

Mémoire présenté le :
pour l'obtention du diplôme
de Statisticien Mention Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuares

Par : Manon Abisseror

Titre du mémoire : Un produit innovant répondant aux besoins spécifiques des TNS : regrouper les garanties santé et prévoyance complémentaires au sein d'un même contrat avec intégration d'un cashback

Confidentialité : Non Oui (Durée: 1 an 2 ans)

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

Membres présents du jury de la
filière :

Signatures :

Entreprise :

Nom: Nexialog

Signature :

Membres présents du jury de
l'institut des Actuares :

Signatures :

.....
Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Alexis ADJEDJ

Signature :



.....
Invité :

Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



**Un produit innovant répondant aux besoins spécifiques des TNS :
regrouper les garanties santé et prévoyance complémentaires au sein d'un
même contrat avec intégration d'un cashback**

Manon ABISSEROR

Juin 2023

Résumé

Les travailleurs indépendants ne disposent pas de la même couverture sociale que les travailleurs salariés. Ils ne cotisent pas aux mêmes organismes, que ce soit pour la prévoyance ou la santé. C'est la raison pour laquelle les travailleurs non salariés (TNS) doivent souscrire une complémentaire santé et prévoyance leur permettant de s'assurer contre le risque de perte de revenus.

L'objectif de ce mémoire est de mettre en place un produit optimal pour ces individus cumulant les risques santé et prévoyance avec l'intégration d'un cashback, qui sera l'innovation apportée au produit. Si l'assuré ne consomme pas au bout d'un certain nombre d'années, l'assureur lui reverse un pourcentage de ces primes. Le sujet vient approfondir une thématique d'actualité car ce type de produit existe depuis peu sur le marché sur des contrats santé uniquement.

L'intégralité de notre étude vise à améliorer la protection sociale des TNS et à optimiser la satisfaction client du produit créé en calibrant le montant des primes y compris cashback via différentes simulations et indicateur de rentabilité. Cette mise en place permettra de suivre l'évolution du risque, d'ajuster au mieux les paramètres de tarification du risque santé et arrêt de travail (incapacité de travail et invalidité permanente) pour avoir une souscription adaptée à la réalité du risque, mais aussi maintenir l'équilibre technique du portefeuille.

Mots clés : Travailleurs non salariés (TNS), cashback, tarification, garantie santé, garantie prévoyance, satisfaction client, rentabilité.

Abstract

Self-employed persons do not have the same social security cover as salaried workers. They do not contribute to the same organizations, whether for pension or health. This is why self-employed workers must take out complementary health and provident insurance allowing them to insure themselves against the risk of loss of income.

The objective of this thesis is to set up an optimal product for these individuals combining health and welfare risks with the integration of a cashback, which will be the innovation brought to the product. If the insured does not consume after a certain number of years, the insurer pays him a percentage of these premiums. The subject deepens a topical theme because this type of product has recently existed on the market on health contracts only.

The entirety of our study aims to improve the protection of self-employed workers and to optimize the customer satisfaction of the product created by calibrating the amount of premiums including cashback via different simulations and profitability indicator. This implementation will make it possible to monitor the evolution of the risk, to adjust as well as possible the parameters of the pricing of the health risk and work stoppage (incapacity for work and permanent disability) to have a subscription adapted to the reality of the risk, but also to maintain the technical balance of the portfolio.

Keywords : Self-employed workers, cashback, pricing, health guarantee, provident guarantee, customer satisfaction, profitability.

NOTE DE SYNTHÈSE

Le présent mémoire vise à créer un nouveau produit d'assurance permettant d'améliorer la protection sociale des travailleurs non salariés (TNS). Les TNS représentent une part importante du marché français, en constante croissance depuis 2008, comptant près de 4 millions de personnes actuellement en France. C'est la raison pour laquelle cette population suscite l'intérêt des acteurs de la protection sociale depuis plusieurs années. Les travailleurs indépendants ne disposent pas de la même couverture sociale que les travailleurs salariés : ils ne cotisent pas aux mêmes organismes, que ce soit pour la santé ou la prévoyance. En cas de cessation d'activité pour hospitalisation ou arrêt de travail, les TNS ont une couverture moins avantageuse que celle des salariés. Des dispositifs sont mis en place mais cela demeure insuffisant. Depuis 2020, des améliorations voient le jour comme le décret n°2020-621 réduisant le délai de carence pour l'attribution des indemnités journalières maladie (IJ) le rendant identique à celui du régime des salariés. Aussi, contrairement aux salariés couverts par une complémentaire santé collective, les TNS n'ont pas l'obligation de souscrire à une mutuelle. Afin de rétablir l'équilibre entre le régime des salariés et celui des indépendants, le dispositif Madelin propose des garanties assorties d'une fiscalité avantageuse permettant aux TNS de déduire de son revenu imposable les cotisations versées au titre du contrat de protection sociale complémentaire. On constate que ces contrats restent cependant sous-utilisés.

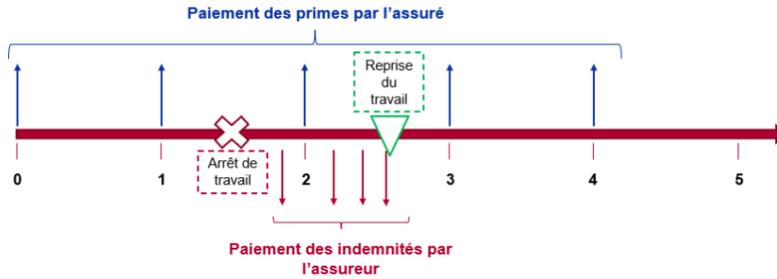
Dans l'objectif de répondre aux besoins des TNS, le produit mis en place couvre tous les postes santé ainsi que les risques décès, incapacité et invalidité, et l'intégration d'un cashback en est la nouveauté. Le sujet vient approfondir une thématique d'actualité car l'intégration d'un cashback dans un contrat santé existe. Le regroupement des risques santé et prévoyance dans un produit existe également. Toutefois, intégrer un cashback dans un contrat regroupant les deux risques reste inexistant et permettra de nous distinguer de la concurrence.

