

En France, avant 1945, la protection sociale reposait essentiellement sur des systèmes d'assistance professionnelle, l'entraide ou encore la charité organisée par le clergé. En 1791, la loi Chapelier met un terme à tous les systèmes d'entraide professionnels existants. Sous la Convention, la loi du 15 octobre 1793 initie le principe de soins médicaux gratuits pour les plus démunis mais les besoins ne tarissent pas. C'est alors qu'apparaissent les sociétés de secours mutuels, à l'initiative de groupes d'ouvriers. Organisées par métier, leur mission est de fournir une assistance, aux ouvriers notamment.

Sous le second Empire (1852-1870), la réflexion sur l'orientation de l'assistance sociale étant développée, la volonté des dirigeants est d'étendre l'assistance à toute la population ouvrière, qu'elle ne soit plus restreinte aux pauvres uniquement. Le développement des assurances sociales en Allemagne mené par le chancelier Bismarck en 1883 pour les ouvriers à faibles revenus va servir d'exemple à la France. De là, l'assistance en France prend un nouveau tournant et de nombreuses lois vont se succéder pour donner naissance à la protection sociale.

En 1893 l'assistance médicale gratuite est accordée à l'ensemble des français privés de ressources. Ils bénéficient d'un accès à des soins médicaux gratuits, et ce, avec une participation financière de l'État.

À partir de 1898, les employeurs sont tenus d'indemniser leurs salariés en cas d'accident de travail, et plus tard, en 1919, cette obligation s'applique aux maladies professionnelles. La loi du 14 juillet 1905 sur l'assistance aux vieillards, aux infirmes et aux incurables, permet une assistance pour les plus nécessiteux d'entre eux.

Par ailleurs, les traits de la protection sociale moderne sont dessinés entre 1930 et 1945. En effet, la loi du 5 avril 1928 complétée par celle du 30 avril 1930, et les lois qui viendront d'appoint créent ou renforcent les éléments suivants : la souscription obligatoire à une assurance pour la couverture de la maladie, la maternité, l'invalidité, l'arrêt de travail ; l'apparition d'un régime de prestations familiales ; la cotisation des assurés devient proportionnelle à leur niveau de revenu et limitée à un plafond ; la gestion du système par des caisses ; l'émergence de la notion de cliniques conventionnées ; la suppression du ticket modérateur pour la maternité et les interventions chirurgicales lourdes ; etc.

Cependant toutes ces évolutions restent cantonnées à la seule population ouvrière.

L'exemple anglais donné par Lord Beveridge en 1941 permet d'étendre la couverture sociale à toutes les strates de la population.

1.1.2 La protection sociale depuis 1945 : les grandes dates

En 1945 la Sécurité sociale voit le jour grâce aux ordonnances des 4 et 19 octobre de cette année. Le nouveau régime de Sécurité sociale reprend les principes du plan Beveridge : la fusion de tous les régimes d'assurance sociale, la généralisation de la couverture à toute la population et l'uniformisation du mode de financement.

À l'origine, la caisse nationale de la Sécurité sociale pilote la gestion des 5 catégories de risques sociaux via des fonds nationaux : l'assurance maladie, les accidents du travail

et maladies professionnelles, les allocations familiales, l'action sanitaire et sociale et la prévention des accidents du travail et maladies professionnelles. Bien que la finalité du régime soit d'offrir une couverture uniforme qui s'étend à toute la population, certains régimes spéciaux sont maintenus (fonctionnaires, travailleurs du domaine agricole, employés de la SNCF, etc).

L'année 1946 marque le début de l'application des dispositions législatives relatives à la mise en place du nouveau régime de protection sociale. L'article premier de la loi du 22 mai 1946 réaffirme le principe d'universalité de la couverture sociale. En outre, dans les années 1940, la protection sociale a connu d'autres évolutions, comme la création des régimes de retraite complémentaires des cadres (AGIRC) en 1947, ou encore l'instauration de régimes spécifiques d'assurance vieillesse pour les non-salariés agricoles, en 1948.

En 1952, la loi du 10 juillet établit le régime d'assurance vieillesse obligatoire des exploitants agricoles, dont la gestion est confiée à la Mutualité Sociale Agricole (MSA). De plus, la protection sociale des professionnels agricoles connaît une nouvelle évolution, lorsqu'elle intègre un régime de l'assurance maladie-maternité-invalidité en 1961. Cette année verra également la création des régimes de retraite complémentaire des non cadres (ARRCO).

En 1967, quatre ordonnances viennent réformer le régime général de la Sécurité sociale qui se trouve à ce moment-là en difficulté financière. Elles assurent une séparation financière entre les branches santé, vieillesse et famille via la création de trois caisses nationales : la Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAMTS), la Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des Travailleurs Salariés (CNAVTS), la Caisse Nationale des Allocations Familiales (CNAF). Ces branches deviennent alors autonomes pour piloter leurs dépenses et leurs ressources.

Les principes d'universalité et d'uniformité de la protection sociale seront en première ligne des évolutions dans les années 70. En effet, certaines lois viennent renforcer les caractères universel et uniforme de la protection sociale. Il s'agit, par exemple, des lois des 3 et 5 juillet 1972 et du 27 décembre 1973, favorisant l'alignement des régimes de retraite des commerçants et artisans, et des régimes de retraite des indépendants sur le régime général. De plus, la loi du 4 juillet 1975 étend l'assurance vieillesse obligatoire à toute la population active. Par ailleurs, en 1978, la branche famille du régime général est rendue universelle et ses prestations, identiques pour toute personne résidant sur le territoire français.

La loi du 31 décembre 1989 et la loi Evin viennent renforcer les garanties offertes aux personnes assurées, notamment par le maintien de la couverture santé et prévoyance lorsqu'un salarié sort de l'entreprise.

Les années 90 voient l'avènement de mesures en faveur du financement de la protection sociale. Ce sont, entre autres, la création de la Contribution Sociale Généralisée (CSG), de la Contribution au Remboursement de la Dette Sociale (CRDS) et des Lois de Financement de la Sécurité Sociale (LFSS). D'autre part, la loi du 22 juillet 1993 allonge la durée d'assurance des salariés du privé. La carte Vitale est mise en place en 1997 ; la Couverture Maladie Universelle (CMU) et la Couverture Maladie Universelle Complémentaire (CMU-C) sont créées par la loi du 27 juillet 1999.

À partir de 2000, l'assurance vieillesse connaît de nouvelles réformes. Celles-ci concernent en particulier la durée de cotisation, l'âge légal de départ à la retraite, ou encore l'instauration de la retraite pour carrière longue. En parallèle des réformes, des changements s'opèrent au sein des régimes comme la mise en place du Régime Social des Indépendants (RSI), qui sera rattaché plus tard au régime général de la Sécurité sociale. Au niveau de la santé, l'Assurance maladie connaît elle aussi des changements : de nouvelles lois sont promulguées, créant ainsi des nouveaux dispositifs (médecin traitant, dossier médical, aide à l'acquisition d'une couverture complémentaire, etc) et des nouveaux organismes (Agences Régionales de Santé (ARS)).

Les années 2000 se sont aussi caractérisées par un développement de la solidarité à destination des personnes handicapées et âgées. La création de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), la loi du 11 février 2005 en faveur de l'égalité des droits et des chances des personnes handicapées, la création de la branche autonomie de la Sécurité sociale, en sont des exemples.

1.2 Organisation de la protection sociale en France

La protection sociale en France est gérée par la Sécurité sociale, les organismes complémentaires, l'Unédic et l'État ou les collectivités locales. Ce mémoire étant en lien avec la santé, seuls la Sécurité sociale et les organismes complémentaires seront développés dans la suite car ils se rapportent directement à la thématique étudiée.

La Sécurité sociale

Elle a vu le jour en 1945 par les ordonnances des 4 et 19 octobre. Elle offre, à l'ensemble des personnes résidant en France, une couverture de base contre les accidents de la vie, en particulier les risques touchant la famille, la maladie, les accidents de travail, la vieillesse.

La Sécurité sociale est organisée en régimes. Ils peuvent être regroupés en trois catégories³ :

- le régime général couvre 88% de la population française. C'est le régime des salariés du secteur privé et des travailleurs indépendants ;
- le régime agricole rassemble en son sein environ 5% de la population française ;
- les régimes spéciaux qui sont au nombre de 27 et couvrent 7% de la population française. Ils concernent entre autres les fonctionnaires, les employés et clercs de notaires, les employés de la SNCF, etc.

L'organisation de la Sécurité sociale se décline en branches. Les branches concernent les différents types de risques couverts par la Sécurité sociale. Dans le régime général, elles sont au nombre de six :

- La branche famille : sa mission principale est de réduire les disparités en termes de niveau de vie entre les familles, lutter contre la précarité et de développer la

3. source : <https://www.securite-sociale.fr/la-secu-cest-quoi/organisation/les-regimes>

- solidarité à l'égard des personnes vulnérables. Elle est gérée au plan national par la Caisse Nationale d'Allocations Familiales (CNAF) et par la Caisse d'Allocations Familiales (CAF) au niveau local.
- La branche maladie : elle prend en charge le remboursement des frais médicaux des assurés et leur permet l'accès aux soins. Elle couvre les risques maladie, maternité, invalidité et décès. Au plan national, son pilotage est assuré par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie (CNAM) ; au plan local, différentes entités interviennent, notamment la Caisse Primaire d'Assurance Maladie (CPAM), la Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail (CARSAT), etc.
 - La branche retraite : elle est chargée du versement des prestations de retraite aux ex salariés de l'industrie, des services et du commerce. Elle est prise en charge par la Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse (CNAV) et des Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail (CARSAT) au niveau local.
 - La branche accidents du travail - maladies professionnelles : elle a pour mission de protéger les salariés contre les risques professionnels auxquels ils sont confrontés (accidents du travail, accidents de trajets, maladies professionnelles). Sa gestion est assurée par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie (CNAM), et au niveau local par les Caisses Primaires d'Assurance Maladie (CPAM) et les Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé au Travail (CARSAT).
 - La branche autonomie : elle a vu le jour en janvier 2021 ; elle est consacrée à la gestion des dépenses liées au handicap et à la dépendance due à l'âge. Elle est pilotée par la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA).
 - La branche recouvrement : elle n'est rattachée à aucun risque et est chargée de la collecte des cotisations et contributions sociales au profit des autres branches. Cette branche est dirigée par l'Agence Centrale des Organismes de Sécurité Sociale (ACOSS) et par l'Union de Recouvrement des Cotisations de Sécurité Sociale et d'Allocations Familiales (URSSAF).

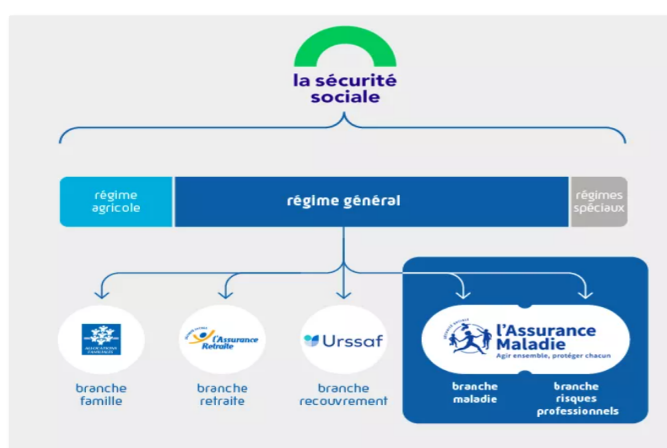


FIGURE 1.1 – Les branches de la Sécurité sociale (*source* : <https://assurance-maladie.ameli.fr>)

Au niveau du régime agricole, le pilotage de l'ensemble des risques sociaux et l'indemnisation des assurés sont sous la responsabilité de la Mutuelle Sociale Agricole (MSA).

1.2.1 Les organismes de protection sociale complémentaire

Les organismes de protection sociale complémentaire offrent une couverture additionnelle à la couverture de base apportée par la Sécurité sociale. Ils interviennent sur certains risques couverts par la Sécurité sociale (maladie, arrêt de travail, décès, incapacité, invalidité,...) et sont obligatoires pour certains risques. Les principaux organismes de protection sociale complémentaire sont les sociétés d'assurance, les mutuelles et les institutions de prévoyance.

1.2.2 La protection sociale en chiffres

Le financement de la protection sociale⁴

La protection sociale est financée par les cotisations sociales, les impôts et taxes affectées et d'autres sources de financement.

- Les cotisations sociales : elles sont prélevées sur les salaires et payées à la fois par les salariés et leurs employeurs. En 2021, elles connaissent une augmentation de 6,8% et atteignent 467 milliards d'euros, soit une part de 54% des ressources totales.
- Les Impôts et Taxes Affectées (ITAF) : ils s'évaluent à 262,4 milliards d'euros et représentent 30 % des sources de financement de la protection sociale. Les impôts et taxes affectées désignent un ensemble de prélèvements obligatoires qui contribuent au financement de la protection sociale. Parmi eux, il y a la TVA, la CRDS et la CSG qui représente à elle seule près de la moitié des ITAF (129,4 milliards d'euros en 2021).
- Les autres sources de financement : elles valent 134,9 milliards d'euros en 2021 soit 16 % des ressources et sont composées de contributions publiques (89,5 %), de produits financiers (5,4 %) et de ressources diverses (5,0 %).

4. source : DREES, La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022

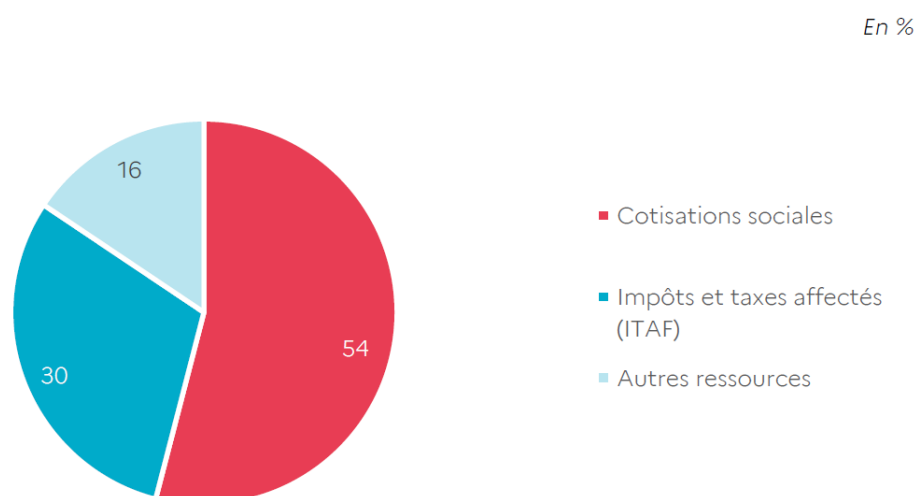


FIGURE 1.2 – Les ressources de la protection sociale en 2021 par risque et par régime (source : DREES, *La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p 66*)

Les prestations de protection sociale

En 2021, les prestations de protection sociale s'élèvent à 833,8 milliards d'euros avec en tête de la liste des risques les plus coûteux le risque vieillesse et le risque maladie. Leurs prestations s'élèvent respectivement à 320,4 et 255,6 milliards d'euros soit 38% pour la vieillesse et 31% pour la maladie. Au bas de cette liste figurent notamment l'arrêt de travail et la maladie professionnelle, et l'insertion et la réinsertion professionnelle, s'élevant tous deux à moins de 10 milliards d'euros.

Les prestations de protection sociale servies par les organismes publics sont dix fois supérieures à celles servies par les organismes d'assurance.

En milliards d'euros

	Régimes des administrations publiques															
	Administrations de sécurité sociale										Régimes privés					
	Régimes d'assurances sociales publiques										Organismes complémentaires et sociétés non financières					
	Ensemble des régimes d'assurances sociales publiques										Ensemble des organismes complémentaires et des sociétés non financières					
	Ensemble des administrations publiques										Ensemble des régimes privés					
Total des prestations	833,8	760,1	601,5	517,0	297,9	14,7	98,1	106,2	81,5	3,1	158,5	73,8	27,7	46,0	30,5	15,5
Santé	306,5	257,7	237,9	156,4	125,0	3,8	0,7	26,9	81,5	0,1	19,8	48,7	17,8	30,9	25,6	5,4
Maladie	255,6	226,5	222,5	141,0	113,6	3,7	-	23,7	81,5	-	4,1	29,0	-	29,0	23,8	5,2
Invalidité	44,4	24,8	9,6	9,6	6,8	0,0	0,7	2,1	-	0,0	15,2	19,6	17,8	1,8	1,7	0,0
AT-MP	6,5	6,4	5,8	5,8	4,6	0,1	-	1,1	-	0,1	0,6	0,1	-	0,1	-	0,1
Vieillesse-survie	360,1	351,0	284,0	284,0	137,9	10,8	97,4	37,9	-	-	67,0	9,1	-	9,1	4,9	4,1
Vieillesse	320,4	313,7	252,5	252,5	125,2	9,4	83,9	33,9	-	-	61,2	6,7	-	6,7	2,8	3,9
Survie	39,7	37,3	31,5	31,5	12,7	1,3	13,5	4,0	-	-	5,8	2,4	-	2,4	2,2	0,2
Famille	55,9	49,7	36,3	35,4	35,1	0,1	-	0,3	-	0,8	13,5	6,2	5,7	0,5	0,0	0,5
Emploi	60,9	55,3	43,2	41,0	-	-	-	41,0	-	2,2	12,1	5,6	-	5,6	0,0	5,5
Insertion et réins. prof.	6,3	6,3	4,2	2,6	-	-	-	2,6	-	1,6	2,1	-	-	-	-	-
Chômage	54,5	49,0	39,0	38,4	-	-	-	38,4	-	0,5	10,0	5,6	-	5,6	0,0	5,5
Logement	15,8	15,8	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	0,0	15,7	-	-	-	-	-
Pauvreté-exclusion sociale	34,7	30,5	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	30,4	4,2	4,2	-	-	-

Source > DREES, CPS.

FIGURE 1.3 – Les prestations de protection sociale en France (*source : DREES, La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p 223*)

1.3 Positionnement de la France à l'échelle européenne

De tous les pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), les pays européens sont ceux qui dépensent le plus en matière de protection sociale. En 2021, en Europe, les dépenses de protection sociale avoisinaient 29% du PIB⁵. La France est le pays de l'Union Européenne où les dépenses de protection sociale sont le plus élevées (33,3% du PIB, soit 834 milliards d'euros). Cependant elle n'est que huitième en euros parité de pouvoir d'achat (PPA)⁶ par habitant (12 300 euros PPA).

Les prestations de vieillesse-survie et maladie-soins correspondent à 74% du total des dépenses de protection sociale en Europe. En 2020, les dépenses consacrées au risque vieillesse-survie, constituées essentiellement du paiement des pensions de retraite, représentent en moyenne 44 % du total des prestations en Europe à l'exception de l'Irlande.

5. DREES, La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022

6. «La parité de pouvoir d'achat (PPA) est un taux de conversion monétaire qui permet d'exprimer dans une unité commune les pouvoirs d'achat des différentes monnaies. Ce taux exprime le rapport entre la quantité d'unités monétaires nécessaire dans des pays différents pour se procurer le même « panier » de biens et de services. » Insee

À ce niveau, la France se place en dessous de la moyenne européenne puisque, pour ce risque, elle ne dépense que 43 % du total de ses prestations de protection sociale (soit 360 milliards d'euros).

Le risque maladie-soins de santé se situe en deuxième position des postes de dépenses de protection sociale en Europe. En moyenne, il constitue 30% du total des prestations de protection sociale dans l'Union européenne. Pour ce risque, la France se classe légèrement au-dessus de la moyenne de l'Union européenne avec 31 % du total des prestations soit 256 milliards d'euros.

Pour les autres risques (famille, invalidité, emploi, logement et pauvreté-exclusion sociale) les dépenses réalisées en 2021, dans l'Union européenne, représentent un quart du total des prestations (26 % en France).

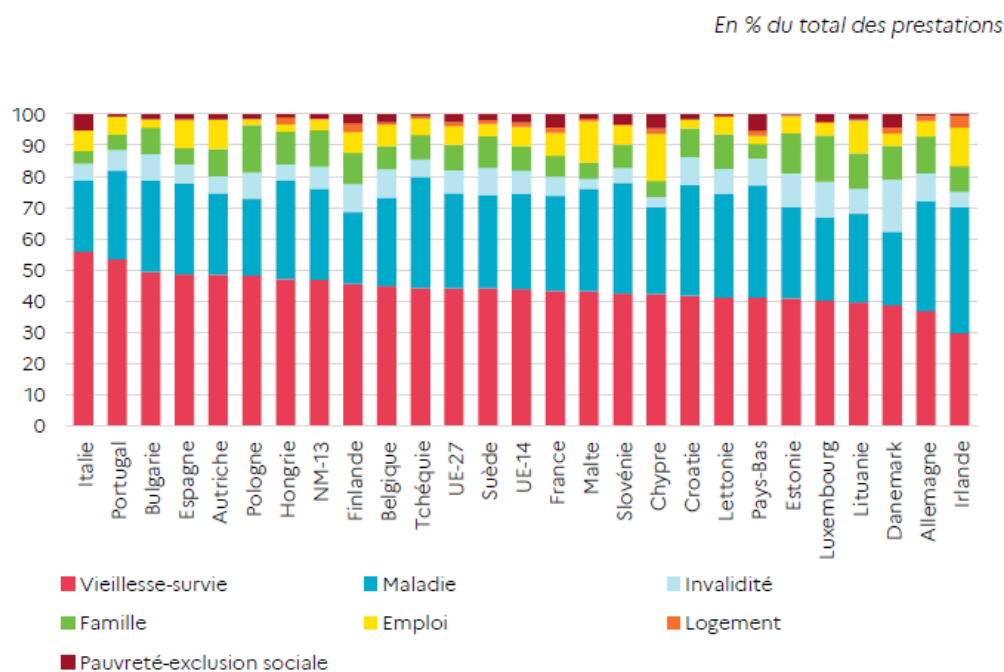


FIGURE 1.4 – Structure des prestations par risque en Europe(*source : DREES, La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p112*)

Chapitre 2

Présentation de la réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'État

Ce chapitre fait état de la protection sociale complémentaire (PSC) dans la fonction publique de l'État et présente la réforme de la protection sociale complémentaire. En France, la fonction publique est constituée de trois versants : la fonction publique de l'État (FPE), la fonction publique territoriale (FPT) et la fonction publique hospitalière (FPH). À elles trois, elles emploient 5,66 millions d'agents¹ en 2020 dans les proportions suivantes : 45% (2,52 millions) sont employés de la fonction publique de l'État, 34% (1,93 millions) travaillent pour la fonction publique territoriale, et 21% (1,21 millions) pour la fonction publique hospitalière.