Le cashback s'applique sur la garantie prévoyance et uniquement sur l'hospitalisation en santé, étant donné la faible fréquence à laquelle survient un sinistre hospitalier. Proposer un cashback sur cette garantie a ainsi du sens et permettra aux assurés n'ayant pas consommé de percevoir une partie des primes versées. La promesse de cashback sur le risque santé-prévoyance est un véritable atout pour ce produit et joue le rôle d'une incitation pour les TNS à se couvrir. En effet, si aucune hospitalisation ni aucun sinistre en incapacité et invalidité ne surviennent durant quatre années successives, l'assuré bénéficiera d'un bonus qui sera reversé sur son compte courant, fixé à $\alpha = 50\%$ dans cette étude.

$$\text{Cashback} = \alpha \times \text{Cotisations versées par l'assuré}$$

Voici les différents cas où l'assuré peut percevoir le cashback :

Cas 1 : Pas de sinistres "hospitalisation"



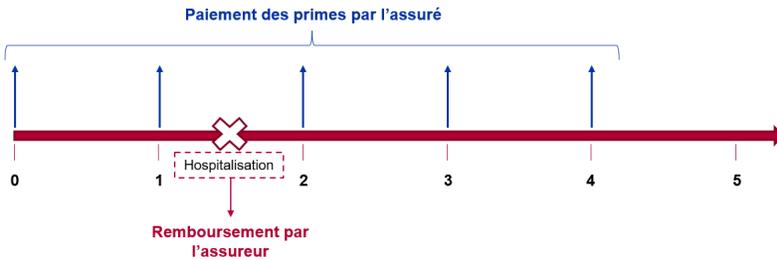
Les primes totales versées par l'assuré P sont égales à $P = P_S + P_P = P_{Hospi} + P_{hors Hospi} + P_P$

Avec :

- P_S : les primes Santé
- P_P : les primes Prévoyance
- P_{Hospi} : les primes pour le poste « Hospitalisation » de la couverture Santé

Dans ce cas, $1/2 P_{Hospi}$ est reversé sur le compte courant de l'assuré.

Cas 2 : Pas de paiements d'indemnités pour "arrêt de travail"



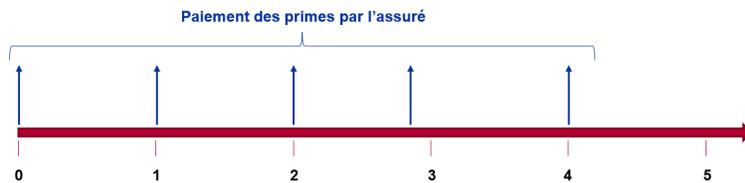
Les primes totales versées par l'assuré P sont égales à $P = P_S + P_P = P_S + P_{AT} + P_{DC}$

Avec :

- P_S : les primes Santé
- P_P : les primes Prévoyance
- P_{AT} : les primes pour le poste « Arrêt de travail » de la couverture Prévoyance
- P_{DC} : les primes pour le poste « Décès » de la couverture Prévoyance

Dans ce cas, $1/2 P_{AT}$ est reversé sur le compte courant de l'assuré.

Cas 3 : Pas de paiements pour "hospitalisation" ni d'indemnités pour "arrêt de travail"



Dans ce cas, $1/2 P_{hospi} + 1/2 P_{AT}$ est reversé sur le compte courant de l'assuré.

Dans l'objectif de tarifier le produit, il est nécessaire de calculer la valeur de la prime risque par risque.

Tarifification du risque santé :

La prime pure santé est calculée selon une approche *fréquence × coût moyen*, et ce pour chacun des trois actes associés à l'hospitalisation : les chambres particulières, les forfaits journaliers hospitaliers, les séjours hospitaliers, à l'aide des modèles linéaires généralisés (GLM).

Résultats des tarifs obtenus pour la garantie santé, en fonction de l'âge, par acte :

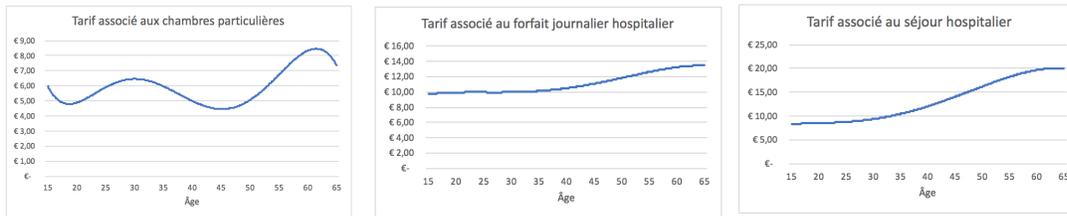


Figure - Prime pure associée aux actes hospitaliers

Le constat est établi que le risque pour un assuré de séjourner à l'hôpital et d'avoir un coût forfaitaire hospitalier augmente avec l'âge dû à la santé qui évolue inversement. Exception faite pour l'acte "chambres particulières" : l'étude a montré que le pic de consommation entre 30 et 35 ans concerne les femmes, cela est dû à la maternité.

La prime pure santé mensuelle est déterminée par somme des primes pures des actes hospitaliers.

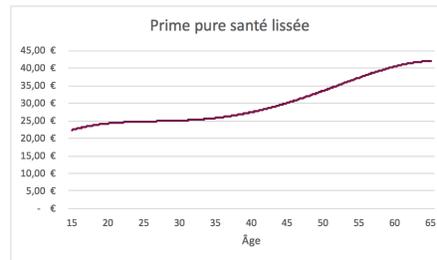
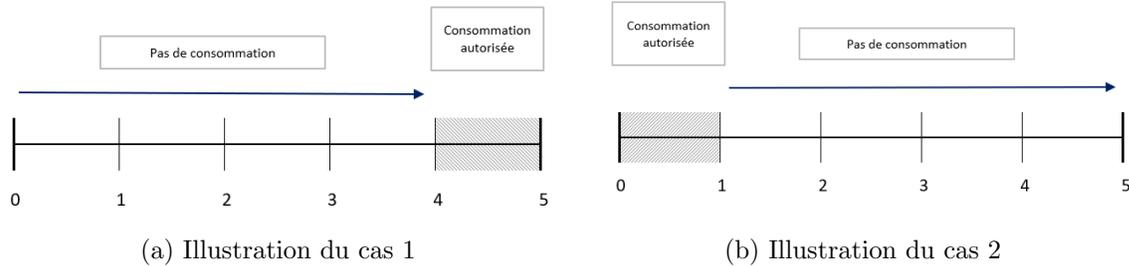


Figure - Prime pure mensuelle en santé

Il est supposé que l'assureur intègre le coût du cashback dans le montant de la prime. De cette manière l'assureur peut respecter son engagement, mais si au global l'assureur est déficitaire, avec le cashback reversé aux assurés il le sera d'autant plus. Les montants des primes y compris cashback sont alors déterminés. Étant donné que la base de donnée mise à disposition est établie sur une période de cinq ans et que le cashback est reversé à la fin de la quatrième année, l'analyse du cashback sur le portefeuille santé a été effectué suivant deux cas :

- cas 1 : les individus n'ayant pas consommé sur la première période de 4 ans mais qui ont pu consommer entre la quatrième et cinquième année,
- cas 2 : les individus ayant consommé la première année mais pas les 4 années restantes.



La variable "prestations" intègre à présent 50% de cashback pour les non-consommateurs. Des GLM sont de nouveau réalisés afin de déterminer un nouveau montant de prime sur ces individus. Étant donné le bonus intégré dans la prime, elle sera plus élevée que celle sans cashback.