2.1 État des lieux de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'État

Jusqu'en 2006, la protection sociale complémentaire des agents de l'État était assurée par les mutuelles «historiques²». Ces mutuelles bénéficiaient des subventions de l'État pour le développement de leur aide sociale, selon les dispositions de l'article R. 523 2 de l'ancien code de la mutualité. Cependant, cette aide exclusive de l'État à leur endroit a fait l'objet de critiques, notamment de la part de la Commission européenne et du Conseil d'État, qui y voyaient un caractère anticoncurrentiel pour les autres mutuelles. Ce dispositif sera supprimé, laissant place à un nouveau cadre de protection sociale complémentaire à partir de 2007. En effet, le décret n°2007-1373 du 19 septembre 2007

1. Fonction Publique, Chiffres clés 2022, édition 2022

2. Les mutuelles historiques renvoient aux assurances sociales constituées entre les fonctionnaires, agents et employés de la fonction publique avant 1945. À la création de la Sécurité sociale en 1945, elles ont maintenu leurs modalités de gestion spécifiques. À ce jour, elles continuent d'assurer la protection des employés publics.

définit les nouvelles règles dans lesquelles doit s'inscrire la protection sociale des agents de l'État. Ce décret établit, en particulier, les dispositions relatives à la désignation des organismes chargés d'assurer la protection sociale. Ces organismes sont dorénavant choisis à travers une procédure de référencement. Dans cette procédure, chaque ministère sélectionne, à l'issue d'un appel public à concurrence, et pour sept années, les organismes qui assureront la couverture santé et prévoyance des membres de son personnel, et qui bénéficieront d'une subvention de sa part. À ce jour, deux vagues de référencement ont déjà été organisées.

2.2 La réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique de l'Etat

La réforme de la protection sociale complémentaire dans la fonction publique vise à améliorer la couverture santé et prévoyance des agents et employés de la fonction publique. Cette amélioration passe par une participation financière plus importante des employeurs publics. En effet, ces derniers seront amenés à prendre en charge, à minima, 50% de la complémentaire santé de leurs employés, comme c'est le cas dans le privé. De plus, à partir de l'entrée en vigueur de la réforme PSC, l'adhésion des agents publics à une complémentaire santé devient obligatoire. En effet, pour leur protection sociale, les agents publics sont à ce jour soumis à des régimes facultatifs mis en place par leurs employeurs. Des mécanismes de solidarité intergénérationnelle et à l'égard des familles sont également prévus par la réforme.

Dans les trois versants de la fonction publique (État, Territoriale, Hospitalière), la mise en place de la réforme n'est pas la même.

- Dans la fonction publique de l'État, la réforme était initialement prévue au 1er janvier 2024 pour la santé³, et à partir du 1er janvier 2025 pour la prévoyance (participation facultative de l'employeur). Toutefois, le retard de la mise en oeuvre de la PSC dans la FPE et les difficultés à négocier sur la prévoyance ont entraîné le report de la date d'entrée en vigueur de la PSC au 1er janvier 2025. Par ailleurs, depuis le 1er janvier 2022, les employeurs de la fonction publique de l'Etat sont tenus de verser une participation forfaitaire de 15 euros brut par mois pour financer la complémentaire santé de leurs agents.
- Dans la fonction publique Territoriale, la réforme doit concerner la prévoyance et la santé. En effet, dès le 1er janvier 2025, les employeurs de la FPT sont tenus de participer à hauteur de 20% à la complémentaire prévoyance de leurs employés. À partir du 1er janvier 2026, ils sont tenus de prendre en charge la complémentaire santé de leurs employés. Par ailleurs, dans le cadre de la labellisation, la participation de l'employeur est de 50% d'une cotisation de référence fixée par décret et peut donc être inférieure à 50% de la cotisation réelle du contrat.
- Dans la fonction publique Hospitalière, la date prévue pour le début de la PSC est le 1er janvier 2026. La réforme concerne la santé.

3. où à l'expiration du référencement s'il est encore en cours à cette date

2.2.1 La réforme de la protection sociale dans la fonction publique de l'État

Les points de la réforme de la PSC dans la fonction publique de l'État sont mentionnés dans un accord interministériel datant du 26 février 2022.

Cet accord aborde les modalités de couverture, par l'État employeur, à l'égard de ses agents, des frais de santé, en sus des remboursements de la Sécurité sociale.

Les bénéficiaires

La participation de l'employeur public de l'État est à l'endroit des bénéficiaires dits «actifs» (par contraste avec les retraités), qui sont soumis à une obligation d'adhésion aux contrats collectifs «conclus par leurs employeurs publics de l'État, sans condition d'ancienneté»⁴.

L'adhésion aux contrats collectifs des bénéficiaires retraités est facultative et ne peut se faire qu'auprès de leur dernier employeur public de l'État. Aucun dispositif de financement direct venant de l'employeur n'est prévu pour cette catégorie de bénéficiaires. Toutefois, des mécanismes de solidarité intergénérationnelle sont prévus.

Il existe une troisième catégorie de bénéficiaires : les bénéficiaires «ayants droit». Il s'agit du conjoint du bénéficiaire actif ou retraité, des enfants ou petits enfants du bénéficiaire actif ou retraité et ceux de son conjoint, âgés de moins de 21 ans, ou âgés de moins de 25 ans et poursuivant leurs études, ou sans limite d'âge pour les enfants en situation de handicap. Tout comme les bénéficiaires retraités, les bénéficiaires ayants droit font l'objet de mécanismes de solidarité.

Les cotisations et les mécanismes de solidarité

Deux mécanismes de solidarité sont à distinguer : les mécanismes de solidarité intergénérationnelle et les mécanismes de solidarité à destination des familles nombreuses.

Les mécanismes de solidarité intergénérationnelle concernent le financement, par les actifs, d'une partie des cotisations des bénéficiaires retraités, puisque ces derniers ne bénéficient d'aucune subvention directe de leurs anciens employeurs. Pour les familles, la solidarité est telle que le montant de la cotisation pour les enfants est limité au maximum à celui correspondant à la couverture de deux enfants.

Par ailleurs, les anciens agents non retraités et leurs ayants droit bénéficient d'un maintien de la couverture santé pour une durée égale à celle du dernier contrat de travail ou de la dernière période d'activité de l'agent «dans la limite de la période d'indemnisation par l'assurance chômage et sans qu'elle ne puisse excéder douze mois».⁵

Les cotisations ne dépendent pas de l'état de santé des bénéficiaires, comme pour tout autre contrat collectif. Pour les bénéficiaires actifs et leurs ayants droit, l'âge n'est pas pris en compte pour déterminer leurs cotisations.

4. Accord interministériel

5. Accord interministériel article 7

Les cotisations des bénéficiaires actifs et de leurs ayants droit sont déterminées à partir d'une cotisation d'équilibre. Rapportée à un bénéficiaire actif, la cotisation d'équilibre est la somme :

- d'une cotisation de référence⁶
- du coût des mécanismes de solidarité.

L'évolution de la cotisation d'équilibre est suivie par une commission paritaire de pilotage et de suivie établie par l'État employeur.

Les cotisations des bénéficiaires actifs se décomposent en trois parts, toutes fonction de la cotisation d'équilibre.

- une part forfaitaire payée par l'employeur, qui correspond à 50% de la cotisation d'équilibre ;
- une part individuelle forfaitaire valant 20% de la cotisation d'équilibre ;
- une part individuelle solidaire calculée en fonction de la rémunération mensuelle brute du bénéficiaire actif. Elle s'élève en moyenne, pour les bénéficiaires actifs à 30% de la cotisation d'équilibre.

La cotisation des bénéficiaires retraités augmente avec l'âge pour atteindre un plafond à 175% de la cotisation d'équilibre du contrat collectif. Lorsque le bénéficiaire retraité atteint 75 ans, sa cotisation n'évolue plus en fonction de l'âge.

Les bénéficiaires actifs pour lesquels la couverture santé est maintenue après le passage à la retraite ont la qualité de bénéficiaires retraités. Pour ceux-là, le montant de la cotisation évolue comme suit :

- la première année de retraite, il est égal à la cotisation d'équilibre ;
- la deuxième année de retraite, il est plafonné à 125% de la cotisation d'équilibre ;
- les troisième, quatrième et cinquième années, le plafond est à 150% de la cotisation d'équilibre.

Les cotisations des bénéficiaires ayants droit sont définies de la manière suivante :

- Les cotisations des conjoints des bénéficiaires actifs doivent couvrir leur recours effectif aux garanties, sans dépasser 110 % de la cotisation d'équilibre ;
- Les cotisations des conjoints des bénéficiaires retraités doivent couvrir leur recours effectif aux garanties ;
- Les cotisations des enfants de moins de 21 ans valent 50% de la cotisation d'équilibre ;
- Les cotisations des enfants de plus de 21 ans sont établies de manière à couvrir leur recours effectif aux garanties, sans dépasser 100 % de la cotisation d'équilibre.

6. «La cotisation de référence équivaut au coût du panier de soins pour un bénéficiaire actif multiplié par le nombre de bénéficiaires actifs du contrat collectif» Accord interministériel, Article 5

Chapitre 3

Présentation des outils de tarification en santé

Les modèles linéaires généralisés, ou plus communément GLM (Generalized Linear Model), sont très répandus en assurance, en particulier dans le domaine de la tarification non vie, du fait de leur simplicité d'application et d'interprétation. L'objectif derrière la mise en oeuvre d'un GLM en tarification non vie est d'évaluer, via des coefficients tarifaires, l'influence des variables ayant un effet sur la fréquence et le coût de la consommation.

Ce chapitre présente la théorie des modèles linéaires généralisés ainsi que leur application dans le domaine de l'actuariat. Il se subdivise en deux sous-parties : la première reprend les grandes lignes de la théorie des modèles linéaires généralisés ; la seconde partie est une présentation de leur application en assurance.

Dans toute la suite, les probabilités sont définies sur l'espace probabilisé (Ω, \mathcal{F}, P) , et les variables aléatoires sur l'espace probabilisable (Ω, \mathcal{F}) .

3.1 Les modèles linéaires généralisés (GLM)

3.1.1 Cadre théorique ¹

Les modèles linéaires généralisés, introduits par John A. Nelder et Robert W. M. Wedderburn en 1972, sont une généralisation du modèle linéaire gaussien. Pour rappel, le modèle de régression linéaire s'écrit :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p} + W_i \quad (3.1)$$

où :

- $(Y_1, \dots, Y_n)'$ sont les variables réponses ;

1. Cours de modèle linéaire, Pierre Ailliot, EURIA
Cours d'économétrie de l'assurance non-vie, Maud Thomas, ISUP
Cours d'application sur R en tarification non-vie, Romain Lailly, EURIA

- $(W_1, \dots, W_n)'$ sont des variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées qui suivent la loi $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$, avec $\sigma^2 < \infty$;
- $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p, \sigma) \in \mathbb{R}^{p+1} \times \mathbb{R}_+^*$ des paramètres à estimer.

Dans la relation (3.1) ci-dessus, $x_{i,1}, \dots, x_{i,p}$ représentent les variables explicatives du modèle, supposées déterministes, et $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$, les coefficients du modèle. Ces derniers permettent de quantifier l'effet de chacune des variables explicatives sur la variable à expliquer. Par ailleurs, la relation (3.1) peut se réécrire sous la forme matricielle,

$$Y = X\beta + W \quad (3.2)$$

et dans ce cas,

$$Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \sim \mathcal{N}(X\beta, \sigma^2 I_n),$$

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & x_{1,2} & \dots & x_{1,p} \\ 1 & x_{2,1} & x_{2,2} & \dots & x_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n,1} & x_{n,2} & \dots & x_{n,p} \end{pmatrix}, \quad \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}, \quad W = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix}.$$

Les paramètres $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ peuvent être estimés à partir de la méthode des moindres carrés. Celle-ci consiste à déterminer les paramètres β_k , $k = 1, \dots, n$ tels que l'écart entre y_i et $\beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p}$ est minimal où y_i est une réalisation de la variable réponse Y_i . Mathématiquement, cela revient à minimiser la fonction

$$F(\beta) = \sum_{k=1}^n (y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p}))^2,$$

où $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$.

L'estimateur des moindres carrés de β s'écrit $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$; il est sans biais. Parmi les estimateurs linéaires sans biais de β , $\hat{\beta}$ est l'estimateur de variance minimale (théorème de Gauss-Markov).

Les modèles linéaires généralisés sont une extension de modèles linéaires gaussiens en ce sens qu'ils permettent de s'affranchir des certaines hypothèses, notamment :

- la normalité des réalisations de la variable à expliquer ;
- l'homoscédasticité des réalisations de la variable à expliquer ;
- la linéarité de la relation liant les variables explicatives à l'espérance de la variable à expliquer.

La forme générale d'une régression par un modèle linéaire généralisée est

$$g(\mathbb{E}[Y_i]) = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p} \quad (3.3)$$

Cette relation permet de mettre en évidence les différentes composantes d'un GLM :

- la loi de la variable à expliquer Y_i ;
- les variables explicatives $(x_{i,1}, \dots, x_{i,p})$ et les coefficients à estimer $(\beta_0, \dots, \beta_p)$;
- la fonction de lien g .

La loi de la variable à expliquer

Dans un modèle GLM, la loi de la variable à expliquer est supposée appartenir à la famille exponentielle.

Une variable aléatoire Y de fonction de densité f_Y est dite issue de la famille exponentielle si sa densité peut être mise sous la forme :

$$f_Y = f_Y(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ c(y, \phi) + \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} \right\} \quad (3.4)$$

Avec :

- $\theta \in \mathbb{R}$ appelé paramètre canonique de la famille exponentielle ;
- $\phi \in \mathbb{R}$ appelé paramètre de dispersion ;
- $a(\cdot), b(\cdot), c(\cdot) \in \mathbb{R}$ des fonctions déterministes connues et spécifiques au modèle considéré.

En outre, si Y appartient à la famille exponentielle, son espérance et sa variance s'écrivent respectivement

$$\mathbb{E}[Y] = b'(\theta) \quad (3.5a)$$

$$\mathbb{V}[Y] = a(\phi)b''(\theta) \quad (3.5b)$$

b' et b'' sont respectivement la dérivée première et la dérivée seconde de b .

Loi de Y	θ	$b(\theta)$	ϕ	$a(\phi)$	$c(y, \phi)$
Poisson $\mathcal{P}(\lambda)$	$\log(\lambda)$	$\exp(\theta)$	1	ϕ	$-\log(y!)$
Binomiale $\mathcal{B}(n, p)$	$\log(\frac{p}{1-p})$	$n \log(1 + \exp(\theta))$	1	$\frac{1}{p}$	$\log \binom{ny}{n}$
Normale $\mathcal{N}(m, \sigma^2)$	m	$\frac{\theta^2}{2}$	σ^2	ϕ	$\frac{1}{2} \left\{ \frac{y^2}{\sigma^2} + \log(2\pi\sigma^2) \right\}$
Gamma $\mathcal{G}(\mu, \alpha)$	$-\frac{1}{\mu}$	$\alpha \log(\alpha y) - \log(y) - \log(\Gamma(\alpha))$	$-\frac{1}{\mu}$	$-\log(-\theta)$	

TABLE 3.1 – Quelques exemples de loi de la famille exponentielle.

Les variables explicatives et les coefficients à estimer

Tout comme le modèle linéaire gaussien, le modèle linéaire généralisé fait intervenir une combinaison linéaire des variables explicatives avec des coefficients à estimer. Cependant, la méthode d'estimation des coefficients diffère d'un modèle à l'autre. En effet, dans le modèle linéaire gaussien, c'est la méthode des moindres carrés qui est généralement utilisée tandis que dans le GLM c'est la méthode du maximum de vraisemblance qui est utilisée pour estimer les coefficients et paramètres inconnus.

Si $y = (y_1, \dots, y_n)$ représente une réalisation de $Y = (Y_1, \dots, Y_n)'$, un vecteur de variables aléatoires indépendantes appartenant à la famille exponentielle, la vraisemblance de Y s'écrit

$$\mathcal{L}(y_1, \dots, y_n; \beta, \phi) = \prod_{k=1}^n f(y_k; \beta, \phi) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^n c(y_k, \phi) + \frac{y_k \theta_k - b(\theta_k)}{a(\phi)} \right\} \quad (3.6)$$

et sa log-vraisemblance

$$l(y_1, \dots, y_n; \beta, \phi) = \sum_{k=1}^n c(y_k, \phi) + \frac{y_k \theta_k - b(\theta_k)}{a(\phi)}, \quad (3.7)$$

avec $\theta_k = (b')^{-1}(\mu_k)$, $\mu_k = \mathbb{E}[Y_k] = g^{-1}(X'_k \beta)$; g désigne la fonction de lien.

On peut alors montrer que l'estimateur par maximum de vraisemblance $\hat{\beta}$ de β est solution de l'équation

$$X'D(Y - g^{-1}(X\beta)) = 0 \quad (3.8)$$

avec D la matrice diagonale dont les coefficients sont égaux à $\frac{1}{g'(\mu_k)b''(\theta_k)}$.

L'équation (3.8) permettant d'estimer $\hat{\beta}$ l'estimateur par maximum de vraisemblance de β se résoud généralement à l'aide de méthodes numériques.

La fonction de lien

C'est une fonction monotone, dérivable et inversible qui prend ses valeurs dans l'ensemble de définition de $\mathbb{E}(Y)$ et qui est à valeurs dans \mathbb{R} . Cette fonction permet de lier l'espérance de la variable à expliquer et les variables explicatives par une relation non nécessairement linéaire.

Pour une même loi, plusieurs fonctions de liens peuvent être utilisées. Néanmoins, il est plus convenable d'utiliser la fonction de lien canonique (telle que $\theta = X\beta$ ou encore $g(\mu(X)) = (b')^{-1}(\mu(X))^2$) car elle favorise, entre autre, la convergence de certains algorithmes utilisés pour calculer l'estimateur par maximum de vraisemblance.

2. $\mu(X) = \mathbb{E}[Y]$

Loi de Y	Fonction de lien canonique
Poisson	$x \mapsto g(x) = \log(x)$
Binomiale	$x \mapsto g(x) = \log\left(\frac{x}{1-x}\right)$
Normale	$x \mapsto g(x) = x$
Gamma	$x \mapsto g(x) = \frac{1}{x}$

TABLE 3.2 – Quelques exemples de fonction de lien.

3.1.2 Mesure de la qualité d'ajustement

La déviance

La déviance d'un modèle est égale à la quantité :

$$D = -2(l(y, \hat{\beta}_{est}) - l(y, \hat{\beta}_{sat})) \quad (3.9)$$

où $\hat{\beta}_{est}$ et $\hat{\beta}_{sat}$ désignent les estimateurs par maximum de vraisemblance respectivement du modèle estimé et du modèle saturé.

C'est la différence entre la log-vraisemblance de ce modèle et la log-vraisemblance d'un modèle dit «saturé». Le modèle saturé est celui où l'estimation se fait avec autant de paramètre que d'observations ; c'est celui pour lequel l'ajustement aux données est «parfait».

Par définition de la log-vraisemblance, plus sa valeur est élevée, plus l'ajustement du modèle est précis. Ainsi, la déviance telle que définie ci-dessus peut s'interpréter comme ceci : «plus la valeur de la déviance est faible, meilleur est l'ajustement du modèle aux données». La qualité d'un modèle sera d'autant meilleure que sa déviance est faible. Toutefois, la notion de déviance faible étant relative, il convient de définir une région critique pour les valeurs de D et mesurer ainsi leur significativité. Cela nécessite de connaître la loi de D .

*Théorème de Wilks*³

Si les hypothèses du modèle GLM sont vérifiées, alors

$$D \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{\mathcal{L}} \chi_{n-p}^2$$

avec p le nombre de paramètres à estimer.

Ainsi, pour mesurer la significativité de la déviance, il suffit de la comparer à un quantile d'une loi du χ^2 à $n - p$ degrés de liberté.

Le test du rapport de vraisemblance

Pour mesurer la significativité en terme de déviance de l'ajout de variables explicatives, le test du rapport de vraisemblance est utilisé. Il permet de comparer des modèles emboîtés.

3. Cours d'économétrie de l'assurance non-vie, Maud Thomas, ISUP

Le test du rapport de vraisemblance teste l'hypothèse $\mathcal{H}_0 : \beta_1 = 0, \dots, \beta_p = 0$ contre l'hypothèse $\mathcal{H}_1 : \exists k \in \{1, \dots, p\}, \beta_k \neq 0$. La statistique de test n'est autre que D définie en (3.9).

La déviance expliquée

La déviance expliquée est un indicateur analogue au R^2 utilisé en régression linéaire sauf qu'au lieu de mesurer la proportion de variance expliquée par le modèle, la déviance expliquée estime «le pourcentage de déviance maximale observée dans les données que le modèle est parvenu à expliquer»⁴. Elle se calcule comme suit :

$$\text{déviance expliquée} = 1 - \frac{\text{déviance du modèle estimé}}{\text{déviance du modèle nul}},$$

le modèle nul est le modèle sans variables explicatives.

La déviance expliquée est comprise entre 0 et 1 et des valeurs proches de 1 atteste d'un bon ajustement du modèle. Elle ne tient pas compte de la complexité du modèle et augmente ainsi avec le nombre de variables explicatives.

Les critères de vraisemblance pénalisée

Par critère de vraisemblance pénalisée, il faut comprendre des métriques basées sur la vraisemblance des modèles qui permettent de mesurer la qualité de leur ajustement aux données tout en pénalisant ceux avec beaucoup de paramètres. L'AIC (Aikake Information Criterion) et le BIC (Bayesian Information Criterion) sont des exemples de critères de vraisemblance pénalisée. Ils sont définis par :

$$\text{AIC} = -2 \log(L) + 2p$$

$$\text{BIC} = -2 \log(L) + 2p \times \log(n)$$

Avec :

- L , la vraisemblance du modèle ;
- p , le nombre de paramètres ;
- n , le nombre d'observations.

Le meilleur modèle est celui avec le plus petit AIC et BIC.

4. APPARICIO P., GELB J.(2023), *Méthodes quantitatives en sciences sociales : un grand bol d'R*, Institut national de la recherche scientifique, fabriqueREL, Licence CC BY-SA.

3.1.3 Mesure de la qualité de prédiction

La RMSE

La Root Mean Square Error (RMSE) se calcule ainsi :

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}.$$

Elle est exprimée dans la même unité que la variable à prédire et se traduit comme l'écart, en moyenne, entre la vraie valeur de la variable réponse et la valeur prédite par le modèle. Plus elle est grande, moins bonne est la prédiction du modèle.