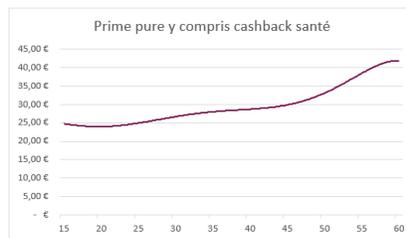


Figure - Prime pure mensuelle y compris cashback en santé

Tarifification du risque prévoyance :

En prévoyance, la tarification des risques incapacité, invalidité et décès provient de données internes au cabinet Péricle's Actuarial. La base de données prévoyance n'étant pas à notre disposition, afin de poursuivre l'étude, une base de donnée a été générée à partir des profils assurés santé. Les prestations ont été simulées à partir des lois issues des tables réglementaires abattus par un coefficient d'abattement. En effet, les TNS n'ont pas le même risque qu'une population lambda. Le ratio S/P obtenu est cohérent : le tarif transmis par Pericles Actuarial est donc en concordance avec la base de données simulée.

Le but est de déterminer le montant de la prime avec l'intégration du cashback défini de la manière suivante, afin de maintenir un S/P identique au S/P avant cashback :

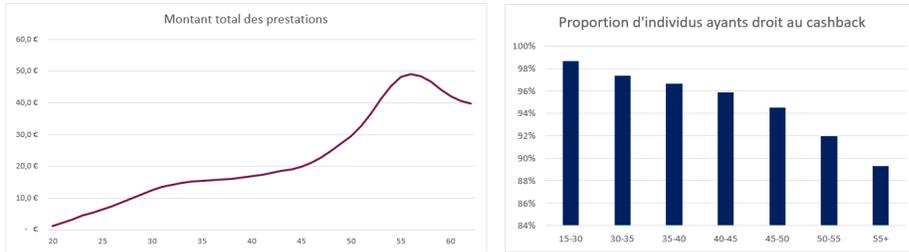
$$\text{Prime y compris cashback} = \frac{\text{Prestations} + \text{Montant du cashback versé}}{\text{Prestations}} \times \text{Prime avant cashback}$$

Avec :

$$\text{Montant du cashback versé} = \alpha \times \text{Nombre de personnes ayant droit au cashback} \times \text{Prime avant cashback}$$

La proportion de personnes ayant droit au cashback ainsi que le montant des prestations avant cashback sont des variables inconnues. Afin de les déterminer, un modèle de calcul à états (chaînes de Markov) est construit sur une période définie, en fonction de l'âge entré en input et à partir des taux d'incidence et des probabilités de passage des tables BCAC.

Suite au modèle, les résultats des montants des prestations totales par âge, pour 1€ d'indemnités journalières ainsi que les probabilités obtenues par tranche d'âge des individus percevant le cashback sont représentés comme suit :



(a) Montants de prestations par âge par individu (b) Ayants droit au cashback au bout de 4 années par tranche d'âge

A présent, il est possible de déterminer le coût du cashback en prévoyance. Nous nous limiterons à deux cas pour tarifier le cashback :

- cas 1 : de sorte à ce que le ratio S/P avant cashback soit identique au S/P après cashback c'est-à-dire le cas où on fait payer entièrement le cashback à l'assureur,
- cas 2 : en fixant le S/P global après cashback à 90%, à dire d'expert.

Le ratio S/P avant cashback est égale à 85%. Soit β , le taux d'augmentation de primes, tel que :

$$\text{Primes y compris cashback} = (1 + \beta) \times \text{Primes sans cashback}$$

Afin que le ratio S/P après cashback soit de 85% également, β doit être de 55%. Dans ce cas, les primes après cashback évoluent de la même façon que les sinistres y compris cashback, en ce sens l'assureur demande à l'assuré de payer exactement son risque.

En fixant le S/P après cashback à 90%, l'augmentation des primes β vaut 47%. Dans ce cas, il y a une augmentation des primes de 47% pour une augmentation des sinistres de 55%. Le coût du cashback est élevé. Cela s'explique par un nombre important de non-consommant dans le portefeuille prévoyance.

Étant donné le nombre important de personnes ne consommant pas, la mise en place d'un cashback en prévoyance a d'autant plus de sens.

Optimisation de la satisfaction cliente :

Par la suite, nous souhaitons optimiser le montant des primes après cashback de tel sorte à augmenter la satisfaction et fidélisation client tout en maintenant une certaine rentabilité assureur. Pour cela, nous émettons l'hypothèse que la satisfaction du client est corrélé avec le ratio S/P de son contrat (ce qui est assez intuitif) : plus la couverture a été utilisée par un assuré, plus il en sera satisfait. Nous posons donc les

problématiques suivantes : **De quelle manière déterminer le coût du cashback permettant de maximiser la satisfaction client tout en minimisant la perte de rentabilité? L'assureur n'a t-il pas intérêt à perdre quelques point de S/P afin d'améliorer la satisfaction cliente ?**

D'après une approche se basant sur des fondements microéconomiques, et plus spécifiquement sur la théorie de la décision, la fonction de satisfaction est déterminée partant de l'hypothèse où l'assureur accepte de dégrader sa rentabilité pour gagner en satisfaction assurée.

Soit $f(x)$ la fonction qui à x associe la satisfaction d'un individu :

$$f(x) = \frac{2}{1 + \exp^{-c1 \times (x - c2)}} - 1$$

Avec :

- x correspondant au ratio S/P ,
- $c1$ correspondant à la raideur de la pente,
- $c2$ correspondant à l'abscisse du point d'inflexion ¹.

Les choix des paramètres $c1$ et $c2$ sont fixés de façon empirique.

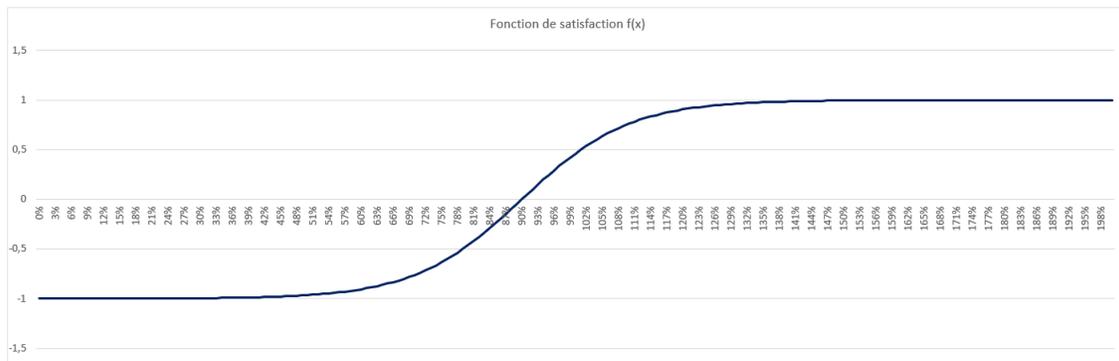


Figure - Représentation de la courbe de satisfaction $f(x)$

Le choix de déterminer l'équation d'une courbe strictement croissante en forme de "S" a un sens. Elle est déterminée empiriquement de sorte à ce qu'elle vérifie des critères. On souhaite que la courbe dispose d'asymptotes particulières. En effet, nous supposons que la satisfaction évolue peu autour des ratios S/P proche de 0%. Entre 0% ou 20% par exemple, l'assuré reste insatisfait avec un niveau de satisfaction proche de -1 : cela se traduit par une asymptote souhaitée $y = -1$ lorsque x tend vers 0. La satisfaction de l'assuré croît lorsqu'il commence à rentabiliser son contrat, la courbe croîtra à cet instant, et ce jusqu'à ce que le ratio S/P soit élevé. Nous estimons que l'assuré sera tout autant satisfait, que son ratio soit de 200% ou 300%, c'est pourquoi nous fixons une seconde asymptote $y = 1$ lorsque x tend vers l'infini.