3.2 Application d'un GLM à la tarification santé

En tarification santé, et plus généralement en tarification non vie, l'assureur souhaite déterminer la prime pure (ou le coût du risque) notée P (avant l'ajout des chargements et des taxes) pour couvrir la sinistralité future. Pour cela, les dépenses de santé des assurés sur une année sont estimées afin de définir le montant des prestations que devra verser l'assureur à ses assurés. Ce montant est appelé la charge de sinistres (S). L'objectif est alors de minimiser l'erreur entre la variable déterministe P et la variable aléatoire S . Cette erreur, appelée erreur quadratique moyenne, s'exprime de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{MSE}(P) &= \mathbb{E}[(S - P)^2] \\ &= \mathbb{E}[S^2 - 2SP + P^2] \\ &= \mathbb{E}[S^2] - 2P\mathbb{E}[S] + P^2 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Il en résulte donc :

$$\text{MSE}'(P) = 2(P - \mathbb{E}[S]) \text{ et } \text{MSE}''(P) = 2 > 0$$

Le minimum de l'erreur quadratique est ainsi atteint en :

$$P = \mathbb{E}[S]$$

Ainsi, la prime pure correspond à l'espérance de la charge de sinistre qui s'exprime par :

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

Où :

- N représente la variable aléatoire du nombre de sinistres sur l'année et est à valeurs dans \mathbb{N} ;

- $X_i, i \in \mathbb{N}$, le coût aléatoire du sinistre i .

De cette définition de la charge de sinistres, la prime pure peut donc s'exprimer par :

$$\begin{aligned} P &= \mathbb{E}\left[\sum_{i=1}^N X_i\right] \\ &= \mathbb{E}\left[\mathbb{E}\left[\sum_{i=1}^N X_i \mid N\right]\right] \end{aligned} \quad (3.11)$$

Le modèle de tarification « Coût X Fréquence » nécessitant des hypothèses fortes pour modéliser la fréquence séparément des coûts, il est supposé que :

- Pour tout i , les variables X_i et N sont indépendantes. Autrement dit, le coût d'un sinistre est indépendant du nombre de sinistres ;
- $(X_i)_{i \in \mathbb{N}}$, est une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées.

En pratique, l'indépendance entre les coûts et le nombre de sinistres n'est pas toujours vérifiée. Par exemple, un acte en santé dont le remboursement annuel est plafonné à 100 € sera moins consommé qu'un acte dont le remboursement est de 300 € par an.

Sous ces hypothèses, et d'après la formule de Wald, l'égalité suivante résulte de l'équation (3.11) après quelques calculs :

$$P = \mathbb{E}[N] * \mathbb{E}[X_1] \quad (3.12)$$

Dans une approche déterministe, cette expression de la prime pure peut être approchée par la relation suivante :

$$P = \frac{\text{Nombre de sinistres}}{\text{exposition}} * \frac{\text{Coût total des sinistres}}{\text{Nombre de sinistres}}$$

Par ailleurs, l'approche stochastique nécessite de faire des hypothèses de loi pour estimer les grandeurs de l'équation (3.12) par des modèles tels que les GLM. Cependant, pour certaines lois présentées ci-dessous, la présence de valeurs extrêmes ou la présence importante d'assurés sans sinistre dans un portefeuille peut être à l'origine d'une surdispersion respectivement d'une sous-dispersion de la variable nombre de sinistres N . Ces cas de figure peuvent altérer la qualité des tests statistiques réalisés notamment les tests de significativité des coefficients du modèle.

En introduisant Y une variable aléatoire discrète binaire qui prend la valeur 1 quand l'assuré a eu recours aux soins de santé et 0 sinon, il en découle que :

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[N] &= \mathbb{E}[\mathbb{E}[N|Y]] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1] + \mathbb{E}[N|Y = 0] * \mathbb{P}[Y = 0] \\ &= \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{P}[Y = 1] \end{aligned} \quad (3.13)$$

avec

$$Y(w) = \begin{cases} 1 & \text{avec } P(Y = 1) \text{ la probabilité d'avoir au moins un sinistre,} \\ 0 & \text{avec } P(Y = 0) \text{ la probabilité de n'avoir aucun sinistre.} \end{cases}$$

En remplaçant (3.13) dans (3.12), l'expression suivante est déduite :

$$P = \mathbb{P}[Y = 1] * \mathbb{E}[N|Y = 1] * \mathbb{E}[X_1] \quad (3.14)$$

Les grandeurs $\mathbb{E}[N|Y = 1]$ (espérance du nombre de sinistres sachant que l'assuré a été sinistré, i.e prise en compte uniquement des assurés sinistrés) et $\mathbb{E}[X_1]$ (espérance du coût du sinistre X_1) sont estimées par les GLM. Dans la suite, pour tenir compte du conditionnement $\mathbb{E}[N|Y = 1]$, le modèle GLM utilisé pour estimer le nombre de sinistres est implémenté uniquement sur la populations des assurés qui ont consommés des actes en santé.

Dans cette étude, la grandeur $\mathbb{P}[Y = 1]$ est approximée par des ratios observés sur les données du portefeuille. Cette grandeur peut aussi être approximée par des modèles tels que le modèle logistique. L'approche simpliste étant retenue.

Les deux prochaines sections présentent les lois utilisées pour modéliser les deux espérances de l'équation (3.14) par les GLM.

3.2.1 Lois du nombre de sinistres

La variable aléatoire représentant le nombre de sinistres est à valeurs dans \mathbb{N} ; ainsi, pour modéliser le nombre de sinistres, il faut utiliser des lois discrètes. En tarification non vie l'une des lois les plus utilisées pour modéliser un nombre de sinistres est la loi de Poisson. Cette loi repose sur l'hypothèse forte d'équidispersion du portefeuille. Lorsque ce dernier n'est pas équidispersé, d'autres alternatives courantes comme la loi binomiale ou un modèle «à inflation de zéros» sont utilisées.

La loi de Poisson

La variable réponse Y définie sur \mathbb{N} suit une loi de Poisson de paramètre $\lambda_i > 0$ conditionnellement aux variables explicatives, si pour tout $y_i \in \mathbb{N}$:

$$P(Y_i = y_i | X_i) = \frac{\lambda_i^{y_i}}{y_i!} e^{-\lambda_i},$$

Avec : $X_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,p})$

L'espérance et la variance de Y_i sont égales :

$$\mathbb{E}[Y_i | X_i] = \mathbb{V}[Y_i | X_i] = \lambda_i.$$

La fonction de lien canonique pour la loi de Poisson étant la fonction log, la régression de Poisson s'écrit

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_p x_{i,p}. \quad (3.15)$$

L'égalité entre l'espérance et la variance traduit le phénomène d'équidispersion. L'équidispersion se définit comme «l'homogénéité du portefeuille par rapport au risque»⁵. Dans la réalité, cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée. En particulier, la présence excessive d'assurés sans sinistre ou la présence de quelques valeurs extrêmes peuvent être à l'origine d'une sur-dispersion/ sous-dispersion de la variable à expliquer. Cela peut altérer la qualité des tests statistiques réalisés notamment les tests de significativité des coefficients du modèle.

Des lois de comptage alternatives sont utilisées afin de tenir compte du phénomène de sur-dispersion.

La loi binomiale négative

Une loi binomiale négative peut être obtenue à partir du mélange d'une loi de Poisson et d'une loi Gamma (*cf. chap 3.2.2*). Soit $\Theta \sim \mathcal{G}(1, \alpha)$; alors, conditionnellement à $\Theta = \theta$ $Y_i \sim \mathcal{P}(\theta\lambda_i)$.

La fonction de masse de Y_i conditionnellement à X_i est

$$P(Y_i = y_i | X_i) = \frac{\Gamma(y_i + \nu)}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\nu)} \left(\frac{\nu}{\nu + \lambda_i} \right)^\nu \left(\frac{\lambda_i}{\nu + \lambda_i} \right)^{y_i}.$$

L'espérance et la variance de Y_i sont égales à

$$\mathbb{E}[Y_i | X_i] = \lambda_i$$

$$\mathbb{V}[Y_i | X_i] = \lambda_i(1 + \alpha\lambda_i).$$

Lorsque $\alpha \neq 0$, $\nu = \frac{1}{\alpha}$ et dans ce cas l'espérance et la variance sont différentes. Lorsque $\alpha = 0$, le modèle obtenu n'est autre que le modèle de Poisson. α est un paramètre permettant d'intégrer la dispersion des données.

Les modèles à inflation de zéros

Leur utilisation est courante en cas de sur-dispersion due à une abondance de valeurs nulles. Ils fonctionnent de la manière suivante :

- la variable à expliquer Y_i est le produit de deux variables : $Y_i = B_i Y'_i$;
- B_i est une variable binaire. Pour un assuré i , B_i estime la probabilité que $y_i = 0$. Cette probabilité est généralement estimée à l'aide d'une régression logistique.
- Pour les assurés ayant eu un sinistre ($b_i = 1$), la variable Y'_i modélise le nombre de sinistres par une loi de comptage (loi de Poisson (Zero-inflated Poisson : ZIP) ou loi binomiale négative (Zero-inflated Negative Binomial : ZINB))

Lorsque la variable de comptage Y'_i suit une loi de Poisson (modèle ZIP), la densité de la distribution Y_i est

$$P(Y_i = 0 | X_i) = q_i + (1 - q_i)e^{-\lambda_i} \quad (3.16a)$$

5. VASECHKO O., GRUN-REHOMME M., BENLAGHA N., Modélisation de la fréquence des sinistres en assurance automobile, *Bulletin français d'actuariat*, Vol.9, n°18, juillet-décembre 2009, pp 41-63

$$P(Y_i = y_i | X_i) = (1 - q_i) e^{-\lambda_i} \frac{\lambda_i^{y_i}}{y_i!} \quad (3.16b)$$

Avec q_i la probabilité que $B_i = 0$, λ_i le paramètre de la loi de Poisson et $y_i > 0$.

En utilisant les mêmes notations, la densité de la distribution Y_i s'écrit, pour un modèle ZINB

$$P(Y_i = y_i | X_i) = q_i(1 - \min(y_i, 1)) + (1 - q_i) \frac{\Gamma(y_i + \nu)}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\nu)} \left(\frac{\nu}{\nu + \lambda_i}\right)^\nu \left(\frac{\lambda_i}{\nu + \lambda_i}\right)^{y_i} \quad (3.17)$$

Test de Vuong

Ce test permet de comparer un modèle à inflation de zéro au modèle de comptage «standard» lui correspondant afin d'identifier celui qui est le mieux adapté (par exemple, comparer un modèle ZIP à un modèle de Poisson standard). Les hypothèses formulées pour ce test sont

$$\mathcal{H}_0 : \mathbb{E}[m_i] = 0 \text{ contre } \mathcal{H}_1 : \mathbb{E}[m_i] \neq 0,$$

avec $m_i = \log\left(\frac{f_1(y_i)}{f_2(y_i)}\right)$; f_1 la densité du modèle à inflation de zéros, f_2 celle du modèle standard.

Le test de Vuong s'interprète de la manière suivante :

- si la valeur de la statistique du test est positive et élevée alors le modèle à inflation de zéros est le meilleur ;
- si la valeur de la statistique du test est significativement négative (par rapport à un seuil défini à priori), alors c'est le modèle standard qui est retenu ;
- si en valeur absolue, la statistique du test est inférieure à la valeur critique associée au seuil de confiance, le test ne préfère aucun modèle.

3.2.2 Lois du coût moyen des sinistres

La modélisation du coût moyen exige l'utilisation de lois continues sur \mathbb{R}_+^* . En actuariat, la loi Gamma et la loi log-normale sont les lois classiquement utilisées.

La loi Gamma

Une variable aléatoire X à valeurs dans \mathbb{R}^+ suit une loi gamma $\mathcal{G}(\alpha, \lambda)$, $\alpha, \lambda > 0$ si sa fonction de densité est donnée par

$$f_X(x) = \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} e^{-\lambda x} x^{\alpha-1}.$$

Son espérance et sa variance valent

$$\mathbb{E}[X] = \frac{\alpha}{\lambda}$$

$$\mathbb{V}[X] = \frac{\alpha^2}{\lambda^2} = \frac{\mathbb{E}[X]^2}{\lambda}.$$

L'expression de la variance en fonction de l'espérance met en évidence l'hétéroscédasticité du modèle Gamma.

La loi Gamma est particulièrement appréciée pour modéliser la sévérité des sinistres car, en fonction des valeurs de ses paramètres, elle peut prendre plusieurs formes. La fonction de lien canonique du modèle GLM gamma est la fonction inverse. Toutefois, la fonction log est privilégiée puisqu'elle permet d'avoir un modèle multiplicatif⁶.

La loi log-normale

X une variable aléatoire réelle et positive suit d'une loi log-normale $\mathcal{LN}(\mu, \sigma^2)$ lorsque sa densité est

$$f_X(x) = \frac{1}{x} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma}\right)^2\right\}$$

L'espérance et la variance d'une loi log-normale sont données par

$$\mathbb{E}[X] = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

$$\mathbb{V}[X] = e^{2\mu + \sigma^2}(e^{\sigma^2} - 1).$$

La fonction de lien est la fonction log.

6. Cours d'application sur R en tarification non-vie, Romain Lailly, EURIA, p23

Chapitre 4

Présentation et analyse des données

Ce chapitre présente les bases de données utilisées ainsi que les retraitements nécessaires à l'implémentation du modèle.

Les données fournies sont celles d'une mutuelle pour un contrat facultatif d'assurance santé couvrant une partie des agents, des retraités et des ayants droit d'un ministère qui ne sera pas cité (pour des besoins de confidentialité). Cette mutuelle sera dénommée par la suite *Assuréta*. Ce chapitre se décompose en trois sections. Les deux premières sont consacrées à présenter respectivement la base de données relative à la population et celle relative aux prestations. La dernière section présente une étude démographique de la population couverte par *Assuréta* ainsi qu'une étude de sa consommation en frais de santé.

4.1 Présentation de la base de données «Population»

Cette base de données reprend toutes les caractéristiques propres aux adhérents et bénéficiaires de *Assuréta*. Elle est constituée de 243 692 lignes et 27 colonnes. Les lignes correspondent à la population assurée par *Assuréta* de 2018 à 2022. Cependant, pour les besoins de cette étude, seules les personnes couvertes en 2022 seront prises en considération. En effet, la réforme «100% santé» entrée en vigueur en 2019, a modifié la consommation des personnes assurées en 2018, 2019 et 2020. De même, entre 2020 et 2021, la Covid-19 a impacté le rythme de consommation de la population. Ainsi, après le retrait des lignes se rapportant aux assurés présents avant 2022, il reste 202 977 lignes. Le nombre de colonnes a également été réduit car certaines colonnes étaient redondantes.

Les colonnes retenues correspondent aux éléments suivants :

Variables	Description
POP_MATRICULE	le matricule de l'assuré
PRVPRO_PRODUIIT	le nom du produit
CTR_ID_FNC_CONTRAT	l'identifiant du contrat
PRVPRO_DATE_DEBUT_EFFET	la date de début de couverture
PRVPRO_DATE_FIN_EFFET	la date de fin de couverture
Genre	le sexe de l'assuré
Type	le type d'assuré (Assuré, Enfant, Conjoint...)
POP_PP_DATE_NAISSANCE	la date de naissance
POP_STATUT_PROF	la catégorie professionnelle de l'assuré
POP_STATUT_FAM	le statut familial de l'assuré
POP_DATE_DECES	la date de décès de l'assuré
POP_DATE_RETRAITE	la date de départ à la retraite de l'assuré

FIGURE 4.1 – Liste des variables de la base de données «Population»

Deux nouvelles variables ont été rajoutées car jugées essentielles. Il s'agit de :

- Age : l'âge entier de chaque assuré ;
- EXPO2022 : l'exposition de chaque assuré en 2022.

La base de données «Population» a subi d'autres retraitements, afin de rendre les données exploitables.

Anomalies et retraitements

Des tests de cohérence ont été réalisés sur la base de données «Population» afin de relever, le cas échéant, les différentes anomalies et de les corriger au mieux.

a. Valeurs manquantes

Les valeurs manquantes étaient au nombre de 59 949, dont la quasi-totalité (99%) était contenue dans une seule colonne. Cette colonne représentait une fonction professionnelle avec une granularité non nécessaire à l'étude, justifiant sa suppression.

b. Cohérence des âges

Deux types d'anomalies ont été détectées sur les âges : les âges négatifs et les âges extrêmes (> 105 ans). Ces anomalies concernent en tout 174 lignes. Les lignes où l'âge est négatif ont été supprimées.

c. Doublons

Par doublon, il faut entendre une ligne où, hormis les autres colonnes, le matricule de l'assuré et le nom du produit se répètent. Pour les assurés dont le comptage est double, l'exposition a été calculée en additionnant les expositions qui figurent sur chacune des lignes où ces assurés apparaissent, sans que cette somme n'excède 1.

Anomalies	Retraitement effectué	Nombre de lignes concernées
Présence de valeurs manquantes	Suppression des lignes concernées	59 949
Âges négatifs	Remplacement par l'âge moyen par garanties	6
Âges aberrants (>105)	Aucun	168
Doublons	Suppression des lignes concernées	12 547

FIGURE 4.2 – Anomalies détectées dans la base de données «Population»

Après retraitements, la base de données contient 190 430 lignes.

Enfin, certaines variables («Type» et «POP_STATUT_PROF») ont été modifiées afin de répondre aux dénominations de la réglementation. En effet, «Type» pouvait prendre les valeurs Assuré, Enfant, Conjoint, Concubin(e) et Ayant droit et la réglementation ne considère qu'Assuré, Enfant et Conjoint. Concubin(e) a été reclassé dans la catégorie Conjoint et Ayant droit a été reclassé selon l'âge dans Conjoint ou Enfant.

4.2 Présentation des bases de données «Prestation»

Outre les caractéristiques propres aux personnes couvertes, qui sont renseignées dans la base de données «Population», les informations relatives à la consommation de celles-ci sont consignées dans une base de données relatives à la consommation de 2022. Elle comprend 16 colonnes, 11 826 666 lignes et les variables suivantes :

Variables	Description
PRE_ID_LIGNE_DECOMPTE	l'identifiant de la ligne de décompte
PRE_MATRICULE	l'identifiant du bénéficiaire
PRE_DATE_SOINS	la date de soins au format jj/mm/aaaa
PRE_DATE_EMISSION	la date du paiement de la première émission connue pour le décompte, au format jj/mm/aaaa
PRE_FORMULE	le nom du produit
PRE_CODE_ACTE_SS	le code « sécurité sociale » de l'acte
PRE_CODE_ACTE_AIA	le code « mutuelle » de l'acte
CODE_ACTE_AIA	l'intitulé de l'acte
PRE_SPECIALITE_EXECUTANT	la spécialité de l'exécutant
PRE_CAS	indique si l'exécutant est adhérent CAS ou non
PRE_MNT_DEPENSE_ENGAGEE	le montant de frais réels
PRE_MNT_BRSS	la base de remboursement de la sécu
PRE_MNT_SECU	la somme remboursée par l'assurance maladie
PRE_MNT_MUTUELLE	la somme remboursée par la complémentaire
PRE_QUANTITE_ACTE	le nombre d'actes

FIGURE 4.3 – Liste des variables de la base de données «Prestation»

Anomalies et retraitements

a. Valeurs manquantes

Tout comme pour la base de données «Population», la première vérification effectuée a consisté à détecter la présence de valeurs manquantes dans les données ; il n'y en a pas. Ensuite, l'analyse s'est portée sur la cohérence des variables figurant dans la base de données.

b. Remboursement de personnes non assurées

Un croisement entre les bases de données «Population» et «Prestation» a été réalisé afin de mettre en évidence les individus pour lesquels des prestations ont été payées alors qu'ils ne figurent pas dans la liste des personnes assurées. Il ressort que 2913 lignes de «Prestation» concernent un remboursement à des personnes non assurées ; cela représente 375 personnes.

c. Montants négatifs

Cette anomalie ne concerne que 2 lignes et est sûrement due à une régularisation de la part de la mutuelle. Les lignes concernées ont été supprimées.

d. Remboursements supérieurs aux frais réels

1804 lignes de «Prestation» sont touchées par cette anomalie. Elles ont été supprimées car les remboursements payés par la couverture maladie (obligatoire et complémentaire) ne peuvent excéder la dépense engagée par l'assuré.

e. Base de remboursement incorrecte

L'une des principales corrections apportées a concerné la base de remboursement de la Sécurité sociale (BRSS). La valeur de la BRSS qui apparaissait sur certaines lignes était différente du calcul Remboursement Sécu/Taux Sécu¹. La solution trouvée a donc été de remplacer, pour toutes ces lignes, la valeur de la BRSS par Remboursement Sécu/Taux Sécu.

f. Contrats non responsables

Il a été vérifié s'il y a des contrats pour lesquels la mutuelle ne rembourse pas, à minima, le ticket modérateur lorsque, pour ces contrats il y a un remboursement non nul de la Sécurité sociale². Pour ces contrats, le remboursement de la mutuelle a été remplacé par BRSS-Remboursement Sécu.

1. Sécu : Sécurité sociale

2. Contrat responsable

Les tests de cohérence menés sont résumés dans le tableau ci-après.

Anomalies	Retraitement effectué	Nombre de lignes concernées
Présence de valeurs manquantes	Suppression des lignes concernées	0
Remboursement de personnes non assurées	Suppression des lignes concernées	2 913
Remboursement de personnes décédées	Suppression des lignes concernées	0
Frais réels négatifs	Suppression des lignes concernées	2
Remboursement Sécurité sociale négatif	Suppression des lignes concernées	1
Remboursement mutuelle négatif	Suppression des lignes concernées	2
Frais réels inférieurs à remboursement SS+ mutuelle	Suppression des lignes concernées	1 804
BRSS incorrecte	Remplacement de la valeur erronée par Remboursement Sécu/ Taux Sécu	111 565
Contrat non responsable	Remplacement de la valeur erronée par BRSS-Remboursement mutuelle	744 363

FIGURE 4.4 – Liste des vérifications effectuées dans la base de données «Prestation»

Fusion des deux bases de données

Les bases des données «Population» et «Prestation» ont été regroupées en une seule afin d'exploiter conjointement les informations qui s'y trouvent. Toutes les variables superflues ont été supprimées afin de ne garder que celles utilisées pour la modélisation. Deux nouvelles variables ont aussi été rajoutées. Il s'agit de la variable «Classe_age3» qui regroupe les assurés en classes d'âge et «MP1» qui permet de lier les assurés bénéficiaires aux assurés principaux. «MP1» prend les modalités «Actif» et «Retraité». La création de «MP1» est motivée par le fait qu'avec la réforme de la PSC, les cotisations des conjoints d'actifs sont différentes de celles des conjoints de retraités. Les lignes n'ayant pas pu être rattachées à un assuré principal ont été supprimées.