Répondre à la problématique, revient à **déterminer β maximisant la dérivée $f'(X)$ de la fonction de**

1. Un point d'inflexion est un point où la courbe change de convexité.

satisfaction :

$$\begin{aligned} \text{En santé} &: \boxed{\max_{0\% < \beta \leq 30\%} f'(X)} \\ \text{En prévoyance} &: \boxed{\max_{0\% < \beta \leq 55\%} f'(X)} \end{aligned}$$

Le taux β vérifiant ces conditions est : $\beta = \frac{\text{Sinitres y compris cashback}}{(\text{Primes sans cashback} \times c2)} - 1$

Différentes simulations sont effectuées pour déterminer β dans le but d'observer si l'assureur maintenait ou non une rentabilité du contrat en acceptant de perdre quelques points de S/P . Une première simulation est de fixer le paramètre $c2^1$, à 90% comme étant la cible pour une satisfaction moyenne et de dégrader ainsi les S/P individuels inférieurs à 90% et en ayant une seule courbe de satisfaction pour tous les assurés. Cette simulation peut être améliorée en prenant plusieurs courbes de satisfaction en faisant varier le paramètre $c2$ en fonction de l'âge de l'assuré. Enfin, la seconde simulation comprend d'optimiser le portefeuille dans sa globalité en dégradant les ratios S/P uniquement là où la dérivée est maximale.

Résultat des simulations :

En santé, le ratio gain de satisfaction par rapport à la perte de points de S/P est le plus élevé dans le cas de la **simulation d'optimisation au global du portefeuille**. Dans ce cas, la baisse du β est optimale (c'est à dire qu'elle maximise le gain de satisfaction client) jusqu'à $\beta=29\%$, ce qui peut permettre d'abaisser le coût du cashback. Le ratio S/P serait alors de 77% contre 76% sans cashback.

En prévoyance, le ratio gain de satisfaction par rapport à la perte de points de S/P est le plus élevé dans le cas d'amélioration du second modèle où **le paramètre $c2$ est fonction de l'âge de l'assuré**. Dans ce cas, β , le taux d'augmentation des primes avant cashback, vaut 50%. Le ratio S/P serait alors de 89% contre 86% sans cashback.

Conclusion :

Le produit coûte cher techniquement. Nous proposons alors des alternatives :

Dans un premier temps nous proposons de baisser la rentabilité et jouer sur le volume : il s'agit de diminuer le taux β de sorte à ce que le produit soit plus attrayant et ainsi augmenter le nombre de souscriptions, ce qui permettra d'équilibrer de nouveau la rentabilité.

Une deuxième possibilité serait d'intégrer le risque retraite dans le produit : au lieu de verser le cashback sur un compte courant, il sera versé sur une épargne retraite. Cela générera de la production financière. Également, il y aura des frais d'entrée, d'encours et d'acquisition qui s'appliqueront, ce qui permettra d'amortir la perte de rentabilité de la santé-prévoyance.

1. $c2$ correspond à l'abscisse du point d'inflexion de la courbe $f(x)$

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le cabinet de conseil Périclès Actuarial sans qui cette étude n'aurait pas été possible, et plus particulièrement Gueric BRAS, qui a non seulement, su inspirer le sujet de ce mémoire, mais aussi partagé avec beaucoup de pédagogie son expertise en matière de santé-prévoyance.

Je voudrais ensuite adresser toute ma reconnaissance à Alexis ADJEDJ, expert en santé-prévoyance, senior manager du cabinet Nexialog Consulting, pour son suivi et sa disponibilité tout au long de ce mémoire ainsi qu'à Habib FAYE et Areski COUSIN, tous deux membres du cabinet Nexialog Consulting. Je souhaiterais leur exprimer toute ma gratitude pour la gentillesse et la patience avec lesquelles ils ont répondu à mes innombrables questions, sans oublier leur soutien et encouragement permanent, qui m'ont permis d'arriver au bout de cette aventure.

Je tiens également à remercier Jonathan ABIZMIL, expert en épargne-retraite pour ses remarques pertinentes, et ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter et enrichir mes réflexions.

Je formule enfin un grand merci à toutes les personnes qui ont accepté de relire ce mémoire : Christel POUGOUE et Léo SCHENK.

Table des matières

Résumé	2
Remerciements	11
I Introduction	16
II Description du marché des TNS et critiques sur sa couverture	18
1 État des lieux du marché actuel	18
2 Les garanties du régime de base des TNS : Sécurité sociale des Indépendants	20
2.1 La prévoyance	20
2.1.1 La protection actuelle	20
2.1.2 Une réforme bienvenue	22
2.1.3 Une protection qui demeure insuffisante	24
2.2 La Santé	24
3 Les régimes complémentaires via les dispositifs Madelin : des fiscalités avantageuses	25
3.1 Description de la loi Madelin	25
3.2 Etat des lieux du marché Madelin : des contrats sous-utilisés	26
3.2.1 En prévoyance	26
3.2.2 En santé	27
III Construction d'un nouveau produit pour les TNS mutualisant les garanties santé et prévoyance avec intégration d'un cashback	28
1 Description du nouveau produit	28
1.1 Garantie couverte en santé : l'hospitalisation	28
1.2 Benchmark sur les pratiques du marché	28
1.3 Les garanties du produit mis en place	29
1.3.1 La sélection médicale	30
1.4 Le cashback : innovation du produit	31
1.4.1 Contexte du cashback	31
1.4.2 Conditions d'application	32
2 Présentation du portefeuille étudié en santé	33
2.1 Présentation des données santé	33
2.2 Traitement des données	33
2.3 Analyse descriptive relative à l'hospitalisation	36