4.3 Description du portefeuille

4.3.1 La démographie du portefeuille

L'âge

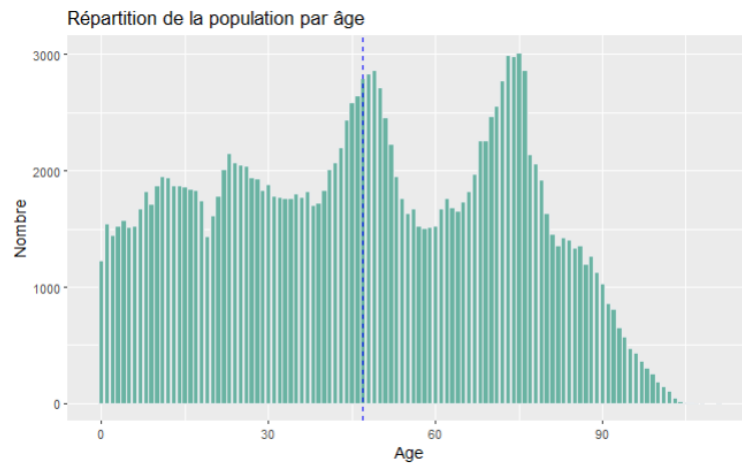


FIGURE 4.5 – Répartition de la population par âge

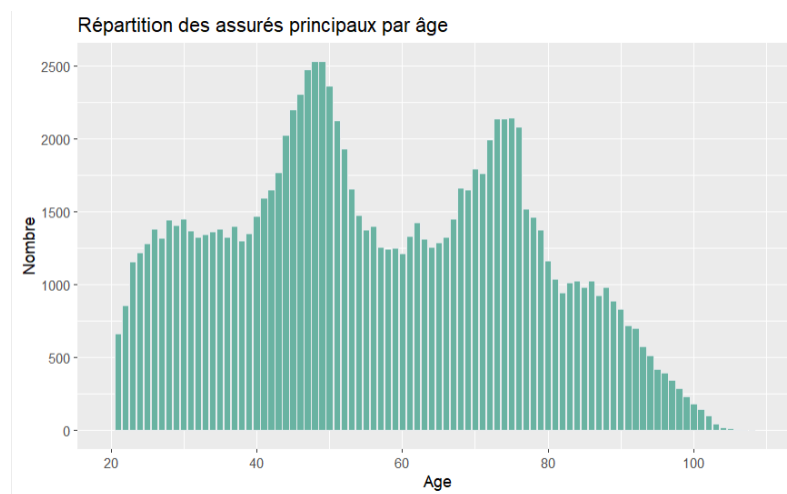


FIGURE 4.6 – Répartition des assurés principaux par âge

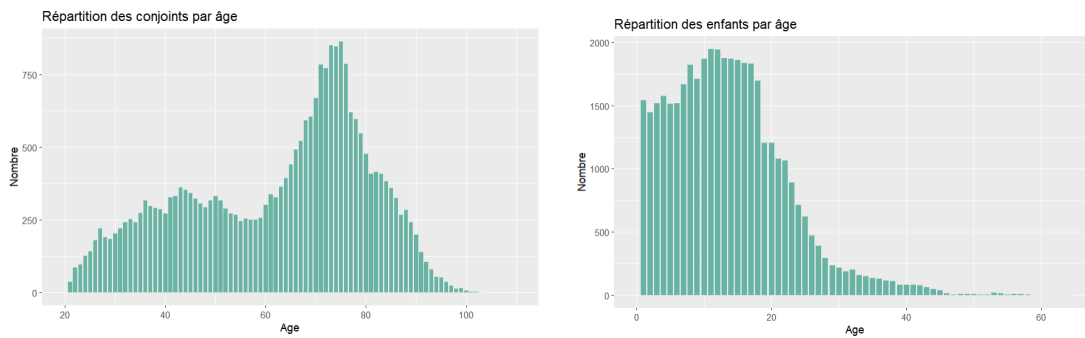


FIGURE 4.7 – Répartition des ayants droit par âge

La représentation de l'effectif en fonction de l'âge montre que la population assurée chez *Assuréta* est d'un âge assez élevé. Les âges moyen et médian sont respectivement 46 et 47 ans.

Entre 0 et 30 ans les assurés sont en nombre assez homogène dépassant 1500 pour la plupart des âges de cette tranche. Chez les enfants, à partir de 21 ans, l'effectif est en baisse. Cette baisse vient du fait qu'à partir de cet âge, les enfants sont de moins en moins rattachés à la complémentaire de leurs parents. Le nombre d'enfants au-delà de cet âge correspond à ceux continuant leurs études, couverts jusqu'à 25 ans, ou aux enfants handicapés.

Chez les assurés principaux, les âges modaux sont ceux autour de 45 ans. Par ailleurs, les assurés entre 70 et 75 ans sont eux aussi en nombres élevés. Les conjoints sont quant à eux plus représentés entre 70 et 75 ans. Ces constats se transposent facilement à la population générale puisque les grands effectifs sont observés entre 45 et 50 ans et entre 70 et 75 ans.

Le sexe

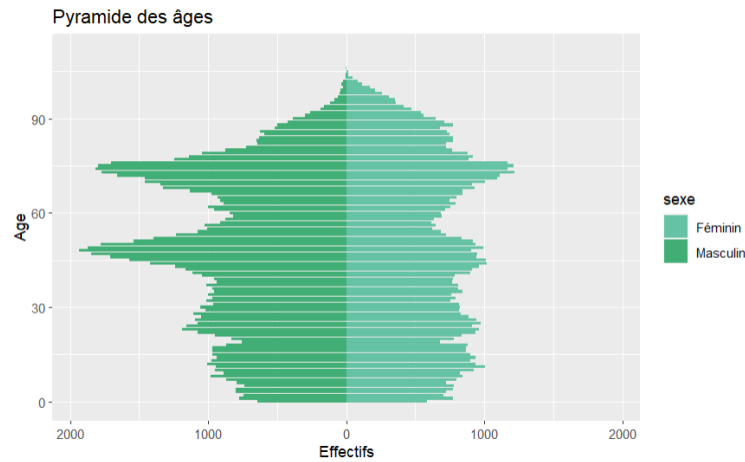
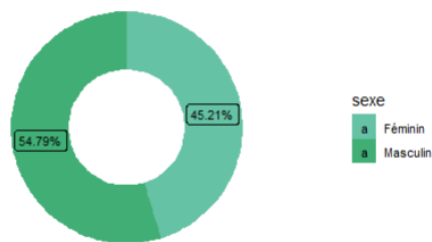


FIGURE 4.8 – Pyramide des âges

Répartition de la population par sexe



Répartition des assurés principaux par sexe

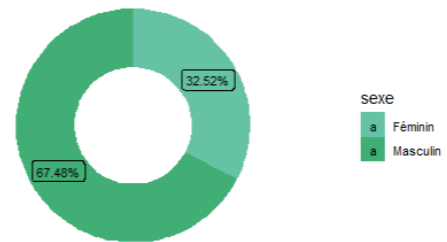
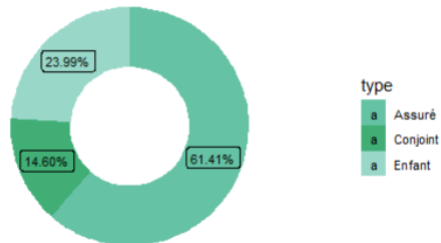


FIGURE 4.9 – Répartition de la population par sexe

En prenant en considération les assurés principaux uniquement, le sexe est majoritairement masculin. Cette sur-représentation des hommes par rapport aux femmes est due à la nature du métier exercé par les assurés principaux. Cela peut aussi expliquer la répartition quasi paritaire au niveau de la population globale, puisque la majorité des conjoints sont des femmes.

Le type d'assuré et le statut professionnel

Répartition de la population par type de bénéficiaire



Répartition de la population par statut professionnel

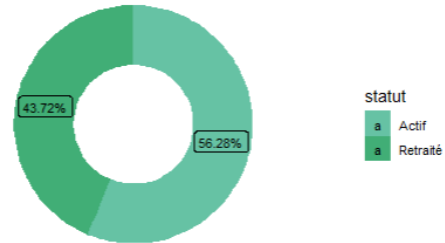
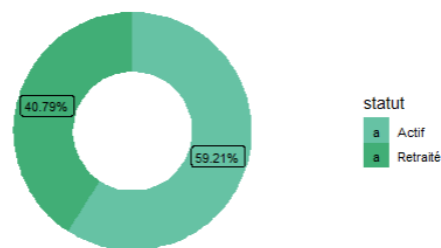


FIGURE 4.10 – Répartition de la population par type d'assuré et par statut professionnel

Répartition des assurés principaux par statut professionnel



Répartition des conjoints par statut professionnel

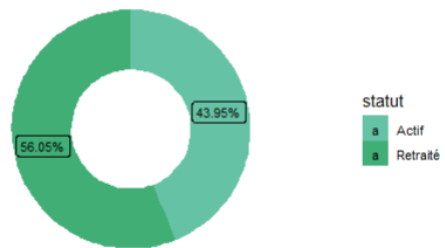


FIGURE 4.11 – Répartition des assurés principaux et des conjoints par statut professionnel

Répartition des bénéficiaires chez les assurés principaux actifs

Répartition des bénéficiaires chez les assurés principaux retraités

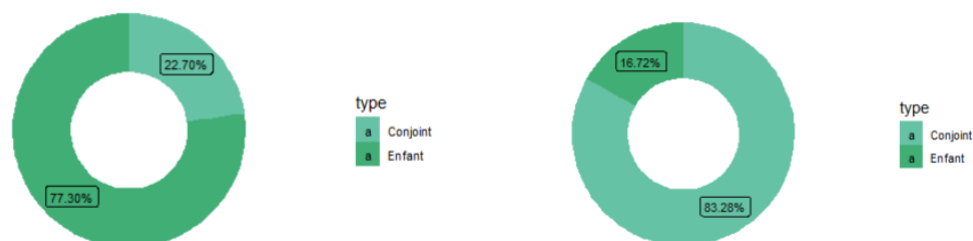


FIGURE 4.12 – Répartition des bénéficiaires chez les assurés principaux actifs et chez les assurés principaux retraités

La population couverte est constituée au deux tiers par des assurés principaux. Du point de vue du statut professionnel, les actifs représentent une proportion 56,28% des personnes couvertes contre 43,72% de retraités. Alors qu'un même constat est fait en analysant la répartition des assurés principaux selon le statut professionnel, c'est le contraire qui est observé chez les conjoints pour lesquels 56% sont retraités. Aussi, l'essentiel des bénéficiaires des assurés principaux actifs sont leurs enfants. Ils représentent 77% des bénéficiaires des assurés principaux actifs. En revanche, chez les assurés principaux retraités, la plupart des bénéficiaires sont des conjoints.

La majorité de bénéficiaires «enfant» des assurés principaux vient du fait que ces derniers ont encore leurs enfants à charge, contrairement aux retraités.

L'adhésion aux produits de la mutuelle

Le produit B est le produit le plus populaire avec plus de 80 000 souscriptions, suivi par le produit A et le produit C. B est un produit d'entrée de gamme ; A et C sont respectivement des produits milieu et haut de gamme, et D est un produit à destination des enfants.

Par ailleurs, la représentation de l'adhésion par statut professionnel révèle un nombre faible de retraités sur le produit C. Ceci s'explique par le fait que les personnes retraités disposent de revenus plus faibles que les actifs.

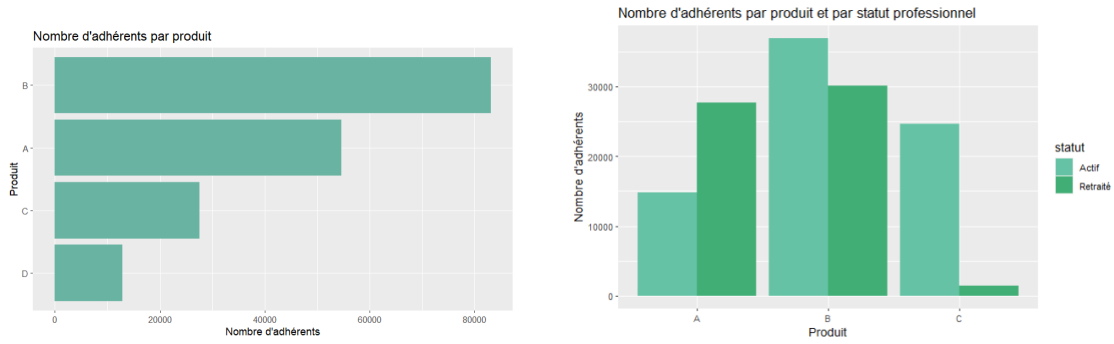


FIGURE 4.13 – Adhésion de la population aux produits

4.3.2 Analyse de la sinistralité

Sinistres par grands postes

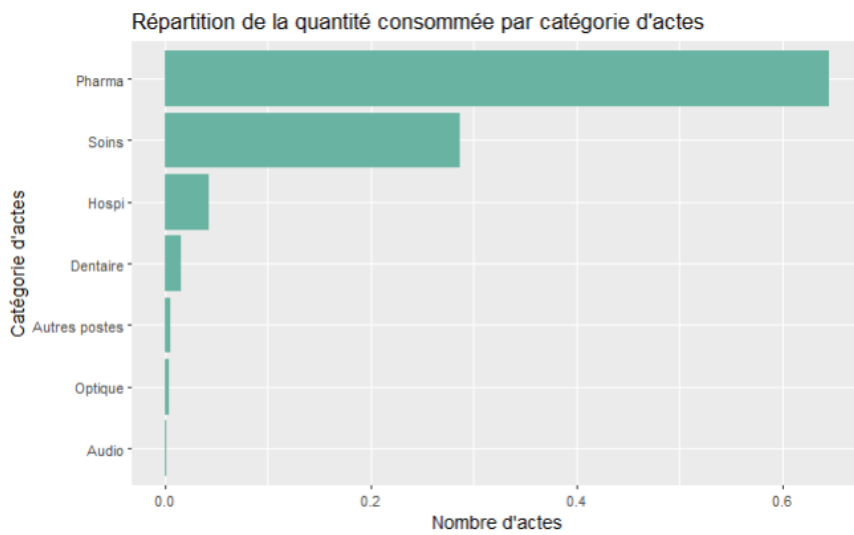


FIGURE 4.14 – Quantité consommée par catégorie d'actes (en pourcentage)

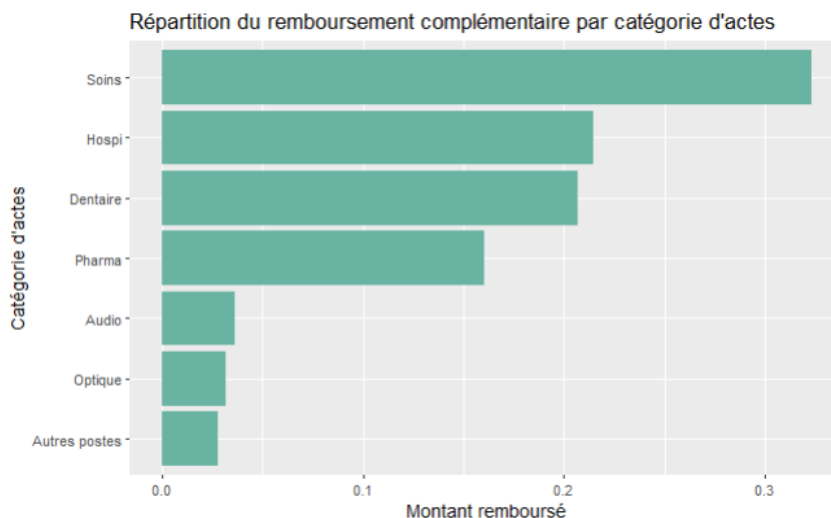


FIGURE 4.15 – Remboursement de la complémentaire par catégorie d’actes (en pourcentage)

En tête du classement du nombre d’actes par grand poste se trouve le poste pharmacie qui représente plus de 60% des actes consommés. À l’opposé, le poste optique et le poste audio sont les moins consommés en nombre d’actes. À eux deux, ils représentent seulement 1% du nombre total des sinistres.

La faible représentation du poste optique peut être due au fait que le remboursement des équipements en optique est limité à un équipement tous les deux ans. Il y a très peu de consommation en audio car ce poste renferme très peu de lignes de soin, contrairement aux autres postes.

Par ailleurs, l’analyse de la répartition des grands postes en terme de montant révèle que le poste le plus coûteux pour la mutuelle est le poste soins (courants). Le poste pharmacie, lui, ne se retrouve qu’à la quatrième position.

Étude de la consommation selon l'âge et le sexe

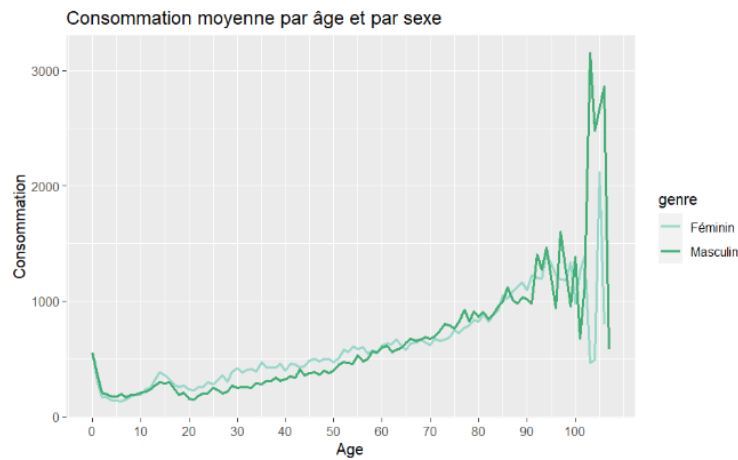


FIGURE 4.16 – Consommation moyenne par âge et par sexe

La consommation moyenne présentée sur la figure 4.16 est fonction de l'âge et du sexe des personnes couvertes en 2022. Cette consommation croît avec l'âge et peut être découpée en 3 blocs : moins de 20 ans, 20-55 ans et plus de 55 ans.

- *Entre 0 et 20 ans* : la consommation est quasi-identique pour les deux sexes. Chez les nouveaux-nés un pic de consommation est observé. À partir de 10 ans, la consommation augmente avec les frais d'orthodontie à l'adolescence.
- *Entre 20 et 55 ans* : les femmes consomment plus que les hommes en raison des soins gynécologiques et des frais de maternité. À la fin de la cinquantaine, l'écart se ressert.
- *Pour les plus de 55 ans* : la consommation atteint ses niveaux les plus élevés tant chez les hommes que chez les femmes.

Une étude de la consommation moyenne par grand poste permet de mieux comprendre les éléments relevés dans l'étude globale. Dans chaque grand poste, la consommation croît avec l'âge. Toutefois, chacun présente des spécificités.

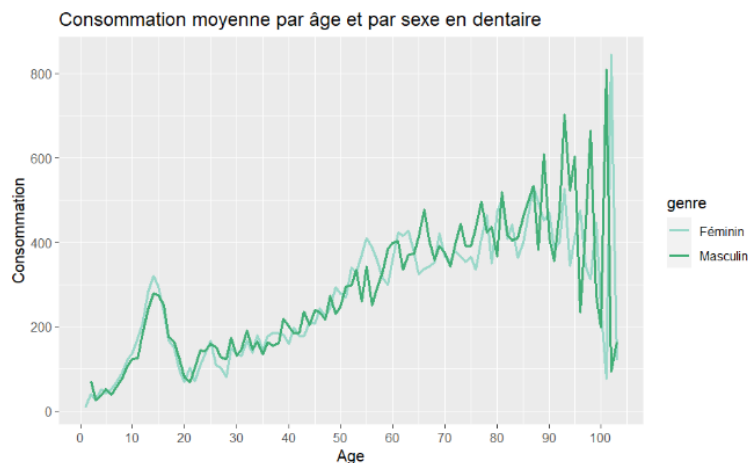


FIGURE 4.17 – Consommation moyenne par âge et par sexe en dentaire

En dentaire, la consommation ne se distingue pas selon le sexe. Selon l'âge en revanche, à partir de 5 ans, la consommation augmente pour atteindre un pic entre 15 et 16 ans. Ceci trouve sa cause dans les dépenses en orthodontie, fréquentes chez les adolescents. En effet, les frais d'orthodontie sont remboursés par la Sécurité sociale lorsque le traitement a débuté avant le 16^e anniversaire. À partir de 20 ans, la consommation évolue avec l'âge, tout comme les besoins en soins dentaires.

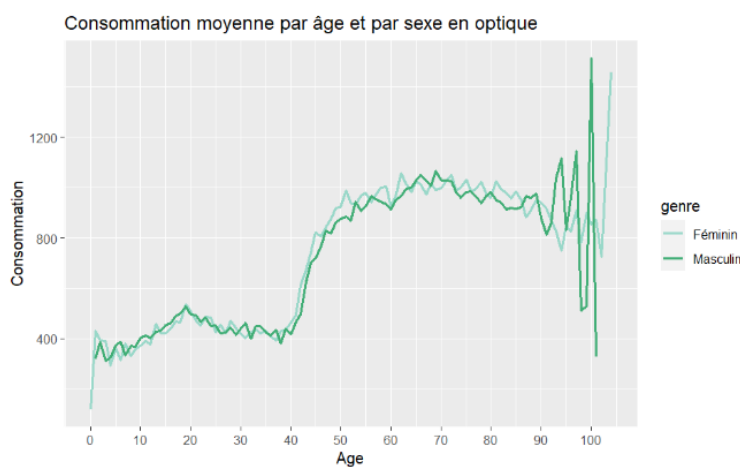


FIGURE 4.18 – Consommation moyenne par âge et par sexe en optique

La consommation moyenne en optique est quasi constante jusqu'à 40 ans. À partir de cet âge, le remboursement des dépenses en optique connaît une forte augmentation. Une raison à cela est l'apparition de la presbytie. En effet, à partir de 40 ans, il est fréquent d'être presbyte et le traitement de cette affection requiert l'utilisation de verres progressifs pour ceux qui ont également besoin d'une autre correction.

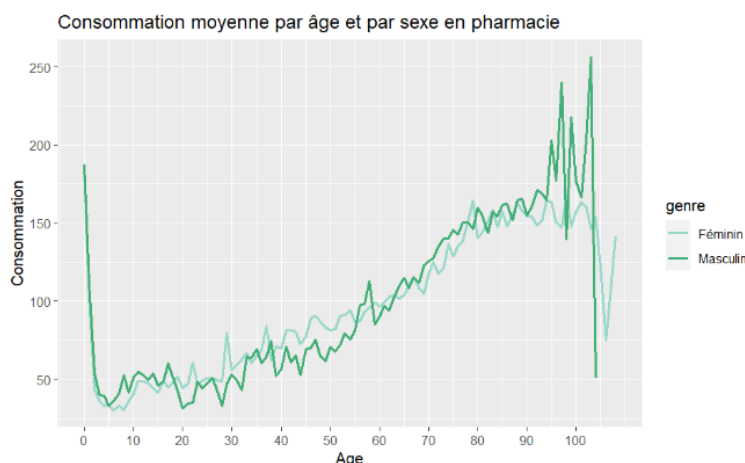


FIGURE 4.19 – Consommation moyenne par âge et par sexe en pharmacie

La consommation en pharmacie évolue avec l'âge, mais elle est plus importante chez les nouveaux-nés qu'à tout autre âge de l'enfance ou de l'adolescence. Après 30 ans, la consommation augmente progressivement avec l'âge et s'accélère dès 50 ans. En effet, certaines maladies (diabète, hypertension, ...) sont plus fréquentes à partir de cet âge.

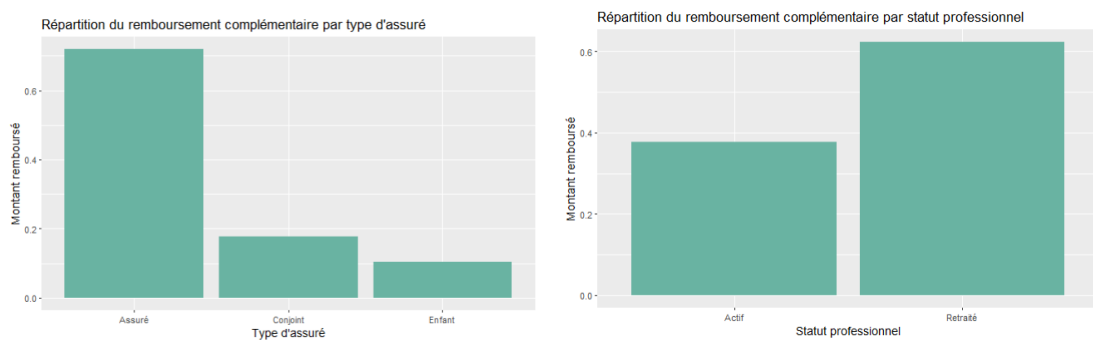


FIGURE 4.20 – Répartition du remboursement complémentaire par type d'assuré et par statut professionnel

Pour les assurés principaux comme pour les conjoints, l'adhésion à la complémentaire est facultative. Si une personne choisit d'adhérer au contrat, c'est qu'elle en ressent le besoin, pour elle-même ou pour une personne tierce. Par ailleurs, le fait qu'il y ait plus d'assurés principaux que de conjoints au sein de la population explique l'écart de consommation entre ces deux groupes.

Comme il a été vu plus haut, les retraités sont quasiment aussi nombreux que les actifs. De plus, les besoins en santé évoluent avec l'âge et la consommation est plus élevée pour les grands âges. Ces deux raisons peuvent expliquer pourquoi la consommation des retraités dépasse celle des actifs.

Chapitre 5

Implémentation du modèle linéaire généralisé

Ce chapitre a pour but de présenter l'approche mathématique utilisée pour modéliser l'impact de la réforme de la protection sociale complémentaire. Pour cela nous allons nous appuyer sur des modèles linéaires généralisés.

5.1 Contexte de modélisation

L'objectif de ce mémoire est de ressortir les coûts du risque intégrant les changements apportés par la réforme PSC. Pour rappel, la réforme PSC en santé, en plus des obligations de participation qu'elle impose aux employeurs publics, introduit de nouveaux niveaux de garantie des actes en santé¹ et rend obligatoire la souscription à une complémentaire santé. Son application requiert une préparation des différentes parties prenantes. Si, d'une part, les employeurs se doivent de mener un certain nombre de travaux pour être en phase avec les obligations qui leurs incombent², les mutuelles doivent aussi de leur côté se tenir prêtes. En effet, elles devront faire face à une entrée importante d'assurés dans leurs portefeuilles (due à l'obligation d'adhésion) dont la consommation sera différente de ce qu'elles ont connue jusqu'à présent. Ainsi, pour faire face à cela, elles se doivent d'anticiper l'impact de ces changements pour proposer des produits qui intègrent l'évolution de la consommation de leurs assurés.

C'est, entre autre, à la problématique de la quantification de l'évolution de la consommation des assurés suite aux changements apportés par la réforme PSC que ce mémoire essaie de répondre. L'approche utilisée pour ce faire consiste à calculer une prime pure en modélisant le coût moyen et le nombre de sinistres par un modèle linéaire généralisé (modèle fréquence-sévérité) à partir des données de *Assuréta*. Cette modélisation est réalisée poste par poste et donne, in fine, les coûts du risque pour la réforme. L'idéal

1. à retrouver en annexe A

2. par exemple établir un cahier de charge pour lancer un appel d'offre, intégrer la PSC à la gestion des ressources humaines

aurait été de réaliser la modélisation à une maille plus fine, la ligne de soins afin que l'ajustement des modèles soit plus précis. Cependant, la contrainte de la quantité des données disponibles par ligne de soins a conduit à repenser la modélisation et à utiliser une maille plus grossière. Pour chaque poste de soins, la fréquence et le coût moyen sont modélisés par un modèle linéaire généralisé.

Pour la modélisation de la fréquence, les lois à inflation de zéro ont été utilisées dans un premier temps. Classiquement, pour modéliser la fréquence, il faut tenir compte de l'ensemble de la population assurée, même si les personnes n'ont pas consommé. Les résultats n'étant pas concluants, seules les personnes ayant consommés des actes en santé ont été considérées (conditionnement $\mathbb{E}[N|Y = 1]$ en (3.14)).

Une fois les modèles validés, l'impact de la réforme de la PSC sur le coût du risque par assuré est évalué. Pour chaque poste de soins, une base de données contenant toutes les combinaisons possibles des variables explicatives est créée. Elle est ensuite fournie en entrée des modèles de prime pure. Ainsi, la prime pure est calculée dans un premier temps poste de soins par poste de soins puis au global. Dans la suite, seuls les résultats de l'implémentation du GLM pour les postes de soins dentaire et soins courants sont présentés, les autres, reprenant la même méthodologie ne seront pas détaillés. Ces deux postes ont été privilégiés dans la présentation de la modélisation car ce sont les deux plus importants. Par ailleurs, dans le chapitre suivant, l'impact de la réforme est présenté au global, c'est-à-dire en prenant en compte tous les postes de soins.

5.2 Modélisation de l'évolution de la consommation par un modèle linéaire généralisé

5.2.1 Éléments de modélisation

- *Population concernée par la modélisation* : la population étudiée pour calculer la fréquence et la population étudiée pour calculer le coût moyen ne sont pas les mêmes. La population retenue pour calculer la fréquence est l'ensemble des adhérents aux produits milieu et haut de gamme (A et C). En effet, pour ces catégories, l'hypothèse est faite selon laquelle leur consommation restera inchangée après la réforme car les niveaux de garanties pour ces produits sont supérieurs à ceux de la réforme. En revanche, le calcul du coût moyen s'est fait sur l'ensemble des assurés qui ont consommé, sans distinction sur la gamme du produit souscrit.
- *Lignes de soins concernées par la modélisation* : ce sont les lignes de soins pour lesquelles le niveau de garantie proposé par la réforme est différent du niveau de garantie actuel de *Assuréta*. Par exemple, si le niveau de garantie d'une ligne de soins x est 150% BR et que le niveau actuel proposé par *Assuréta* est 100% BR, alors x est retenue dans le modèle. Ainsi, les lignes de soins concernées par la réforme 100% santé et toutes les lignes de soins où le remboursement de la mutuelle est un montant forfaitaire ou des frais réels sont exclues des modèles.

- *Recalcul des prestations* : Toutes les prestations ont été recalculées avec les niveaux de la réforme.
- *Variables explicatives* : le choix des variables explicatives des modèles s'est fait en deux étapes. En effet, après l'étude des bases de données et des colonnes qu'elles renferment, les variables les plus pertinentes pour la modélisation ont été retenues. Ce sont :
 - *type* : elle prend les modalités «Assuré», «Conjoint», «Enfant», comme dans les textes réglementaires.
 - *genre* : elle indique le sexe de l'adhérent. Ses modalités sont «Féminin» et «Masculin».
 - *Classe_age3* : elle a été créée à partir de la variable âge. Elle a douze modalités notées de 1 à 12 : 1 correspond aux âges inférieurs à 10 ans, 2 à ceux entre 10 et 22 ans, 3 aux âges entre 22 et 30 ans et 4 correspond aux âges entre 30 et 40 ans. Cette répartition s'est faite sur la base des 4 premiers déciles de la distribution de l'âge. À partir de 40 ans, les classes d'âge sont espacées de 5 ans afin d'éviter de regrouper des retraités d'âges trop éloignés ensemble. En effet, la réforme PSC prévoit une évolution de la cotisation des retraités à chaque âge. À défaut d'utiliser l'âge, il faudrait que les classes d'âges soient suffisamment fines pour que les retraités qui s'y trouvent ne soient pas trop éloignés en terme de consommation. Les classes d'âge évoluent ainsi jusqu'à 75 ans, âge à partir duquel la cotisation des retraités n'évolue plus en fonction de l'âge. Toutes les personnes âgées de plus de 75 ans sont regroupées dans la classe d'âge 12.
 - *POP_STATUT_PROF* : ses modalités sont «Actif» et «Retraité». Elle précise le statut professionnel de l'adhérent.
 - *MP1* : cette variable indique le statut professionnel de l'assuré principal auquel les ayants droit sont rattachés.

La corrélation entre ces variables a été étudiée à l'aide du V du Cramer. Il ressort de cette étude que les plus fortes corrélations sont entre «Classe_age3» et «POP_STATUT_PROF», «Classe_age3» et «type», «POP_STATUT_PROF» et «MP1».

Pour pallier le problème de corrélation, une nouvelle variable a été créée. Il s'agit de «STATUT» qui combine les variables «POP_STATUT_PROF», «MP1» et «type». Les modalités de la variable «STATUT» sont «Assuré principal actif», «Assuré principal retraité», «Conjoint d'actif», «Conjoint de retraité», «Enfant». «POP_STATUT_PROF», «MP1» et «type» ont ainsi pu être supprimées sans que les informations qu'elles contiennent ne soient totalement perdues. Les corrélations ont été recalculées.

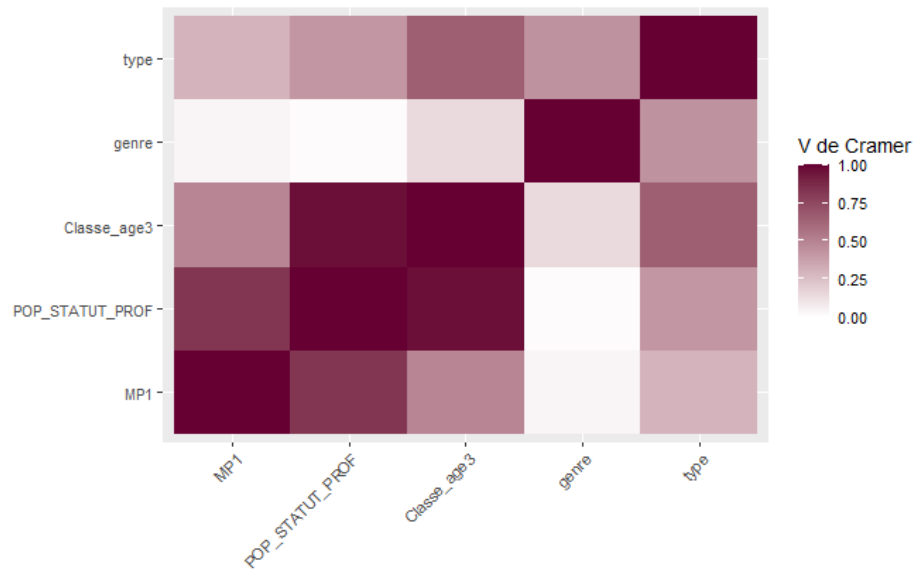


FIGURE 5.1 – Corrélation entre les variables explicatives

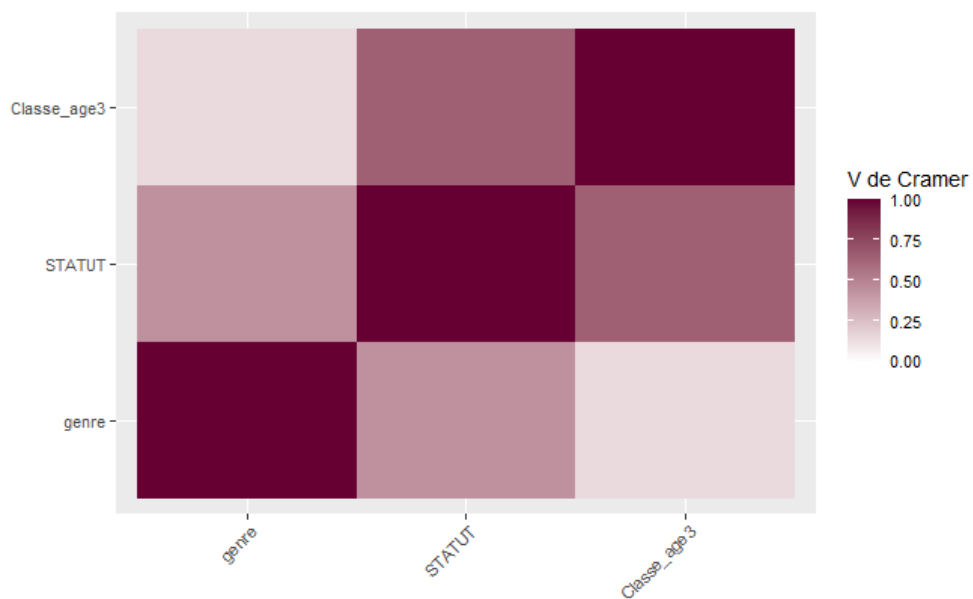


FIGURE 5.2 – Corrélation entre les nouvelles variables explicatives

En plus de ces variables, deux nouvelles variables explicatives ont été rajoutées. Il s'agit de :

- *NIVEAU_COUVERTURE* : cette variable quantitative permet de quantifier l'impact des niveaux de garantie des différents produits et de la réforme. Elle

est obtenue en divisant le total des prestations par produit et par poste de soins par le nombre d'actes par produit et par poste de soins. Le même calcul est fait pour déterminer le niveau de la couverture PSC, sauf que les prestations considérées sont les prestations recalculées avec les garanties de la PSC.

- *SOUS_POSTE* : c'est une variable qualitative qui indique la ligne de soins. Puisque la modélisation se fait par poste de soins, il était important d'ajouter une variable permettant de différencier les lignes de soins.

5.3 Résultats de la modélisation

La modélisation est présentée pour les postes de soins dentaire et soins courants par souci de lisibilité mais a été faite sur tous les postes. La présentation est focalisée sur les performances prédictives des modèles.

Une base d'apprentissage et une base de test ont respectivement été constituées à partir des données selon une répartition de 70% et 30% de la base en entrée.

5.3.1 Dentaire

Modélisation de la fréquence en dentaire

La première étape de la modélisation de la fréquence du poste de soins dentaire a été de déterminer la loi qui s'adapte le mieux aux quantités observées en dentaire. Pour ce faire, la loi de Poisson et la loi binomiale négative ont été ajustées graphiquement aux données. À première vue, l'ajustement de ces deux lois aux données est identique. Le GLM est implémenté pour ces deux lois afin de déterminer la meilleure loi pour les prédictions.

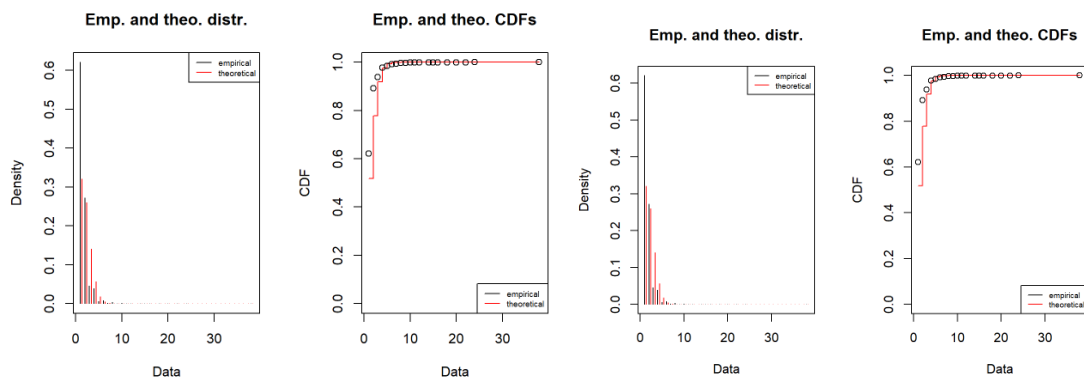


FIGURE 5.3 – Ajustement des lois pour la fréquence en dentaire

À l'issue de l'implémentation des modèles, il apparaît que les deux modèles ont des performances très similaires. La comparaison des fréquences totales prédites à la fréquence totale réelle vient confirmer ce constat. La fréquence totale prédite par le modèle de Poisson est de 6 629, 506, celle prédite par le modèle binomial négatif 6 629, 51. Enfin la

fréquence totale réelle est égale à 6 946,993. Par ailleurs, les modèles vérifient a priori les hypothèses du modèle GLM. Leurs déviations ont été comparées au quantile d'ordre 0,95 d'une loi de χ^2 avec le bon nombre de degrés de liberté.

	AIC	Déviante	Déviante expliquée	RMSE
Poisson	27060	4934.3	17%	1,58
Binomiale négative	27062	4933.4	17%	

FIGURE 5.4 – Comparaison des modèles de fréquence en dentaire

Ainsi les deux modèles apparaissent comme similaires.

Modélisation du coût moyen en dentaire

La loi gamma et la loi log-normale sont les deux lois testées pour modéliser les coûts moyens. Les résultats de l'ajustement graphique laissent penser que la loi gamma (graphiques de gauche) ajuste mieux les données que la loi log-normale (graphiques de droite). Si le Q-Q plot et le P-P plot ne permettent pas de trancher, l'examen du graphe de comparaison des densités empiriques et théoriques montre que la loi gamma capte mieux l'amplitude des données.

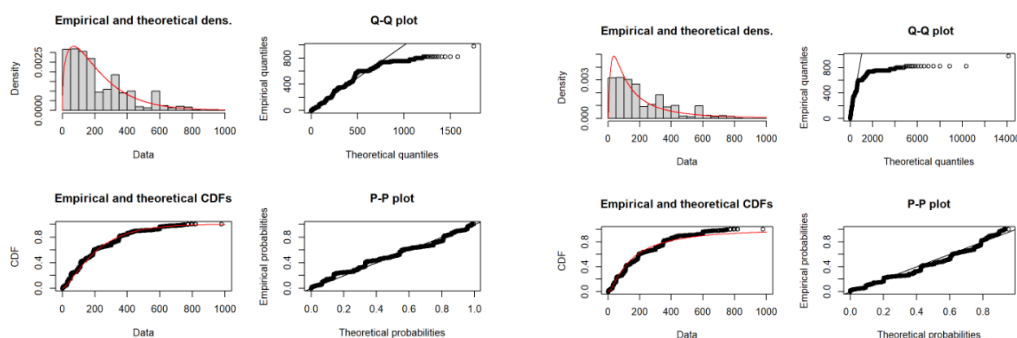


FIGURE 5.5 – Ajustement des lois pour le coût moyen en dentaire

La comparaison des AIC et des déviations des modèles ne permet pas de choisir le meilleur modèle. Ces deux indicateurs donnent des conclusions opposées. Selon l'AIC, le modèle log-normal est meilleur. Cependant, en terme de déviance expliquée, le modèle gamma est légèrement meilleur.

La comparaison des modèles au quantile de la loi du χ^2 permet de valider les hypothèses du modèle GLM. Le modèle retenu est le modèle gamma car, en sommant le total des prédictions, il est celui qui se rapproche le plus des valeurs observées.

	AIC	Déviante	Déviante expliquée	RMSE
Gamma	180190.6	5228.036	63%	236.7317
Log-normale	34634.2	8491.379	59%	236.7317

FIGURE 5.6 – Comparaison des modèles de coût moyen en dentaire

Prédiction de la fréquence

La figure 5.7 présente la fréquence prédite sur la base de test comparativement à la fréquence réellement observée. La figure révèle que le modèle GLM de fréquence a un pouvoir prédictif limité. En effet, les fréquences prédites sont concentrées dans l'intervalle 0-2,5, intervalle dans lequel se trouve la moyenne des fréquences observées. De plus, l'écart-type des fréquences prédites est beaucoup plus faible que celui des fréquences réelles. Cela révèle que le modèle a failli, comme nous pouvons le voir sur la figure suivante, à correctement déterminer les valeurs loin de la moyenne.

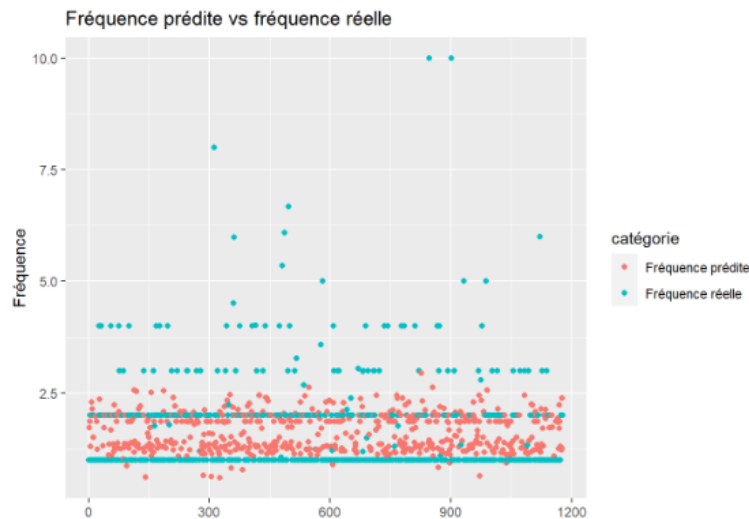


FIGURE 5.7 – Comparaison des fréquences sur la base de test

5.3.2 Soins courants

La prime pure du poste soins courants est égale à la somme des primes pures sur des regroupements de lignes de soins. Cette démarche se justifie par le fait que dans ce poste de soins, il y a une très forte variabilité du nombre d'actes consommés par ligne de soins.

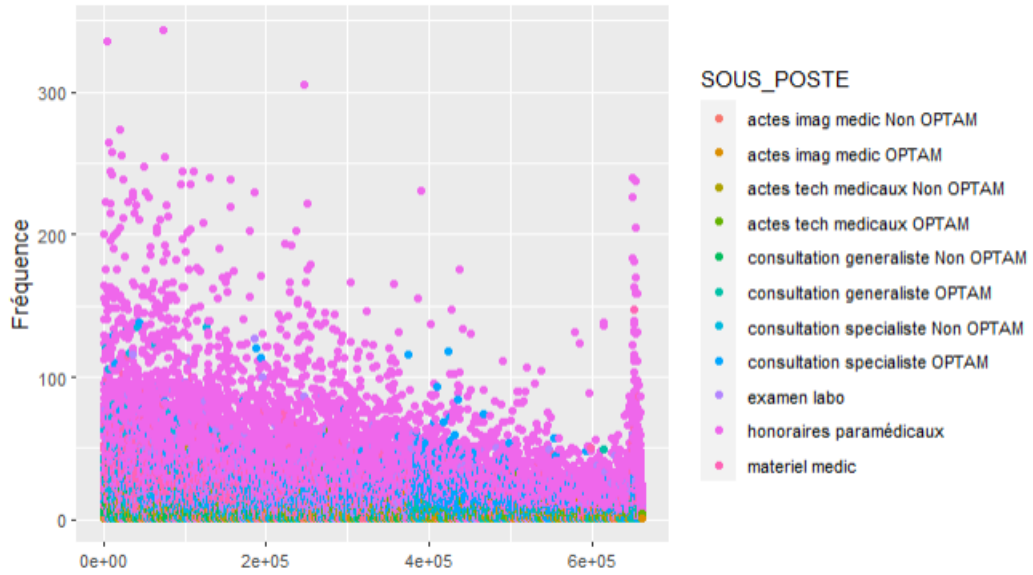


FIGURE 5.8 – Quantité consommée pour le poste soins courant

En effet, en comparant des lignes de soins «honoraires paramédicaux» et «actes techniques médicaux», il apparaît clairement que la consommation de ces lignes de soins est totalement différente. La quantité maximale consommée en actes techniques médicaux est certes 60, mais la majorité des observations sont inférieures à 20. En revanche, les quantités consommées en honoraires paramédicaux sont très élevées et sont pour beaucoup supérieures à 100.