2.3.1	Comportement de la variable coût	38
2.3.1.a	Seuil de séparation des valeurs extrêmes	38
2.3.1.b	Statistiques descriptives	42
2.3.2	Comportement de la variable fréquence	43
3	Tarification indépendante du nouveau produit	47
3.1	Tarification du risque santé	47
3.1.1	Application des modèles	47
3.1.1.a	La sélection des variables	47
3.1.1.b	Modèles obtenus et interprétation des résultats	48
3.1.2	Prime pure	57
3.1.3	Prime commerciale	57
3.2	Tarification du risque prévoyance	58
3.2.1	L'invalidité	59
3.2.2	L'incapacité	59
3.2.3	Le décès	60
3.3	Modalités de coût et de versement du cashback	61
3.3.1	Quel sera le coût du cashback pour les assurés?	61
3.3.2	Quel sera le montant de cashback versé par l'assureur?	61
3.4	Tarification du cashback	62
3.4.1	Tarification du cashback en santé	62
3.4.1.a	Choix du taux de cashback α	63
3.4.1.b	Analyse du cashback sur le portefeuille santé	63
3.4.1.c	Résultat des GLM	64
3.4.2	Tarification du cashback en prévoyance	66
3.4.2.a	Modèle de calcul	66
3.4.2.b	Création de la base de données prévoyance	72
3.4.2.c	Analyse du cashback sur le portefeuille prévoyance	74
IV	Optimisation de la satisfaction client sous contrainte de rentabilité	76
1	Étude de la satisfaction client globale du portefeuille	76
1.1	Sur le portefeuille santé	76
1.1.1	Analyse de rentabilité au global	76
1.1.2	Analyse de satisfaction	77
1.2	Sur le portefeuille prévoyance	77
1.2.1	Analyse de rentabilité au global	77
1.2.2	Analyse de satisfaction	78
2	Modélisation de la satisfaction de l'assuré : une approche microéconomique	79
2.1	La théorie de la décision	79
2.1.1	Comportement du consommateur : la théorie de l'utilité espérée	79
2.2	Problématique	81

2.3	Niveau de satisfaction des individus	82
2.3.1	Courbe en escalier	82
2.3.2	Courbe en forme de "S"	83
2.4	Optimisation du taux β	84
2.5	Analyse d'impact	85
2.5.1	Optimisation individuelle	85
2.5.1.a	Cas où le paramètre c_2 est fixé à 90%	86
2.5.1.b	Cas où le paramètre c_2 est fonction de l'âge de l'assuré	88
2.5.2	Optimisation au global	92
2.6	Récapitulatif des résultats	94
2.6.1	En santé	95
2.6.2	En prévoyance	96
V	Pour aller plus loin...	97
1	Le risque retraite	97
1.1	Le régime actuel des indépendants	97
1.2	Le régime complémentaire	98
1.2.1	Contrat Madelin retraite	98
1.2.2	Le PER : une amélioration pour la retraite complémentaire des TNS	99
2	Description du produit dans l'idéal	101
2.1	Aspect Marketing	101
2.1.1	Le Pack Basic	101
2.1.1.a	Généralités sur l'assurance vie	101
2.1.1.b	Le rachat	103
2.1.1.c	Sortie en capital : impôt sur le revenu	103
2.1.1.d	Les différents supports d'investissement	105
2.1.1.e	L'arbitrage	107
2.1.1.f	Les différents modes de gestion du contrat	107
2.1.1.g	Un avantage séduisant pour les TNS	108
2.1.2	Le Pack Premium	108
2.2	Les garanties du produit mis en place	108
2.3	Le cashback	110
2.3.1	Conditions d'application	110
2.3.2	Quelques notions concernant la PB	110
2.3.2.a	Le Taux Minimum Garanti viager (TMG) VS le Taux Minimum Annuel Garanti (TMAG)	110
2.3.2.b	Réglementation	112
2.3.3	Mécanisme de la PB	113
2.3.4	Un cashback sous forme de PB	116
2.3.5	Mutualiser les risques : un avantage comptable	116
2.3.6	Benchmark de produits existants sur le marché	117

VI Conclusion	118
VII Annexe A : Théorie de la fréquence de consommation	119
1 Le modèle de Poisson	119
2 Le modèle binomiale négatif	120
3 Test d'adéquation : le test du χ^2	120
4 Modèles de régression à inflation de zéro : ZIP et ZINB	121
VIII Annexe B : Théorie du coût moyen des sinistres	124
1 La loi log normale	124
2 La loi Gamma	124
IX Annexe C : Résultats des modèles associées aux chambres particulières	125
X Annexe D : Résultats des modèles associées au forfait journalier hospitalier	128
XI Annexe E : Résultats des modèles associées au frais de séjour hospitalier	130
XII Annexe F : Taux d'entrée en incidence (incapacité)	132
XIII Annexe G : Tableaux récapitulatifs des taux de remboursement en santé	133
Bibliographie	136

Première partie

Introduction

La loi 2013-504 du Code de la sécurité sociale¹, fixe l'obligation de la mise en place d'une mutuelle d'entreprise au 1^{er} Janvier 2016. Depuis 2016, tous les salariés des entreprises des secteurs privé et public, disposent d'une mutuelle santé cofinancée par l'employeur. Quant aux travailleurs indépendants, ils restent libres d'opter ou non, pour une assurance complémentaire de santé.

Qui sont les travailleurs indépendants ? Ils font partie de la catégorie des Travailleurs Non-Salariés (TNS), dont l'INSEE donne la définition suivante : "activité professionnelle non salariée, non agricole, déterminée par l'exercice d'une activité professionnelle principale ou secondaire, sans lien de subordination à un donneur d'ordre". Il s'agit donc des citoyens actifs installés à leur compte.

En 2018, afin d'améliorer la protection sociale des travailleurs indépendants, le Régime Social des Indépendants (RSI) dont ils dépendent, a été réformé pour donner naissance à la Sécurité Sociale des Indépendants (SSI). Ceci leur a permis, au 1er janvier 2020, de dépendre, eux aussi, du régime général de l'Assurance Maladie. Cette date correspond en effet à la fin de la période transitoire de 2 années débutée en 2018, suite à la suppression du RSI, durant laquelle la SSI a progressivement pris la relève.

Toutefois, ces changements se montrent insuffisants dans bien des cas, notamment pour certains actes médicaux récurrents. C'est la raison pour laquelle les travailleurs indépendants, pour optimiser la couverture de leurs soins médicaux, doivent souscrire une assurance complémentaire. En effet, la population des TNS bénéficie à la base, d'une protection santé très réduite. Les premiers mois de la crise sanitaire ont mis en lumière les difficultés financières de cette population, face à une multiplication des arrêts de travail non indemnisés. Afin de modifier le système actuel d'indemnisation en cas d'arrêt maladie pour les professions libérales, le gouvernement a déposé un amendement au projet de loi de financement de la sécurité sociale 2021, le 16 octobre 2020. Cette mesure a été adoptée le 23 octobre et a pour objectif de supprimer le délai de 90 jours pour ces professionnels afin d'obtenir des indemnités journalières en cas d'arrêt maladie. Selon l'amendement n° 2699, depuis le 1^{er} juillet 2021, un dispositif d'indemnités journalières unique, à adhésion et cotisation obligatoires, commun à l'ensemble des professionnels libéraux a été mis en place. Il permet d'indemniser les arrêts de travail pour maladie ou hospitalisation pendant 90 jours avec un délai de carence de trois jours, soit 87 jours indemnisés au maximum. Aujourd'hui, cette mesure permet d'aider près de 1,1 million de professionnels libéraux. Ils ont sans doute toutefois payer un plus lourd tribut à la crise que les salariés du fait de la moindre protection dont ils disposaient.