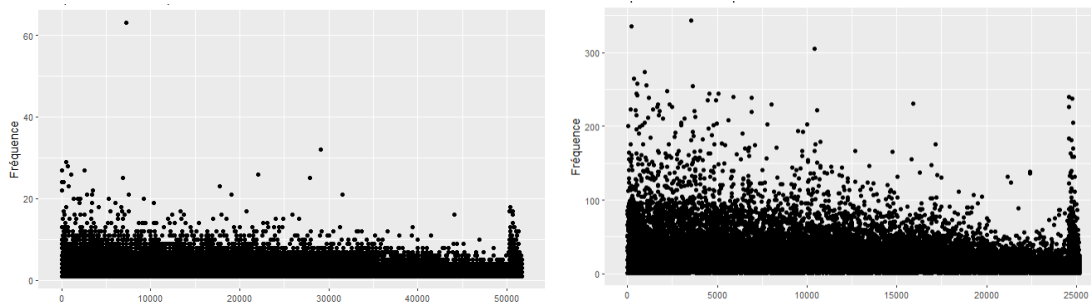


FIGURE 5.9 – Quantité consommée pour des sous postes en soins courant

Afin d'éviter de dégrader les performances des modèles en les entraînant sur des données trop hétérogènes, les lignes de soins ont été regroupées selon la répartition de leurs nombres d'actes.

Ci-après sont présentées les résultats de l'implémentation des modèles sur la ligne de soins «honoraires paramédicaux ».

Modélisation de la fréquence de la ligne de soins honoraires paramédicaux

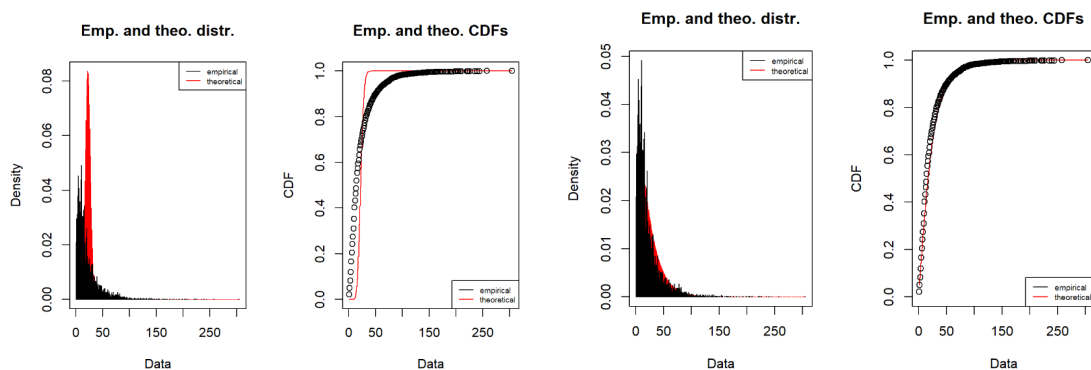


FIGURE 5.10 – Ajustement des lois de la fréquence de la ligne de soins honoraires paramédicaux

L'ajustement graphique des lois de comptage (Poisson, binomiale négative) aux données montre que la loi binomiale négative est la mieux adaptée pour les données. En effet,

les quantités consommées contiennent beaucoup de valeurs extrêmes, et ces valeurs extrêmes induisent une sur-dispersion dans le modèle de Poisson. Un test de sur-dispersion réalisé avec la fonction *dispersiontest* de R a révélé une dispersion de 25,35578 pour la loi de Poisson. En outre, même si la loi binomiale négative s'ajuste bien aux données, elle présente tout de même une légère sur-dispersion.

Le GLM de fréquence a donc été mis en oeuvre avec une loi binomiale négative. Cependant, les qualités d'ajustement du modèle ne seront pas présentées. En effet, du fait de la sur-dispersion, les inférences sur les paramètres ne sont pas correctes.

Modélisation du coût moyen de la ligne de soins honoraires paramédicaux

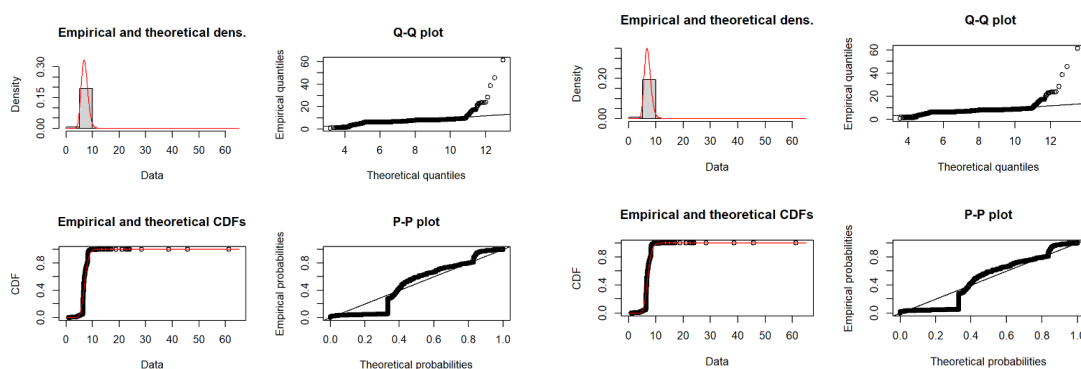


FIGURE 5.11 – Ajustement des lois du coût moyen de la ligne de soins honoraires paramédicaux

La figure 5.11 montre que la loi gamma et la loi log-normale s'ajustent identiquement aux données. Un GLM a été implémenté pour chacune de ces lois. Leurs performances ont été comparées pour choisir le meilleur modèle.

	AIC	Déviance	Déviance expliquée	RMSE
Gamma	49216.58	410.3333	51%	1.579085
Log-normale	49208.95	442.2709	51%	1.581394

FIGURE 5.12 – Comparaison des modèles de coût moyen en honoraires paramédicaux

Les qualités d'ajustement et de prédiction des deux modèles sont quasi-similaires. De plus, ils vérifient tous deux les hypothèses du modèle linéaire. Le modèle retenu au final est le GLM gamma car le total des coûts moyens qu'il prédit est proche du total des coûts moyens réels.

Une fois l'implémentation et la validation des modèles linéaires terminées, l'étape suivante est la prédiction des fréquences et des coûts moyens attendus pour la réforme. Pour chaque poste de soins, une base de données contenant toutes les combinaisons

possibles des variables explicatives est créée. Elle est ensuite fournie en entrée des modèles qui prédisent la prime pure par segment et par ligne de soins. Un segment est par exemple «Assuré principal actif de sexe masculin et de classe d'âge 5». Après cela, les primes pures de chaque segment par poste de soins sont obtenues en additionnant pour chaque segment les primes pures par ligne de soins. Enfin, la prime pure globale par segment est le résultat de la somme des primes pures par poste de soins et par segment.

Chapitre 6

Impact de la réforme de la protection sociale complémentaire

Ce dernier chapitre est consacré à la présentation des résultats de l'étude réalisée. Les chiffres présentés tout au long du chapitre ont été multipliés par un coefficient par souci de confidentialité. Dans ce chapitre, les termes prime pure et coût du risque (CDR) renvoient à la même notion.

6.1 Consommation par assuré en 2022

Cette partie est consacrée à l'évolution de la consommation (ou coût du risque) par assuré. Sont comparés les anciens coûts du risque par personne protégée et par poste de la mutuelle aux nouveaux coûts du risque par assuré estimés pour la réforme PSC.

Grand poste	Total 2022		
	Coût du risque par personne protégée	Coût du risque par personne protégée PSC	Ecart
Audio	20	38	93%
Autres postes	16	28	68%
Dentaire	119	158	33%
Hospitalisation	120	163	36%
Optique	67	83	25%
Pharmacie	90	94	4%
Soins courants (hors pharmacie)	183	205	12%
Soins à l'étranger	0	0	0%
Total	615	770	25%

FIGURE 6.1 – Tableau de comparaison des primes pures

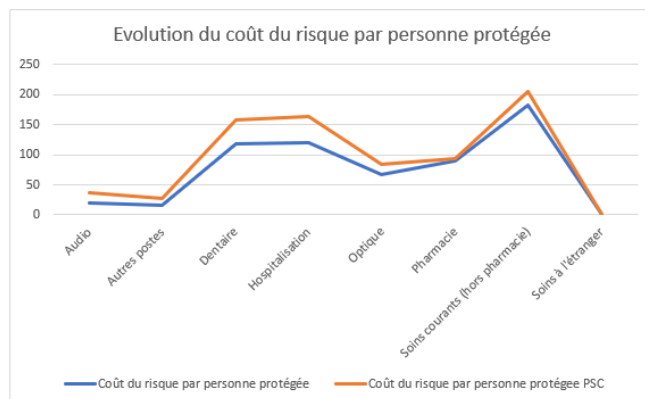


FIGURE 6.2 – Comparaison graphique des coûts du risque par personne protégée avant et après la réforme PSC

Le passage aux nouvelles garanties PSC induit une augmentation du coût du risque de 25%. Hormis le poste «Audio», les postes de soins connaissent une évolution du coût du risque qui reste cohérente. En Audio et en Autres postes, les écarts entre le coût du risque PSC et le coût du risque par personne protégée sont les plus importants. Cela s'explique en partie par le fait que pour ces postes, les nouvelles garanties PSC sont nettement supérieures aux garanties actuelles proposées par la mutuelle. Aussi, la faible quantité de données disponibles explique les performances moyennes du modèle pour ces postes.

La ligne Soins à l'étranger correspond à des montants de prestations reçus à l'étranger. Pour ce poste de soins, il n'y a aucune information qui permet de rattacher les actes de ce poste de soins aux garanties PSC. C'est pourquoi il a été supposé qu'il n'y a aucune évolution pour ce poste de soins.

6.2 Calcul des cotisations : prise en compte des mécanismes de solidarité

Les mécanismes de solidarité concernent le financement d'une partie de la cotisation des retraités et des enfants par les actifs. Les contraintes et mécanismes de solidarité sont à retrouver dans la section 2.2.1 du chapitre 2. Ne disposant pas de statistiques fournies sur les 3e enfants et les anciens agents non retraités, les mécanismes les concernant ne sont pas pris en compte dans cette étude. Les agents actifs sont solidaires aux dépassements (ou au coût total) issus des plafonnements des cotisations de ces segments. Lorsque le coût total de ces mécanismes représente plus de 10 % de la cotisation de référence, la commission paritaire de pilotage et de suivi adapte les plafonnements des retraités. Pour rappel, la cotisation de référence équivaut «au coût du panier de soins pour un bénéficiaire actif multiplié par le nombre de bénéficiaires actifs du contrat collectif»¹.

Les cotisations ont été calculées pour les années 2025 à 2029, et ce calcul a nécessité de projeter la population afin d'intégrer dans les cotisations la structure de la population assurée de demain. La méthode de projection de la population est présentée en annexe B. Des hypothèses de taux de frais moyen à 13% et de taux de marge moyenne de 2% impliquent un P/C cible de 85%, et déterminent les cotisations hors taxes et les marges pour chaque segment d'assurés. En outre, les cotisations sont supposées évoluer selon une hypothèse d'inflation de 3% chaque année.

Les mécanismes de solidarité sont présentés à travers trois scénarios concernant l'adhésion des retraités dans le but d'évaluer la sensibilité des résultats aux hypothèses d'adhésion de ces derniers. Un scénario est la combinaison de deux hypothèses :

- une hypothèse sur le taux d'adhésion du stock de retraités à la veille de l'entrée en application de la réforme ;
- une hypothèse sur le taux d'adhésion des nouveaux retraités à partir de la date d'entrée en vigueur de la réforme.

L'hypothèse d'adhésion des nouveaux retraités joue peu car ils sont négligeables par rapport au stock. C'est pourquoi dans les scénarios, l'hypothèse d'adhésion des nouveaux retraités ne change pas. Les scénarios sont les suivants :

- scénario 1 : 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 10% par classe de 5 ans et 20% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80 % jusqu'à 54 ans, baisse de 5 % par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025 ;
- scénario 2 : 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans et 50% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025 ;
- scénario 3 : 60% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans et 30% à partir de 80 ans pour le stock au 01/01/2025 et 80% jusqu'à 54 ans, baisse de 5% par classe de 5 ans pour les nouveaux retraités à partir du 01/01/2025.

Le tableau ci-dessous présente pour le scénario 1 et l'année 2025, les différents CDR (avant et après mécanismes de solidarité) obtenus pour chacun des segments PSC.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,93 €	652,90 €	768,12 €	162,59 €	870,05 €	21,17%	72,90 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	652,90 €	768,12 €	-76,46 €	870,05 €	-9,95%	72,50 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	125%	175%	122 903,89 €	151	813,55 €	813,55 €	957,11 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	121%	175%	3 452 659,49 €	4 372	789,76 €	789,76 €	929,13 €	139,37 €	1 052,43 €	15,00%	87,70 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	154%	175%	5 290 739,12 €	5 276	1 002,83 €	1 002,83 €	1 179,80 €	176,97 €	1 336,36 €	15,00%	111,36 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	170%	175%	9 193 856,92 €	8 266	1 112,26 €	1 112,26 €	1 308,54 €	196,28 €	1 482,18 €	15,00%	123,52 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	12 110 196,63 €	9 964	1 215,42 €	1 142,57 €	1 344,20 €	128,79 €	1 522,58 €	9,58%	126,88 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	252%	175%	175%	25 601 134,25 €	16 753	1 528,14 €	1 142,57 €	1 344,20 €	-183,94 €	1 522,58 €	-13,68%	126,88 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	95%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	190%	176%		18 058 780,30 €	15 691	1 150,89 €	1 150,89 €	1 353,99 €	203,10 €	1 533,66 €	15,00%	127,80 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 360 446,27 €	66 634	350,58 €	326,45 €	384,06 €	33,48 €	435,02 €	8,72%	36,25 €
Enfants +21	49%	45%		2 502 432,41 €	8 488	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						237 140 413	237 140 413	278 988 722	41 848 308	316 010 525	15,00%	

FIGURE 6.3 – Cotisation PSC 2025 scénario 1

1. Accord interministériel, Article 5

Ces résultats montrent dans un premier temps que la cotisation de référence et la cotisation d'équilibre (Prime pure (CDR) et Prime pure plafonnée (PPP) pour la ligne «Actifs») sont respectivement 605,53 € et 652,90 €.

Les retraités de plus de 70 ans, les nouveaux retraités et les enfants de moins de 21 ans bénéficieront de la solidarité des actifs après plafonnement de leurs coûts du risque respectifs. Le coût total de ces mécanismes entraînera une hausse de 47€ du coût du risque des actifs qui passera de 605,53€ (Prime pure (CDR)) à 652,90€ (Prime pure plafonnée). Cette hausse de 8% ne nécessite pas une adaptation des plafonds.

Des hypothèses de taux de frais moyen, de taux de marge moyenne et de P/C cible de 85%, il ressort pour les retraités de plus de 75 ans et les retraités en première année de retraite, des marges brutes de frais négatives dues à la baisse importante des cotisations liée aux plafonnements.

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	676,99 €	796,46 €	190,93 €	902,15 €	23,97%	75,18 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	676,99 €	796,46 €	-48,12 €	902,15 €	-6,04%	75,18 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	120%	175%	122 903,89 €	151	819,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	131%	117%	175%	3 593 638,94 €	4 545	790,72 €	790,72 €	930,26 €	139,54 €	1 053,71 €	15,00%	87,81 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	148%	175%	5 835 341,86 €	5 820	1 002,62 €	1 002,62 €	1 179,55 €	176,93 €	1 336,08 €	15,00%	111,34 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	164%	175%	11 215 168,80 €	10 075	1 113,17 €	1 113,17 €	1 309,62 €	196,44 €	1 483,40 €	15,00%	123,62 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	16 696 847,25 €	13 685	1 220,05 €	1 184,73 €	1 393,81 €	173,76 €	1 578,76 €	12,47%	131,56 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	258%	175%	175%	50 293 664,32 €	32 168	1 563,46 €	1 184,73 €	1 393,81 €	-169,65 €	1 578,76 €	-12,17%	131,56 €
Avants droits												
Conjoints actifs	102%	91%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	194%	173%		27 678 048,26 €	23 603	1 172,64 €	1 172,64 €	1 379,57 €	206,94 €	1 562,64 €	15,00%	130,22 €
Enfants <21	58%	50%	50%	26 083 817,62 €	74 403	350,58 €	338,50 €	398,23 €	47,65 €	451,08 €	11,97%	37,59 €
Enfants >21	49%	44%		2 794 167,10 €	9 478	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						281 760 862	281 760 862	331 483 567	49 722 505	375 471 210	15,00%	

FIGURE 6.4 – Cotisation PSC 2025 scénario 2

Comparativement au scénario 1, la prime pure plafonnée des actifs (cotisation d'équilibre) du scénario 2 est plus élevée. Les solidarités envers les retraités sont donc plus importantes car le nombre est plus important. Par ailleurs, le coût total des mécanismes de solidarité dans ce scénario entraînera une hausse de 11,8% du coût du risque des actifs, nécessitant l'intervention de la commission de pilotage et de suivie pour réévaluer les plafonds des cotisations.

6.2. CALCUL DES COTISATIONS : PRISE EN COMPTE DES MÉCANISMES DE SOLIDARITÉ

63

	CDR/CDR Actif	PPP/PPP Actif	Coef max	Prestations	Effectifs	Prime pure (CDR)	Prime pure plafonnée (PPP)	Cot HT	Marge brute de frais	Cot TTC	Tx Marge	Cot TTC Mensuelle
Membre participant												
Actifs	100%	100%		118 440 628,05 €	195 599	605,53 €	659,70 €	776,11 €	170,59 €	879,11 €	21,98%	73,26 €
Retraités Année 1	139%	100%	100%	2 083 634,24 €	2 467	844,58 €	659,70 €	776,11 €	-68,46 €	879,11 €	-8,82%	73,26 €
Retraités Année 2	-	-	125%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 3	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 4	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités Année 5	-	-	150%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retraités pré-existant de 54 ans et -	134%	123%	175%	92 177,91 €	113	813,55 €	813,55 €	957,12 €	143,57 €	1 084,13 €	15,00%	90,34 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	130%	119%	175%	3 007 787,10 €	3 825	786,37 €	786,37 €	925,14 €	138,77 €	1 047,90 €	15,00%	87,33 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	166%	152%	175%	4 432 433,55 €	4 415	1 003,88 €	1 003,88 €	1 181,03 €	177,15 €	1 337,75 €	15,00%	111,48 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	184%	169%	175%	8 075 986,71 €	7 256	1 112,96 €	1 112,96 €	1 309,36 €	196,40 €	1 483,11 €	15,00%	123,59 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	201%	175%	175%	11 375 972,78 €	9 334	1 218,81 €	1 154,47 €	1 358,20 €	139,39 €	1 538,43 €	10,26%	128,20 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	257%	175%	175%	31 547 115,72 €	20 272	1 556,16 €	1 154,47 €	1 358,20 €	-197,96 €	1 538,43 €	-14,58%	128,20 €
Ayants droits												
Conjoints actifs	102%	94%	110%	16 923 001,91 €	27 412	617,36 €	617,36 €	726,31 €	108,95 €	822,69 €	15,00%	68,56 €
Conjoints retraités	191%	175%		18 784 679,44 €	16 244	1 156,39 €	1 156,39 €	1 360,45 €	204,07 €	1 540,99 €	15,00%	128,42 €
Enfants -21	58%	50%	50%	23 607 886,89 €	67 340	350,58 €	329,85 €	388,06 €	37,48 €	439,55 €	9,66%	36,63 €
Enfants +21	49%	45%		2 528 938,90 €	8 578	294,81 €	294,81 €	346,83 €	52,03 €	392,86 €	15,00%	32,74 €
						240 900 243	240 900 243	283 412 051	42 511 808	321 020 830	15,00%	

FIGURE 6.5 – Cotisation PSC 2025 scénario 3

Une analyse similaire du scénario 3 permet de mettre en évidence que pour ce scénario, le coût total des mécanismes de solidarité est supérieur à celui du scénario 1. Il est de 54,17€, soit une hausse de près de 9%.

	Cotisations 2025	Cotisations 2026	Cotisations 2027	Cotisations 2028	Cotisations 2029
Membre participant					
Actifs	73,26 €	75,46 €	77,61 €	79,86 €	82,48 €
Retraités Année 1	73,26 €	75,46 €	77,61 €	79,86 €	82,48 €
Retraités Année 2	-	94,32 €	97,02 €	99,83 €	98,36 €
Retraités Année 3	-	-	107,40 €	110,47 €	115,30 €
Retraités Année 4	-	-	-	117,00 €	120,20 €
Retraités Année 5	-	-	-	-	123,72 €
Retraités pré-existant de 54 ans et -	90,34 €	109,68 €	86,34 €	113,50 €	78,47 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	87,33 €	94,41 €	101,29 €	109,14 €	105,38 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	111,48 €	114,45 €	116,95 €	118,91 €	121,84 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	123,59 €	127,15 €	130,96 €	135,28 €	139,03 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	128,20 €	132,05 €	135,82 €	139,76 €	144,34 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	128,20 €	132,05 €	135,82 €	139,76 €	144,34 €
Ayants droits					
Conjoints actifs	68,56 €	69,65 €	70,36 €	70,69 €	70,96 €
Conjoints retraités	128,42 €	132,02 €	135,61 €	139,92 €	144,19 €
Enfants -21	36,63 €	37,73 €	38,81 €	39,93 €	41,24 €
Enfants +21	32,74 €	33,68 €	34,66 €	35,66 €	36,68 €

FIGURE 6.6 – Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 3

La figure 6.6 présente l'évolution des cotisations pour les différents segments tarifaires sous le scénario 3. Les tableaux des scénarios 1 et 2 sont présentés en annexe C. Les observations ci-après peuvent être faites :

- D'un point de vue général, la cotisation augmente d'une année à l'autre. Les raisons sont l'inflation et la déformation de la structure de la population. Cependant, sur certains segments tarifaires, la cotisation ne suit pas une évolution à la hausse. C'est le cas des retraités pré-existants de 54 ans et moins. Leurs cotisations pourraient faire l'objet d'un lissage car elles sont très instables au fil des années. Cette

- instabilité vient du fait que la population concernée est très peu nombreuse.
- En comparant les segments des retraités, il apparaît que leurs cotisations croissent en fonction de l'âge. Les mécanismes de solidarité sont bien respectés.
 - Pour les conjoints, il ressort que les cotisations des conjoints de retraités sont plus élevées car les conjoints des retraités sont principalement des femmes. Chez les actifs, c'est le contraire. En réalité, ce n'est pas que les actifs consomment plus que leurs conjoints (qui sont en majorité des femmes). Les cotisations des actifs sont plus élevées à cause des mécanismes de solidarité qui viennent les majorer.