Jusqu'à présent un certain nombre de ces professionnels ne voyaient pas vraiment l'intérêt de souscrire une mutuelle prévoyance. Beaucoup l'assimilent à une dépense plutôt qu'à un investissement : selon l'âge et le métier, elle peut en effet coûter jusqu'à 3000 euros par an. La pandémie a contribué à changer les mentalités : d'après un article de l'Argus de l'Assurance, April a enregistré

1. Article L.911-7 (I-IX) du 14 juin 2013 - Code de la sécurité sociale

une hausse de 10 % de la production en santé et prévoyance sur le marché des TNS de janvier à octobre 2020 comparé à la même période une année plus tôt.

Les garanties proposées par le régime de sécurité sociale pour cette catégorie d'individus sont dans la plupart des cas insuffisantes pour compenser les pertes de revenu suite à un accident, une maladie ou encore un décès. Ainsi, les travailleurs non salariés doivent souscrire une prévoyance individuelle afin d'être couverts dans ces différentes situations et percevoir des indemnités journalières complémentaires, rente ou versement de capital. Néanmoins, une proportion importante des travailleurs non salariés ne parvient pas à appréhender le bénéfice du produit, souvent perçu comme trop cher. Étant concernés par de la mutuelle santé individuelle, ils ne bénéficient ni de mutualisation sur un groupe, ni de parts patronales pour diminuer le coût de la mutuelle.

L'objectif est donc de mettre en place un produit optimal pour ces individus cumulant les risques santé et prévoyance avec l'intégration d'un cashback qui sera l'innovation apportée au produit. Le sujet vient approfondir une thématique d'actualité car ce type de produit existe depuis peu sur le marché sur des contrats santé uniquement. L'intégralité de notre étude vise à améliorer la protection des TNS et à optimiser la satisfaction client du produit créé en calibrant le montant des primes y compris cashback via différentes simulations et indicateur de rentabilité. Cette mise en place permettra de suivre l'évolution du risque, d'ajuster au mieux les paramètres de tarification du risque santé et arrêt de travail (incapacité de travail et invalidité permanente) pour avoir une souscription adaptée à la réalité du risque, mais aussi maintenir l'équilibre technique du portefeuille. Dans une première partie, nous décrirons la couverture actuelle des TNS. Dans un second temps nous développerons la mise en place et la construction de ce nouveau produit. Enfin, nous analyserons sa rentabilité sous différents scénarios permettant d'accroître la satisfaction des assurés.

Deuxième partie

Description du marché des TNS et critiques sur sa couverture

Dans cette partie sera établie un état des lieux du marché des TNS, puis seront évoquées les raisons pour lesquelles la création de ce produit d'assurance est intéressante. Ensuite, les garanties du régime de base des TNS seront développées ainsi que les avantages et inconvénients du dispositif Madelin.

1 État des lieux du marché actuel

”Travailleur indépendant” et ”travailleur non salarié” (TNS) sont des appellations différentes pour désigner une même réalité : une personne travaillant à son propre compte, sans aucun lien de subordination avec un supérieur hiérarchique. Il s'agit d'un professionnel exerçant son activité dans un cadre autre que le salariat. La loi octroie le statut de (TNS) aux dirigeants suivants :

- Chef d'entreprise individuelle (personne exerçant son activité en nom propre, y compris EIRL¹),
- Gérant associé unique d'entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (EURL),
- Gérant majoritaire de société à responsabilité limitée (SARL),
- Et les associés de société en nom collectif (SNC).

Un gérant de SARL est dit ”majoritaire” lorsqu'il possède, seul ou avec d'autres gérants, plus de la moitié du capital de la société.

Les TNS représentent une part importante du marché français : plus d'un actif français sur 10². En constante augmentation depuis l'année 2008 où on comptait déjà plus de 2,5 millions de professionnels indépendants, on remarque qu'en 2016 le nombre d'auto-entrepreneurs a passé le cap des trois millions dans l'Hexagone. Ils étaient plus de 3,2 millions en 2019³ et sont de 4 millions actuellement en France selon l'INSEE. En Europe, des analyses économiques estiment que le nombre de travailleurs indépendants va surpasser celui des salariés d'ici 15 ans⁴.

1. EIRL : entrepreneur individuel à responsabilité limitée, EURL : entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée, SARL : société à responsabilité limitée, SNC : société en nom collectif

2. G.PERRIN(2019), ”Indépendants : toujours plus d'acteurs sur les rangs”, l'ARGUS de l'assurance

3. Chiffres à 2021 selon Statista

4. La mutuelle Générale, ”Qui sont les TNS/travailleurs indépendants ?” (2020)



FIGURE 4 – Nombre de professionnels indépendants en France entre 2008 et 2019

Actuellement, les TNS ont peu de connaissance concernant leur protection sociale. A travers un baromètre publié en novembre dernier, Metlife France met en évidence cette méconnaissance. Les indépendants se sentent ainsi toujours bien protégés par leur Régime obligatoire en cas d'arrêt de travail (42%), d'invalidité (48%) et de décès (53%), même si ce dispositif n'offre en réalité que peu de protection. Aussi, ils sont assez peu nombreux à connaître le montant des indemnités en cas de coups durs : 29% déclarent les connaître en cas d'incapacité. Ils sont 22 % à connaître cette somme pour l'invalidité et 17% pour les décès.

Au total, moins d'un indépendant sur deux est protégé par un contrat de prévoyance, soit 48%. Parmi ceux qui ont décidé de s'équiper, ils sont 55% à le faire pour diminuer les risques associés à leur statut et 49% indiquent passer à l'acte pour protéger leur famille.¹

1. EDICOM, "Moins d'un indépendant sur deux protégé par un contrat de prévoyance", Profession CGP (2020)

2 Les garanties du régime de base des TNS : Sécurité sociale des Indépendants

Les travailleurs indépendants ne disposent pas de la même couverture sociale que les travailleurs salariés. Ils ne cotisent pas aux mêmes organismes, que ce soit pour la prévoyance ou la santé. A noter que pour les TNS il n'y a pas de notion de salaire contrairement aux salariés, ils perçoivent un revenu.