6.3 Présentation des résultats techniques

Cette partie présente une projection des résultats techniques uniquement pour les types d'adhérents dont les cotisations résultent de l'application des mécanismes de solidarité. Il s'agit des actifs, des retraités et des enfants de moins de 21 ans. Ces résultats sont présentés pour le scénario 3 uniquement et les résultats pour les scénarios 1 et 2 sont présentés en annexe D.

6.3.1 Résultats techniques actifs

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	195 599	196 993	198 378	199 407	201 818
%actifs/MP	80,40%	80,48%	80,47%	80,62%	80,84%
CDR Actif (Y)	605,53	624,05	641,44	660,87	684,63
Prime pure plafonnée actif	659,70	679,49	698,90	719,16	742,76
Taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	8,9%	8,9%	9,0%	8,8%	8,5%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	118 440 628	122 932 662	127 247 691	131 782 189	138 170 174
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	19 734 962	20 471 914	21 204 848	21 932 535	22 926 104
Résultat technique (RT)	13 631 812	14 071 686	14 661 675	14 997 080	15 258 369
CA HT	151 807 402	157 476 262	163 114 215	168 711 804	176 354 647
P/C	78,02%	78,06%	78,01%	78,11%	78,35%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	91,02%	91,06%	91,01%	91,11%	91,35%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	33 366 774	34 543 600	35 866 523	36 929 615	38 184 473

FIGURE 6.7 – Résultats techniques projetés des actifs en scénario 3

Pour ce scénario 3, le coût total des mécanismes représente près de 9% (taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité) de la cotisation de référence tout au long de la projection. Un taux de marge nette de frais de l'ordre de 9% (Ratio combiné) se dégage pour les actifs. Ces taux de marge résultent en partie de la hausse des cotisations des actifs liée au coût total des mécanismes de solidarité.

6.3.2 Résultats techniques enfants de moins de 21 ans

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	67 340	67 729	68 173	68 673	69 228
%enfants -21 ans/MP	27,68%	27,67%	27,65%	27,77%	27,73%
CDR enfants -21 ans (Y)	350,58	362,82	375,47	388,52	401,98
Prime pure plafonnée enfants -21 ans	329,85	339,75	349,45	359,58	371,38
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-5,9%	-6,4%	-6,9%	-7,4%	-7,6%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	23 607 887	24 573 624	25 596 636	26 680 413	27 828 680
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	3 397 142	3 519 266	3 643 547	3 776 613	3 932 105
Résultat technique (RT)	- 873 169	- 1 021 616	- 1 212 897	- 1 406 155	- 1 513 823
CA HT	26 131 860	27 071 274	28 027 286	29 050 872	30 246 962
P/C	90,34%	90,77%	91,33%	91,84%	92,00%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	103,34%	103,77%	104,33%	104,84%	105,00%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	2 523 973	2 497 650	2 430 650	2 370 459	2 418 282

FIGURE 6.8 – Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 3

Le plafonnement des cotisations des enfants de moins de 21 ans engendre un coût autour de 6% (taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité) des coûts du risque de ces derniers.

Des marges nettes de frais négatives (Résultat technique (RT)) se dégagent pour les enfants. Ces marges négatives résultent de la baisse des cotisations des enfants liée aux plafonnements des mécanismes de solidarité.

6.3.3 Résultats techniques retraités

Le plafonnement des cotisations des retraités en stock engendre un coût autour de 15% (taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité) des coûts du risque de ces derniers.

Pour les nouveaux retraités, l'évolution des taux de baisse des cotisations liés aux mécanismes de solidarité est fortement décroissante. Ceci est lié au fait que plus l'ancienneté en retraite est élevée, plus le plafond des mécanismes de solidarité est élevé. Par exemple, les retraités de 2025 passeront d'un plafond à 100% en 2025 à un plafond à 125% en 2026, puis à un plafond à 150% de 2027 à 2029. Ainsi, plus l'ancienneté en retraite est élevée, moins il y a de dépassements des plafonds de mécanismes de solidarité.

Des marges nettes de frais négatives (Résultat Technique (RT)) se dégagent pour les retraités. Ces marges négatives résultent de la baisse des cotisations des retraités liée aux plafonnements des mécanismes de solidarité.

Retraités en stock au 31/12/2024	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	45 216	42 904	40 670	38 504	36 401
%retraités en stock/MP	18,59%	17,53%	16,50%	15,57%	14,58%
CDR retraités en stock (Y)	1294,49	1350,48	1406,99	1464,34	1521,46
Prime pure plafonnée retraités (stock)	1101,11	1144,51	1185,84	1225,66	1267,91
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-14,9%	-15,3%	-15,7%	-16,3%	-16,7%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	58 531 474	57 941 159	57 221 544	56 383 194	55 382 111
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	7 614 593	7 510 059	7 375 952	7 217 757	7 058 618
Résultat technique (RT)	- 7 572 272	- 7 681 534	- 7 859 402	- 8 079 746	- 8 143 670
CA HT	58 573 796	57 769 683	56 738 095	55 521 204	54 297 058
P/C	99,93%	100,30%	100,85%	101,55%	102,00%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	112,93%	113,30%	113,85%	114,55%	115,00%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	42 322	- 171 475	- 483 449	- 861 989	- 1 085 053
Nouveaux retraités à compter du 01/01/2025	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	2 467	4 879	7 483	9 420	11 438
%nouveaux retraités/MP	1,01%	1,99%	3,04%	3,81%	4,58%
CDR nouveaux retraités (Y)	844,58	871,48	926,08	970,88	1014,51
Prime pure plafonnée retraités (nouveaux)	659,70	764,45	841,65	923,59	981,03
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-21,9%	-12,3%	-9,1%	-4,9%	-3,3%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	2 083 634	4 251 668	6 929 611	9 145 555	11 604 378
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	248 915	570 390	963 197	1 330 596	1 716 226
Résultat technique (RT)	- 417 815	- 434 439	- 483 600	- 240 795	- 118 867
CA HT	1 914 734	4 387 619	7 409 208	10 235 356	13 201 736
P/C	108,82%	96,90%	93,53%	89,35%	87,90%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	121,82%	109,90%	106,53%	102,35%	100,90%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 168 900	135 951	479 597	1 089 801	1 597 358
Total Retraités	2025	2026	2027	2028	2029
Résultat technique (RT)	- 7 990 087	- 8 115 974	- 8 343 002	- 8 320 541	- 8 262 538
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 126 578	- 35 524	- 3 852	227 812	512 306

FIGURE 6.9 – Résultats techniques projetés des retraités en scénario 3

Conclusion

Ce mémoire met en contexte la réforme PSC en appliquant ses grandes lignes au cas d'une mutuelle santé offrant aujourd'hui à une partie de la population concernée des garanties facultatives. Parmi les grandes lignes de la réforme figurent l'obligation d'adhésion des agents publics (sauf cas de dispense), la participation forfaitaire des employeurs à la complémentaire santé et prévoyance de leurs employés et les mécanismes de solidarité. Les modifications apportées par la réforme vont entraîner des changements dans les habitudes de consommation mais aussi des modifications des cotisations liées aux mécanismes de solidarité. Ce mémoire utilise une approche de modélisation de la consommation future des adhérents à la PSC et propose une analyse des résultats issus de cette étude. Les données soumises à l'étude proviennent d'un portefeuille de contrats santé facultatifs pour les agents, retraités d'un ministère et leurs ayants droits. L'approche de modélisation utilisée est un modèle Coût x Fréquence. Les coûts sont modélisés par des GLM. Les fréquences quant à elles sont le résultat du produit de la probabilité pour un assuré d'avoir recours aux soins de santé dans l'année et de la fréquence de consommation des assurés sinistrés. La probabilité de sinistre est approximée par des ratios calculés à partir des données du portefeuille à disposition. Les fréquences des assurés sinistrés sont estimées via des modèles GLM.

L'application des modélisations au portefeuille à disposition fait ressortir un écart de l'ordre de 25% entre le coût du risque par personne protégée du contrat actuel et de celui de la PSC. L'analyse détaillée de cet écart montre que les postes Audio et Autres postes sont les plus impactés, en partie, grâce aux meilleures garanties proposées par la réforme.

Concernant les coûts du risque par segment, trois scénarios d'adhésion des retraités à la PSC ont été définis. Pour chacun de ces trois scénarios, les retraités pré-existant de plus de 70 ans, les nouveaux retraités et les enfants de moins de 21 ans bénéficient des mécanismes de solidarité. Pour un des scénarios étudiés, le coût total des dépassements des plafonds imposés par les mécanismes de solidarité entraînent une augmentation de la cotisation de référence des actifs de plus de solidarité 10%. En conséquence, la commission paritaire de pilotage et de suivi devrait intervenir pour l'augmentation des plafonds des retraités. Par ailleurs, l'étude montre une forte sensibilité des résultats obtenus aux hypothèses d'adhésion des retraités.

Limites et perspectives

La projection des populations se base sur la pyramide des âges du ministère étudiée entre 2014 et 2019. Ces anciennes données ne reflètent pas nécessairement la réalité récente du personnel du ministère. L'étude gagnerait à améliorer ces qualités des projections.

Pour les projections des populations PSC, certaines hypothèses de projection (répartition initiale par âge et par sexe de certains segments, ratios enfants par assuré principal, ratios conjoints par assuré principal) sont basées sur les grandeurs observées sur le portefeuille à disposition. Cependant, ce portefeuille peut ne pas être représentatif de la future population assurée pour la PSC.

La non prise en compte de certains segments des mécanismes de solidarité du fait d'un manque de statistique sur ces segments.

L'estimation de la probabilité pour un assuré d'avoir recours à un soin peut être améliorée avec d'autres types de modèles tels que le modèle logistique qui prendraient en compte les spécificités de chaque segment et qui permettrait une prédiction de la probabilité de consommer des segments non existantes dans le portefeuille.

Annexe A

Grille PSC des garanties santé

Garanties y compris le remboursement de la Sécurité sociale (sauf mention contraire).
Garanties exprimées en % de la base de remboursement de la Sécurité sociale (sauf mention contraire).

Poste de soins	Remboursement
Catégorie Hospitalisation et Soins courants	
Hospitalisation	
Honoraires ⁽¹⁾	
Praticien OPTAM/OPTAM-CO	150%
Praticien non OPTAM/OPTAM-CO	130%
Forfait journalier hospitalier	
Forfait journalier hospitalier	Frais réels
Forfait hospitalier et frais de séjour	
Forfait actes lourds (participation forfaitaire de 24€)	Frais réels
Frais de séjour	100%
Chambre particulière (sans limitation de durée)	
Court séjour et maternité	50 € / nuit
Soins de suite	40 € / nuit
Psychiatrie	45 € / nuit
Ambulatoire	25 € / jour
Frais d'accompagnant	
Etablissement conventionné	38,50 € / nuit
Etablissement non conventionné	25 € / nuit
Soins courants	
Honoraires médicaux	
Consultations / Visites de médecins généralistes	
Praticien OPTAM/OPTAM-CO	100%
Praticien non OPTAM/OPTAM-CO	100%
Consultations / Visites de médecins spécialistes	
Praticien OPTAM/OPTAM-CO	150%
Praticien non OPTAM/OPTAM-CO	130%
Actes techniques médicaux	
Praticien OPTAM/OPTAM-CO	150%
Praticien non OPTAM/OPTAM-CO	130%
Actes d'imagerie médicale	
Praticien OPTAM/OPTAM-CO	130%
Praticien non OPTAM/OPTAM-CO	100%
Honoraires paramédicaux	
Infirmiers, pédicures, podologues, orthophonistes, orthoptistes	100%
Masseurs-kinésithérapeutes	130%
Analyses et examens de laboratoire	
Analyses et examens de laboratoire	100%
Médicaments	
Médicaments remboursés par la Sécurité sociale à 65 %	100%
Médicaments remboursés par la Sécurité sociale à 30 %	100%
Médicaments remboursés par la Sécurité sociale à 15%	100%
Pharmacie prescrite non remboursée par la Sécurité sociale (Homéopathie, contraceptifs, tests de grossesse)	70 € / an
Matériel médical	

Appareillage et prothèses médicales (hors aides auditives et optique)	200%
Frais de transport en véhicule sanitaire	
Ambulance, taxi conventionné (hors SMUR)	100%
Catégorie Dentaire	
Dentaire	
Soins et prothèses 100% Santé ⁽²⁾	
Soins (hors 100% Santé)	
Consultations, soins courants, radiologie, chirurgie, parodontologie (acceptée SS)	100%
Prothèses (hors 100% Santé)	
Panier Maitrisé	
Prothèses fixes (couronnes et bridges)	375%
Prothèses amovibles	375%
Prothèses provisoires	375%
Inlay Core	375%
Inlays onlays d'obturation	150%
Panier Libre	
Prothèses fixes (couronnes et bridges)	Dent visible : 300% Dent non visible : 250%
Prothèses amovibles	Dent visible : 300% Dent non visible : 250%
Prothèses provisoires	300%
Inlay Core	200%
Inlays onlays d'obturation	
Implantologie	
Implants	500 € / implant (limite 2 implants / an)
Couronne sur implant	200 € / couronne (limite 2 couronnes / 2 ans)
Orthodontie	
Orthodontie (remboursée par la Sécurité sociale)	250%
Orthodontie (non remboursée par la Sécurité sociale)	400 € / semestre
Catégorie Aides auditives	
Aides auditives	
Equipements 100% Santé ^{(2) (3)}	Remboursement total de la dépense engagée
Equipements à tarif libre ⁽³⁾	800 €
Catégorie Optique	
Optique	
Equipements 100% Santé ⁽²⁾	Remboursement total de la dépense engagée
Equipements à tarif libre	
Monture	50 €
Verres	Cf. grille optique
Autres prestations optique	
Lentilles prescrites prises ou non prises en charge, y compris lentilles jetables ⁽⁴⁾	100 € / an
Chirurgie réfractive dont kératotomie (par œil)	400 € / an
Grille optique	
Type de verre (remboursement par verre)	

Verre unifocal, sphérique	
Sphère de - 6 à + 6	60 €
Sphère < 6 ou Sphère > 6	110 €
Verre unifocal, sphéro-cylindrique	
Cylindre ≤ + 4, sphère de - 6 à 0	60 €
Sphère > 0 et (sphère + cylindre) ≤ + 6	60 €
Sphère > 0 et (sphère + cylindre) > + 6	110 €
Cylindre ≥ + 0,25, sphère < - 6	110 €
Cylindre > + 4, sphère de - 6 à 0	110 €
Verre multifocal ou progressif sphérique	
Sphère de - 4 à + 4	150 €
Sphère < - 4 ou > + 4	200 €
Verre multifocal ou progressif sphéro-cylindrique	
Cylindre ≤ + 4, sphère de - 8 à 0	150 €
Sphère > 0 et (sphère + cylindre) ≤ + 8	150 €
Cylindre > + 4, sphère de - 8 à 0	200 €
Sphère > 0 et (sphère + cylindre) > + 8	200 €
Cylindre ≥ + 0,25, sphère < - 8	200 €
Catégorie Autres postes	
Autres postes	
Cures thermales acceptées par la Sécurité sociale	
Honoraires, traitements, frais d'hébergement et transport	100%
Médecines additionnelles et de prévention	
Médecine douce	
Ostéopathe, chiropracteur, homéopathe, étioopathe, pédicure-podologue, acupuncteur, psychomotricien, sophrologue	2 séances / an (limite 40 € / séance)
Psychologue	
Psychologue	4 séances / an (limite 30 € / séance)
Actes refusés par la sécurité Sociale	
Vaccins, consultation diététique, bilan parodontal, ostéodensitométrie osseuse, sevrage tabagique	80 € / an
Contraception, tests de grossesse	80 € / an
Prévention	
Amniocentèse, Dépistage Prénatal Non invasif	183 € / acte
Tout acte de prévention remboursé par la Sécurité sociale	100%

⁽¹⁾ Honoraires médicaux, chirurgicaux (hors chirurgie esthétique), obstétricaux et psychiatriques

⁽²⁾ Tels que définis réglementairement.

⁽³⁾ Le renouvellement de la prise en charge d'une prothèse auditive se fait tous les 4 ans. Ce délai s'entend pour chaque oreille indépendamment.

⁽⁴⁾ Le montant forfaitaire inclut le ticket modérateur. Au-delà du forfait en euros, le remboursement s'effectue à hauteur du ticket modérateur.

Annexe B

Projection de la population

Le travail de projection des populations assurées se base sur 2 sources de données à savoir les pyramides des âges 2014 et 2019 des agents d'un ministère qui ne sera pas cité. Ces deux pyramides sont les seules et les plus récentes disponibles.

B.0.1 Actifs

Détermination d'un flux de personnel moyen par âge, par sexe et par année

Il est déterminé à cette étape un flux de personnel moyen par âge et par année ($flux_x$) vérifiant le système d'équations suivant :

$$effectif_x^{2019} = effectif_{x-5}^{2014} + flux_{x-4} + flux_{x-3} + flux_{x-2} + flux_{x-1} + flux_x,$$

pour tout $x \geq 18$ ans, et avec $flux_x < 0$ pour $x \geq 55$ ans.

Remarque : Les flux déduits prennent en compte les recrutements, les départs et les décès.

Projection des actifs de 2019 à 2029

Des flux moyens de personnel déduits à l'étape précédente, on projette aisément les effectifs d'actifs les années suivantes par la relation suivante :

$$effectif_x^N = \max(0; effectif_{x-1}^{N-1} + flux_x)$$

Adhésion Actifs

Pour l'adhésion des actifs, il est supposé une hypothèse de 5% de dispense pour tous les âges. Ainsi, pour tous les sexes, pour une année N et pour un âge x , les adhésions se calculent par la relation :

$$adhesions_actifs_x^N = 0,95 * effectifs_x^N$$

B.0.2 Retraités

Répartition 2022 par âge et par sexe du stock de retraités

Il est estimé un stock de 120 000 retraités en 2022 (source : *Assuréta*). Ce stock est réparti par âge et par sexe selon la répartition des expositions de retraités constatée sur les données d'adhérents du *Assuréta*.

Projection des retraités en 2023 et 2024

Pour tous les sexes, l'effectif pour un âge x de retraités en 2023 et 2024 résulte du stock de retraités d'âge $x - 1$ l'année précédente ayant survécu. Pour $x \geq 55$ ans, il est rajouté le flux d'actifs sortants ayant survécu. Les tables de mortalité TH/TF 00-02 étant utilisées.

$$effectifs_x^N = \max(0; effectifs_{x-1}^{N-1} * p_{x-1} - flux_x * p_x * 1_{x \geq 55})$$

Projection des retraités à partir de 2025 et adhésions

A partir de 2025, la projection des retraités se fait pour 2 groupes :

- Les retraités en stock au 31/12/2024 : Pour ce premier groupe, seuls les décès feront varier les effectifs car il s'agit d'un groupe fermé. Ainsi, entre deux années successives, pour tous les sexes et pour un âge x ,

$$effectif_x^N = effectif_{x-1}^{N-1} * p_{x-1}$$

Par la suite, l'adhésion des retraités en stock au 31/12/2024 est calculée à partir des hypothèses de taux d'adhésion fixées par âge (α_x).

$$Adhesions_retraites_stock_x^N = \alpha_x * effectif_x^N$$

- Les nouveaux retraités à partir de 2025

Pour une année N , pour tous les sexes et pour un âge x , les nouveaux retraités (retraités année 1) sont les flux d'actifs sortants qui ne sont pas du fait des décès. Ainsi, on aura :

$$effectif_x^{N, \text{annee } 1} = -flux_x * p_x * 1_{x \geq 55}$$

Pour une année N , pour tous les sexes et pour un âge x , les retraités année n ($n > 1$) sont les retraités d'âge $x - 1$ année $n - 1$ de l'année $N - 1$ qui ne sont pas décédés. En exemple, les retraités année 3 en 2026 âgés de 63 ans sont les retraités année 2 en 2025 âgés de 62 ans qui ne sont pas décédés.

$$effectif_x^{N, \text{annee } n} = effectif_{x-1}^{N-1, \text{annee } n-1}$$

L'adhésion des nouveaux retraités est calculée à partir des hypothèses de taux d'adhésion fixées par âge (β_x) :

$$Adhesion_nouveaux_retraites_x^N = \beta_x * effectifs_x^{N, \text{annee } n}$$

B.0.3 Conjoints actifs

Stock de conjoints d'actifs en 2022 et répartition par âge et par sexe

Un ratio conjoint/actifs γ est obtenu à partir des données d'assurés du *Assuréta*. Ce ratio est utilisé pour déterminer le stock de conjoints d'actifs en 2022 en le multipliant par le stock estimé d'actifs en 2022. L'hypothèse de répartition de ce stock par âge et par sexe est celle de la répartition des conjoints d'actif observée sur les données d'assurés du *Assuréta*.

Projection des conjoints d'actifs à partir de 2023 et adhésions

La projection des conjoints d'actifs est faite pour chaque sexe et nécessite une hypothèse d'écart d'âges dans le couple.

- Conjoint masculin : Il est supposé que les conjoints hommes ont trois ans de plus que l'actif dans le couple. Les deux étant de sexes opposés. La projection des conjoints hommes est faite par la relation suivante :

$$effectif_x^N = effectif_{x-1}^{N-1} * p_{x-1} + \gamma * flux_{x-3}$$

- Conjoint féminin : Il est supposé que les conjoints femmes ont trois ans de moins que l'actif dans le couple. Les deux étant de sexes opposés. La projection des conjoints femmes est faite par la relation suivante :

$$effectif_x^N = effectif_{x-1}^{N-1} * p_{x-1} + \gamma * flux_{x+3}$$

Pour l'adhésion des conjoints d'actifs, il est supposé une hypothèse de 5% de dispense pour les actifs et pour tous les âges. Ainsi, pour tous les sexes, pour une année N et pour un âge x , les adhésions se calculent par la relation :

$$adhesion_conjoints_actifs_x^N = 0,95 * effectif_x^N$$

B.0.4 Conjoints de retraités

Stock de conjoints de retraités en 2022 et répartition par âge et par sexe

Un ratio conjoint/retraités δ est obtenu à partir des données d'assurés d'*Assuréta*. Ce ratio est utilisé pour déterminer le stock de conjoints de retraités en 2022 en le multipliant par le stock estimé de retraités en 2022. L'hypothèse de répartition de ce stock par âge et par sexe est celle de la répartition des conjoints de retraités observée sur les données d'assurés d'*Assuréta*.

Projection des conjoints de retraités à partir de 2023 et adhésions

La projection des conjoints de retraités est faite pour chaque sexe et nécessite une hypothèse d'écart d'âges dans le couple.

- Conjoint masculin : Il est supposé que les conjoints hommes ont trois ans de plus que la retraitée dans le couple (les deux étant de sexes opposés). La projection des conjoints hommes est faite par la relation suivante :

$$effectif_x^N = effectif_{x-1}^{N-1} * p_{x-1} + \delta * effectif_nouveaux_retraites_{x-3}^{N, annee 1}$$

- Conjoint féminin : Il est supposé que les conjoints femmes ont trois ans de moins que le retraité dans le couple (les deux étant de sexes opposés). La projection des conjoints femmes est faite par la relation suivante :

$$effectif_x^N = effectif_{x-1}^{N-1} * p_{x-1} + \delta * effectif_nouveaux_retraites_{x+3}^{N, annee 1}$$

L'adhésion des conjoints de retraités est calculée à partir des hypothèses de taux d'adhésion fixées par âges pour les retraités (stock et nouveaux).

B.0.5 Enfants

Stock d'enfants en 2022 et répartition par âge et par sexe

Un ratio enfants/Membre Participant μ est obtenu à partir des données d'assurés d'*Assuréta*. Ce ratio est utilisé pour déterminer le stock d'enfants en 2022 en le multipliant par le stock estimé de retraités et d'actifs en 2022 (stock pondéré par les hypothèses de taux d'adhésion). L'hypothèse de répartition de ce stock par âge et par sexe est celle de la répartition des enfants observée sur les données d'assurés d'*Assuréta*.

Projection du nombre d'enfants à partir de 2023 et adhésions

Pour la projection du nombre d'enfants par âge et par sexe, des taux d'évolution moyens par âge et sexe (∂_x) ont été déterminés des données d'adhésion de *Assuréta* de 2018 à 2021. Ces taux d'évolutions sont utilisés pour la relation suivante :

$$effectif_x^N = (1 + \partial_x) * effectif_x^{N-1}$$

Les effectifs d'enfants obtenus de 2025 à 2029 sont supposés être des effectifs assurés car les stocks de retraités et d'actifs utilisés à l'étape 1 sont pondérés par des taux d'adhésion différents.

Annexe C

Évolution de la cotisation pour les scénarios 1 et 2

	Cotisations 2025	Cotisations 2026	Cotisations 2027	Cotisations 2028	Cotisations 2029
Membre participant					
Actifs	72,50 €	74,78 €	77,02 €	79,33 €	82,03 €
Retraités Année 1	72,50 €	74,78 €	77,02 €	79,33 €	82,03 €
Retraités Année 2	-	93,48 €	96,27 €	99,16 €	98,36 €
Retraités Année 3	-	-	107,40 €	110,47 €	115,30 €
Retraités Année 4	-	-	-	117,00 €	120,20 €
Retraités Année 5	-	-	-	-	123,05 €
Retraités pré-existant de 54 ans et -	90,34 €	109,68 €	86,34 €	113,50 €	78,47 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	87,70 €	94,89 €	101,66 €	109,03 €	105,38 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	111,36 €	114,27 €	116,78 €	118,91 €	121,74 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	123,52 €	127,10 €	130,92 €	135,21 €	138,97 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	126,88 €	130,87 €	134,78 €	138,83 €	143,55 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	126,88 €	130,87 €	134,78 €	138,83 €	143,55 €
Ayants droits					
Conjoints actifs	68,56 €	69,65 €	70,36 €	70,69 €	70,96 €
Conjoints retraités	127,80 €	131,30 €	134,86 €	139,09 €	143,37 €
Enfants -21	36,25 €	37,39 €	38,51 €	39,67 €	41,02 €
Enfants +21	32,74 €	33,68 €	34,66 €	35,66 €	36,68 €

FIGURE C.1 – Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 1

78 ANNEXE C. ÉVOLUTION DE LA COTISATION POUR LES SCÉNARIOS 1 ET 2

	Cotisations 2025	Cotisations 2026	Cotisations 2027	Cotisations 2028	Cotisations 2029
Membre participant					
Actifs	75,18 €	77,35 €	79,51 €	81,78 €	84,39 €
Retraités Année 1	75,18 €	77,35 €	79,51 €	81,78 €	84,39 €
Retraités Année 2	-	96,69 €	99,38 €	102,23 €	98,36 €
Retraités Année 3	-	-	107,40 €	110,47 €	115,30 €
Retraités Année 4	-	-	-	117,00 €	120,20 €
Retraités Année 5	-	-	-	-	124,49 €
Retraités pré-existant de 54 ans et -	90,34 €	109,68 €	86,34 €	113,50 €	78,47 €
Retraités pré-existant de 55 ans et 59 ans	87,81 €	95,03 €	101,77 €	109,03 €	105,38 €
Retraités pré-existant de 60 ans à 64 ans	111,34 €	114,21 €	116,73 €	118,91 €	121,72 €
Retraités pré-existant de 65 ans à 69 ans	123,62 €	127,20 €	130,91 €	135,23 €	139,02 €
Retraités pré-existant de 70 ans à 74 ans	131,56 €	135,37 €	139,14 €	143,12 €	147,69 €
Retraités pré-existant à partir de 75 ans	131,56 €	135,37 €	139,14 €	143,12 €	147,69 €
Ayants droits					
Conjoints actifs	68,56 €	69,65 €	70,36 €	70,69 €	70,96 €
Conjoints retraités	130,22 €	134,48 €	138,82 €	143,71 €	148,65 €
Enfants -21	37,59 €	38,68 €	39,75 €	40,89 €	42,20 €
Enfants +21	32,74 €	33,68 €	34,66 €	35,66 €	36,68 €

FIGURE C.2 – Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 2

Annexe D

Résultats techniques projetés

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	195 599	196 993	198 378	199 407	201 818
%actifs/MP	80,54%	80,49%	80,36%	80,41%	80,53%
CDR Actif (Y)	605,53	624,05	641,44	660,87	684,63
Prime pure plafonnée actif	652,90	673,42	693,55	714,38	738,69
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	7,8%	7,9%	8,1%	8,1%	7,9%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	118 440 628	122 932 662	127 247 691	131 782 189	138 170 174
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	19 531 582	20 288 938	21 042 505	21 786 821	22 800 566
Résultat technique (RT)	12 270 726	12 847 155	13 575 224	14 021 923	14 418 226
CA HT	150 242 936	156 068 756	161 865 420	167 590 934	175 388 966
P/C	78,83%	78,77%	78,61%	78,63%	78,78%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	91,83%	91,77%	91,61%	91,63%	91,78%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	31 802 308	33 136 094	34 617 728	35 808 744	37 218 792

FIGURE D.1 – Résultats techniques projetés des actifs en scénario 1

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	66 634	67 019	67 458	67 953	68 503
%enfants -21 ans/MP	27,44%	27,38%	27,32%	27,40%	27,34%
CDR enfants -21 ans (Y)	350,58	362,82	375,47	388,52	401,98
Prime pure plafonnée enfants -21 ans	326,45	336,71	346,78	357,19	369,34
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-6,9%	-7,2%	-7,6%	-8,1%	-8,1%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	23 360 446	24 316 062	25 328 351	26 400 769	27 537 000
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	3 326 893	3 451 254	3 577 756	3 712 202	3 869 586
Résultat technique (RT)	- 1 095 856	- 1 219 207	- 1 384 909	- 1 557 571	- 1 640 541
CA HT	25 591 483	26 548 109	27 521 198	28 555 399	29 766 045
P/C	91,28%	91,59%	92,03%	92,45%	92,51%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	104,28%	104,59%	105,03%	105,45%	105,51%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	2 231 037	2 232 047	2 192 847	2 154 631	2 229 045

FIGURE D.2 – Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 1

Retraités en stock au 31/12/2024	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	44 781	42 883	41 014	39 170	37 344
%retraités en stock/MP	18,44%	17,52%	16,61%	15,79%	14,90%
CDR retraités en stock (Y)	1245,41	1303,74	1362,46	1421,03	1479,38
Prime pure plafonnée retraités (stock)	1084,96	1130,70	1173,74	1214,99	1257,97
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-12,9%	-13,3%	-13,9%	-14,5%	-15,0%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	55 771 490	55 907 826	55 880 203	55 661 250	55 246 726
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	7 430 829	7 415 772	7 362 553	7 278 580	7 184 877
Résultat technique (RT)	- 6 042 094	- 6 279 198	- 6 607 734	- 6 950 753	- 7 163 318
CA HT	57 160 225	57 044 400	56 635 022	55 989 076	55 268 286
P/C	97,57%	98,01%	98,67%	99,41%	99,96%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	110,57%	111,01%	111,67%	112,41%	112,96%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	1 388 735	1 136 574	754 819	327 827	21 560
Nouveaux retraités à compter du 01/01/2025	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	2 467	4 879	7 483	9 420	11 438
%nouveaux retraités/MP	1,02%	1,99%	3,03%	3,80%	4,56%
CDR nouveaux retraités (Y)	844,58	871,48	926,08	970,88	1014,51
Prime pure plafonnée retraités (nouveaux)	652,90	757,61	837,59	920,89	979,02
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-22,7%	-13,1%	-9,6%	-5,1%	-3,5%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	2 083 634	4 251 668	6 929 611	9 145 555	11 604 378
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	246 350	565 292	958 553	1 326 713	1 712 708
Résultat technique (RT)	- 434 983	- 468 557	- 514 678	- 266 781	- 142 408
CA HT	1 895 002	4 348 403	7 373 486	10 205 488	13 174 678
P/C	109,95%	97,78%	93,98%	89,61%	88,08%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	122,95%	110,78%	106,98%	102,61%	101,08%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 188 632	96 735	443 875	1 059 933	1 570 300
Total Retraités	2025	2026	2027	2028	2029
Résultat technique (RT)	- 6 477 077	- 6 747 755	- 7 122 412	- 7 217 534	- 7 305 726
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	1 200 103	1 233 309	1 198 694	1 387 760	1 591 859

FIGURE D.3 – Résultats techniques projetés des retraités en scénario 1

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	195 599	196 993	198 378	199 407	201 818
%actifs/MP	73,95%	74,43%	74,82%	75,33%	75,91%
CDR Actif (Y)	605,53	624,05	641,44	660,87	684,63
Prime pure plafonnée actif	676,99	696,56	715,96	736,43	759,97
Taux de hausse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	11,8%	11,6%	11,6%	11,4%	11,0%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	118 440 628	122 932 662	127 247 691	131 782 189	138 170 174
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	20 252 312	20 986 259	21 722 310	22 459 396	23 457 439
Résultat technique (RT)	17 094 073	17 513 839	18 124 693	18 522 999	18 814 227
CA HT	155 787 012	161 432 760	167 094 694	172 764 585	180 441 840
P/C	76,03%	76,15%	76,15%	76,28%	76,57%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	89,03%	89,15%	89,15%	89,28%	89,57%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	37 346 384	38 500 098	39 847 003	40 982 395	42 271 666

FIGURE D.4 – Résultats techniques projetés des actifs en scénario 2

	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	74 403	74 832	75 323	75 875	76 489
%enfants -21 ans/MP	28,13%	28,28%	28,41%	28,66%	28,77%
CDR enfants -21 ans (Y)	350,58	362,82	375,47	388,52	401,98
Prime pure plafonnée enfants -21 ans	338,50	348,28	357,98	368,22	379,98
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-3,4%	-4,0%	-4,7%	-5,2%	-5,5%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	26 083 818	27 150 839	28 281 142	29 478 582	30 747 276
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	3 851 820	3 986 049	4 123 911	4 272 930	4 445 181
Résultat technique (RT)	- 306 251	- 474 971	- 682 660	- 882 818	- 998 755
CA HT	29 629 387	30 661 918	31 722 393	32 868 695	34 193 703
P/C	88,03%	88,55%	89,15%	89,69%	89,92%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	101,03%	101,55%	102,15%	102,69%	102,92%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	3 545 569	3 511 079	3 441 251	3 390 113	3 446 427

FIGURE D.5 – Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 2

Retraités en stock au 31/12/2024	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	66 445	62 786	59 268	55 877	52 601
%retraités en stock/MP	25,12%	23,72%	22,35%	21,11%	19,79%
CDR retraités en stock (Y)	1320,76	1375,96	1431,72	1489,23	1546,61
Prime pure plafonnée retraités (stock)	1130,14	1172,60	1213,54	1253,47	1295,81
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-14,4%	-14,8%	-15,2%	-15,8%	-16,2%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	87 757 565	86 391 358	84 854 611	83 213 518	81 354 203
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	11 484 585	11 259 969	11 000 129	10 711 955	10 424 671
Résultat technique (RT)	- 10 899 189	- 11 036 181	- 11 238 364	- 11 525 819	- 11 589 100
CA HT	88 342 960	86 615 146	84 616 376	82 399 654	80 189 774
P/C	99,34%	99,74%	100,28%	100,99%	101,45%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	112,34%	112,74%	113,28%	113,99%	114,45%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	585 395	223 788	- 238 235	- 813 864	- 1 164 429
Nouveaux retraités à compter du 01/01/2025	2025	2026	2027	2028	2029
Effectifs	2 467	4 879	7 483	9 420	11 438
%nouveaux retraités/MP	0,93%	1,84%	2,82%	3,56%	4,30%
CDR nouveaux retraités (Y)	844,58	871,48	926,08	970,88	1014,51
Prime pure plafonnée retraités (nouveaux)	676,99	783,65	854,58	933,33	985,67
Taux de baisse des cotisations lié aux mécanismes de solidarité	-19,8%	-10,1%	-7,7%	-3,9%	-2,8%
Charge sinistres (Y x Effectifs)	2 083 634	4 251 668	6 929 611	9 145 555	11 604 378
Tx frais	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%	13,00%
Frais (Tx Frais x CA HT)	255 441	584 721	977 999	1 344 636	1 724 337
Résultat technique (RT)	- 374 146	- 338 534	- 384 538	- 146 837	- 64 584
CA HT	1 964 929	4 497 855	7 523 072	10 343 354	13 264 131
P/C	106,04%	94,53%	92,11%	88,42%	87,49%
Ratio combiné ((Charge sinistres+Frais)/CA HT)	119,04%	107,53%	105,11%	101,42%	100,49%
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	- 118 705	246 188	593 461	1 197 799	1 659 753
Total Retraités	2025	2026	2027	2028	2029
Résultat technique (RT)	- 11 273 336	- 11 374 715	- 11 622 902	- 11 672 656	- 11 653 684
Marge technique brute (CA HT - Charge sinistres)	466 690	469 975	355 226	383 935	495 324

FIGURE D.6 – Résultats techniques projetés des retraités en scénario 2

Bibliographie

- [sit, a] Sécurité sociale, 3 minutes pour comprendre la sécurité sociale. <https://www.securite-sociale.fr/la-secu-cest-quoi/3-minutes-pour-comprendre>.
- [sit, b] Sécurité sociale, la sécurité sociale. <https://assurance-maladie.ameli.fr/qui-sommes-nous/organisation/securite-sociale>.
- [sit, c] Sécurité sociale, la sécurité sociale : les grandes dates. <https://www.securite-sociale.fr/la-secu-cest-quoi/histoire/les-grandes-dates>.
- [sit, d] Sécurité sociale, la sécurité sociale : les régimes. <https://www.securite-sociale.fr/la-secu-cest-quoi/organisation/les-regimes>.
- [sit, e] Sécurité sociale, les branches de la sécurité sociale. <https://www.securite-sociale.fr/la-secu-cest-quoi/organisation/les-branches>.
- [sit, f] Ses webclass, la protection sociale. <https://ses.webclass.fr/notions/protection-sociale/>.
- [sit, g] Silogora.org, la sécurité sociale : les grandes dates de l'histoire. <https://silogora.org/grandes-dates-de-lhistoire-de-securite-sociale/>.
- [sit, h] Vie publique, organisation de la sécurité sociale. <https://www.vie-publique.fr/fiches/24121-comment-la-protection-sociale-est-elle-organisee-en-france>.
- [Par, 2007] (2007). Décret no 2007-1373 du 19 septembre 2007 relatif à la participation de l'état et de ses établissements publics au financement de la protection sociale complémentaire de leurs personnels. *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE*.
- [Cot, 2021] (2021). Décret no 2021-1164 du 8 septembre 2021 relatif au remboursement d'une partie des cotisations de protection sociale complémentaire destinées à couvrir les frais de santé des agents civils et militaires de l'état. *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE*.
- [Ord, 2021] (2021). Ordonnance no 2021-175 du 17 février 2021 relative à la protection sociale complémentaire dans la fonction publique. *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE*.
- [Rap, 2021] (2021). Rapport au président de la république relatif à l'ordonnance no 2021-175 du 17 février 2021 relative à la protection sociale complémentaire dans la fonction publique. *JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE*.

- [Acc, 2022] (2022). Accord interministériel relatif à la protection sociale complémentaire en matière de couverture des frais occasionnés par une maternité, une maladie ou un accident dans la fonction publique de l'état.
- [Eur, 2022] (2022). La protection sociale en France et en Europe en 2021 : Résultats des comptes de la protection sociale.
- [Pro, 2023] (2023). Les comptes de la sécurité sociale : résultats 2022 prévisions 2023, rapport mai 2023.
- [Ailliot, 2023] AILLIOT, P. (2023). Cours de modèle linéaire. (*Euria*).
- [AKAFFOU, 2020] AKAFFOU, D. H. (2020). Titre : Méthode alternative de tarification santé : Glm/xgboost.
- [Bonnifait, 2019] BONNIFAIT, C. (2019). Optimisation d'un outil de tarification santé destiné au pilotage des grands comptes et branches professionnelles.
- [Fonction publique,] Fonction publique. Fonction publique chiffres clés 2022.
- [Romain Laïly, 2021] ROMAIN LAÏLY, J. M.-R. (2021). Application sur r en tarification non-vie. (*Euria*).
- [Thomas, 2023] THOMAS, M. (2023). Econométrie de l'assurance de non-vie.
- [Vasechko *et al.*, 2009] VASECHKO, O. A., GRUN-RÉHOMME, M. et BENLAGHA, N. (2009). Modélisation de la fréquence des sinistres en assurance automobile. *Bulletin Français d'actuariat*, 9(18):41–63.
- [Vincent LIDSKY, 2019] VINCENT LIDSKY, Irina SCHAPIRA, C. D. L. G. F. I. M. D. C. (2019). Protection sociale complémentaire des agents publics.

Table des figures

1	Tableau de comparaison des primes pures entre l'ancienne et la nouvelle réglementation	ix
2	Cotisation PSC 2025 Scénario 1	x
3	Cotisation PSC 2025 Scénario 2	x
4	Cotisation PSC 2025 Scénario 3	x
5	Résultats techniques projetés des actifs en scénario 3	xi
6	Résultats techniques projetés des retraités en scénario 3	xi
7	Comparison of pure premiums under the old and new regulations	xiv
8	Scenario 1 SSP 2025 premium	xv
9	Scenario 2 SSP 2025 premium	xvi
10	Scenario 3 SSP 2025 premium	xvi
11	Projected technical results for working agents using scenario 3	xvii
12	Projected technical results for retirees using scenario 3	xviii
1.1	Les branches de la Sécurité sociale (<i>source</i> : https://assurance-maladie.ameli.fr)	9
1.2	Les ressources de la protection sociale en 2021 par risque et par régime (<i>source</i> : DREES, <i>La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p 66</i>)	11
1.3	Les prestations de protection sociale en France (<i>source</i> : DREES, <i>La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p 223</i>)	12
1.4	Structure des prestations par risque en Europe(<i>source</i> : DREES, <i>La protection sociale en France et en Europe en 2021, Résultats des comptes de la protection sociale, édition 2022, p112</i>)	13
4.1	Liste des variables de la base de données «Population»	32
4.2	Anomalies détectées dans la base de données «Population»	33
4.3	Liste des variables de la base de données «Prestation»	33
4.4	Liste des vérifications effectuées dans la base de données «Prestation»	35
4.5	Répartition de la population par âge	36
4.6	Répartition des assurés principaux par âge	36
4.7	Répartition des ayants droit par âge	37
4.8	Pyramide des âges	38

4.9 Répartition de la population par sexe	38
4.10 Répartition de la population par type d'assuré et par statut professionnel	39
4.11 Répartition des assurés principaux et des conjoints par statut professionnel	39
4.12 Répartition des bénéficiaires chez les assurés principaux actifs et chez les assurés principaux retraités	40
4.13 Adhésion de la population aux produits	41
4.14 Quantité consommée par catégorie d'actes (en pourcentage)	41
4.15 Remboursement de la complémentaire par catégorie d'actes (en pourcentage)	42
4.16 Consommation moyenne par âge et par sexe	43
4.17 Consommation moyenne par âge et par sexe en dentaire	44
4.18 Consommation moyenne par âge et par sexe en optique	44
4.19 Consommation moyenne par âge et par sexe en pharmacie	45
4.20 Répartition du remboursement complémentaire par type d'assuré et par statut professionnel	45
5.1 Corrélation entre les variables explicatives	50
5.2 Corrélation entre les nouvelles variables explicatives	50
5.3 Ajustement des lois pour la fréquence en dentaire	51
5.4 Comparaison des modèles de fréquence en dentaire	52
5.5 Ajustement des lois pour le coût moyen en dentaire	52
5.6 Comparaison des modèles de coût moyen en dentaire	53
5.7 Comparaison des fréquences sur la base de test	53
5.8 Quantité consommée pour le poste soins courant	54
5.9 Quantité consommée pour des sous postes en soins courant	55
5.10 Ajustement des lois de la fréquence de la ligne de soins honoraires para- médicaux	55
5.11 Ajustement des lois du coût moyen de la ligne de soins honoraires para- médicaux	56
5.12 Comparaison des modèles de coût moyen en honoraires paramédicaux . . .	56
6.1 Tableau de comparaison des primes pures	59
6.2 Comparaison graphique des coûts du risque par personne protégée avant et après la réforme PSC	60
6.3 Cotisation PSC 2025 scénario 1	61
6.4 Cotisation PSC 2025 scénario 2	62
6.5 Cotisation PSC 2025 scénario 3	63
6.6 Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 3	63
6.7 Résultats techniques projetés des actifs en scénario 3	64
6.8 Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 3	65
6.9 Résultats techniques projetés des retraités en scénario 3	66
C.1 Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 1	77
C.2 Évolution de la cotisation entre 2025 et 2029 pour le scénario 2	78

D.1	Résultats techniques projetés des actifs en scénario 1	79
D.2	Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 1	79
D.3	Résultats techniques projetés des retraités en scénario 1	80
D.4	Résultats techniques projetés des actifs en scénario 2	80
D.5	Résultats techniques projetés des enfants de moins de 21 ans en scénario 2	81
D.6	Résultats techniques projetés des retraités en scénario 2	81