2.1 La prévoyance

2.1.1 La protection actuelle

La sécurité sociale des indépendants, SSI, est un système d'organisation de la gestion de la protection sociale des travailleurs indépendants. Depuis 2020, tous les chefs d'entreprises et les dirigeants non-salariés y sont obligatoirement affiliés. La SSI remplace le régime social des indépendants, RSI, organisme de droit privé supprimé depuis 2018¹. Elle regroupe l'ensemble des professions suivantes :

- les artisans
- les commerçants
- les professions libérales n'étant pas affiliées à la CIPAV (Caisse interprofessionnelle de prévoyance et d'assurance vieillesse) ou à une autre caisse spécifique.

L'invalidité

La pension d'invalidité a pour objet de compenser la perte de revenus qui résulte de la réduction de la capacité de travail. Pour calculer la pension d'invalidité, la sécurité sociale prend en compte le revenu annuel moyen à partir des 10 meilleures années d'activité (revenus soumis à cotisations dans la limite du plafond annuel de la sécurité sociale).

Si le professionnel est capable d'exercer l'activité professionnelle rémunérée, il bénéficiera d'une pension pour incapacité partielle au métier (PIPM). Cette pension correspond à 30% du revenu annuel moyen.

S'il ne peut plus exercer d'activité professionnelle, il bénéficiera d'une pension pour invalidité totale et définitive (PITD) correspondant à 50% du revenu annuel moyen.

Si en plus de ne plus exercer d'activité professionnelle, le professionnel a besoin de l'aide d'une personne pour l'assister dans les gestes essentiels de la vie courante, il bénéficiera de la pension pour invalidité totale et définitive ainsi que d'une majoration pour tierce personne (MTP) de 1 126,41 €².

1. Légifrance, Décret n° 2018-174 du 9 mars 2018 relatif à la mise en œuvre de la réforme de la protection sociale des travailleurs indépendants prévue par l'article 15 de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2018

2. AMELI, "Pension d'invalidité : démarches et prise en charge" (2023)

Les indemnités prévues en cas d'invalidité sont malheureusement insuffisantes pour maintenir le niveau de vie du TNS.

Indépendant : montants des pensions d'invalidité au 1er avril 2021			
Catégorie de pension	Calcul de la pension en % sur la base du revenu annuel moyen des 10 meilleures années d'activité	Montant mensuel minimum	Montant mensuel maximum
PIPM	30 %	459,97 €	1 028,40 €
PITD	50 %	648,03 €	1 714,00 €
PITD + MTP	50 % + majoration pour tierce personne	648,03 € + 1 126,41 €	1 714,00 € + 1 126,41 €

FIGURE 5 – Montants des pensions d'invalidité des indépendants

L'incapacité

En 2019, les différentes prestations de prise en charge comme le remboursement des soins et le paiement des IJ étaient réalisées par la Sécurité sociale des indépendants à travers les agences déjà en place. Depuis 2020, ce sont les caisses primaires d'assurance maladie qui s'en chargent.

En cas d'arrêt de travail, les conditions suivantes sont nécessaires pour être éligible à recevoir des indemnités journalières :

- être affilié à un régime obligatoire de Sécurité sociale au titre d'une activité professionnelle depuis au moins 1 an,
- être en activité ou en maintien de droit, à la date du constat médical de l'incapacité de travail,
- disposer d'un avis d'arrêt de travail et en transmettre les volets 1 et 2 à son agence de Sécurité sociale sous 48 heures.

Depuis 2020, des améliorations, concernant la couverture prévoyance des TNS, voient le jour. Tout d'abord, le décret n°2020-621 du 22 mai 2020¹ réduit le délai de carence pour l'attribution des indemnités journalières maladie (IJ) et le rend identique à celui applicable dans le régime général, soit 3 jours. Auparavant, le code de la Sécurité sociale prévoyait un délai de carence de 3 jours en cas d'arrêt de travail, ou d'hospitalisation de plus de 7 jours, et un délai de carence de 7 jours en cas d'arrêt de travail ou d'hospitalisation d'une durée inférieure.

De plus, depuis le 1er janvier 2020, le TNS n'est plus obligé d'être à jour de ses cotisations d'assurance maladie pour pouvoir bénéficier des indemnités journalières en cas de maladie. Le calcul des indemnités journalières sera toutefois réalisé sur la base des revenus pour lesquels le TNS aura cotisé. L'acquiescement partiel des cotisations entraîne donc une diminution des IJ perçues par le travailleur indépendant.

1. Légifrance, Décret n° 2020-621 du 22 mai 2020 procédant au regroupement et à la mise en cohérence des dispositions du code de la sécurité sociale applicables aux travailleurs indépendants

2.1.2 Une réforme bienvenue

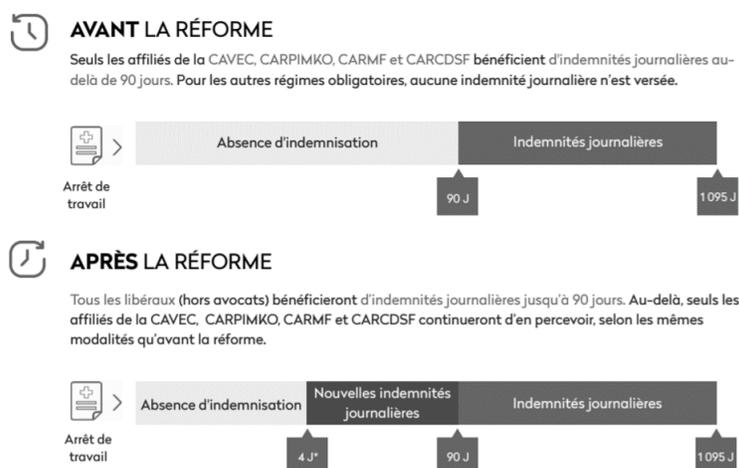
Institué par la loi de financement de la Sécurité sociale (LFSS) pour 2021, le décret relatif aux IJ pour les professionnels libéraux en arrêt de travail est entré en vigueur le 1er juillet 2021¹.

Les professionnels concernés sont les assurés sociaux affiliés à la Caisse nationale d'assurance vieillesse des professions libérales (CNAVPL), soit les indépendants qui dépendent des 10 caisses de retraite professionnelle : CARCDSF, CARMF, CARPIMKO, CARPV, CAVAMAC, CAVEC, CAVOM, CAVP, CIPAV, CRN.

Ceux-ci peuvent à présent bénéficier d'indemnités journalières (IJ) pendant une durée maximale de 87 jours consécutifs au titre de leurs 90 premiers jours d'incapacité de travail, après application d'un délai de carence de 3 jours, dans la limite de 360 IJ sur 3 ans.

Certains d'entre eux étaient couverts (médecins, auxiliaires médicaux, experts-comptables chirurgiens-dentistes et sages-femmes) dans le cadre du régime d'assurance invalidité-décès géré par leur section professionnelle à compter du 91ème jour d'incapacité pendant une période maximale de 3 ans.

Schématiquement² :



La gestion opérationnelle du dispositif est quant à elle confiée aux caisses primaires d'assurance maladie (CPAM) pour assurer le service des prestations, et aux URSSAF pour opérer le recouvrement des cotisations. Les CPAM sont donc désormais les seuls interlocuteurs des professionnels libéraux pour le service de leurs IJ maladie³.

Les prestations :

Le professionnel libéral peut bénéficier d'IJ, depuis la réforme, dès lors que son revenu est au

1. Légifrance, Décret n° 2021-755 du 12 juin 2021
2. APICIL, "Les IJ des professions libérales" (2021)
3. CNAVPL, "Arrêt maladie : les professionnels libéraux indemnisés" (2021)

moins égal à 10% du plafond annuel de la sécurité sociale (PASS), soit 4 113 €¹.

Le montant de l'IJ sera égal à la moitié de son revenu, pris en compte dans la limite de 3 PASS, soit 123 408 € (la base de calcul sera la moyenne des revenus des 3 dernières années).

Le montant maximal de l'IJ sera donc de 169 €. Hormis pour les micro-entrepreneurs, qui n'ont pas de base minimale de cotisation, le montant minimal de l'IJ sera de 22 € (calculé sur un revenu de 40 % du PASS, soit 16 454 €).

Les IJ seront versées dès le 4^{ème} jour d'arrêt de travail, pendant une durée maximale de 87 jours. En cas de nouvel arrêt de travail, le professionnel libéral percevra à nouveau des IJ, dans la même limite. Au total, ils peuvent percevoir jusqu'à 360 IJ sur 3 ans.

Pour chaque caisse de la CNAVPL (les avocats ne sont pas concernés car ils ne relèvent pas de la CNAVPL), le montant des IJ est présenté dans le tableau ci-dessous :

Caisse	IJ du 4 ^{ème} au 90 ^{ème} jour d'AT	IJ à compter du 91 ^{ème} jour d'AT
CAVEC (experts-comptables)	Entre 22 € et 169 € / jour (en fonction du revenu)	90 € / jour
CARMF (médecins)		De 68 € à 136 € / jour selon la classe de cotisations
CARCSDF (dentistes)		100,57 € / jour
CARCSDF (sages-femmes)		De 19,26 € à 57,78 € / jour selon la classe de cotisations
CARPIMKO (auxiliaires médicaux)		55,44 € / jour + 16,63 € par enfant à charge et 10,08 € pour conjoint à charge.
CIPAV (autres professions libérales)		Pas de prise en charge
CAVOM (officiers ministériels)		
CAVAMAC (agents généraux d'assurance)		
CPRN (notaires)		
CARPV (vétérinaires)		
CAVP (pharmaciens)		

FIGURE 6 – Montants des indemnités journalières (IJ) associés à chaque caisse

Les cotisations :

Le taux de cotisation annuel des professionnels libéraux est fixé à 0,30 % du revenu pris en compte dans la limite de 3 PASS. Par dérogation, le taux a été réduit de moitié au titre de l'année 2021, car le dispositif IJ des professionnels libéraux est entré en vigueur qu'au 1er juillet 2021. Il a donc été fixé à 0,15 %.

Pour les micro-entrepreneurs relevant de la CIPAV, le taux de cotisation est passé de 22 % à 22,2 % de leur chiffre d'affaires depuis le 1er juillet 2021.

Le montant de la cotisation annuelle est compris entre 50 € et 370 € selon le revenu du professionnel libéral (de 25 € à 185 € en 2021 car application sur une demi année).

1. Le PASS 2021 s'élève à 41 136 €

2.1.3 Une protection qui demeure insuffisante

La réforme des libéraux, quoique bienvenue, ne protège les libéraux relevant de la CIPAV, CPRN, CAVOM, CAVAMAC, CARPV et CAVP seulement durant 3 mois. En cas d'arrêt de longue durée, ces professionnels restent mal couverts, même depuis le 1er juillet 2021.

Se tourner vers un contrat complémentaire individuel est alors l'unique solution pour conserver un revenu suffisant, afin de mettre l'assuré à l'abri du besoin pendant toute la durée de l'arrêt de travail. Seuls les professionnels actuellement couverts par des IJ à compter du 90ème jour d'arrêt (affiliés de la CAVEC, CARPIMKO, CARMF et CARCDSF) continuent d'en percevoir, pour une durée de 3 ans maximum.

Dans tous les cas de figure, l'indemnité versée aux professionnels par leur caisse reste inférieure au revenu journalier moyen perçu par le professionnel avant son arrêt. D'où l'intérêt pour les TNS de souscrire un contrat de prévoyance leur permettant de s'assurer contre le risque de perte de revenus en cas d'incapacité.

2.2 La Santé

La couverture de la Sécurité Sociale des Indépendants possède le même taux et conditions de remboursement que la Caisse du régime obligatoire des salariés. Cependant, ils doivent justifier d'une année pleine d'affiliation et le délai de carence est plus élevé que celui des salariés : 7 jours contre 3. Les détails des taux de remboursements par acte se trouvent en annexe.

Pour les honoraires médicaux, le régime propose un taux de 70% si l'assuré a respecté le parcours de soins coordonnés. En d'autres mots, s'il a fait connaître à l'organisme conventionné son médecin traitant. S'il ne l'a pas fait, le montant de remboursement est de 30%.

Les affections de longue durée, ALD, sont des maladies dont le caractère nécessite un traitement long et souvent coûteux. La Sécurité sociale des indépendants propose une prise en charge de 100%, des soins pour ces traitements, sur la base du tarif de la sécurité sociale. Notons, toutefois, que ce remboursement ne concerne pas les dépassements d'honoraires, le forfait hospitalier, les prestations non prévues à la prise en charge, ainsi que la participation financière de 1 €.

Le remboursement des médicaments varie de 15% à 100% en allant de 30% à 65% selon l'acte.

Pour les analyses médicales et les honoraires des auxiliaires médicaux, le taux du remboursement du régime est le même : 60%.

Quant aux assurés qui sont en hospitalisation depuis 30 jours, la prise en charge de la Sécurité sociale des indépendants est de 80%, à partir du 31ème jour du séjour hospitalier, il verse 100%.

Pour un TNS dont le séjour en hôpital inclut un acte entre 60 et 120 €, le régime verse 18 € forfaitaire.

De même que pour le salarié, la santé représentera un coût important pour le TNS s'il ne souscrit pas à un contrat indépendant venant compléter les remboursements de la sécurité sociale.

3 Les régimes complémentaires via les dispositifs Madelin : des fiscalités avantageuses

Contrairement aux salariés, couverts par une complémentaire santé collective, les travailleurs indépendants n'ont, en effet, pas l'obligation de souscrire à une mutuelle TNS.

3.1 Description de la loi Madelin

Afin de rétablir l'équilibre entre le régime des salariés et celui des indépendants, le dispositif Madelin, créé en 1994, propose des garanties assorties d'une fiscalité avantageuse en matière de santé, prévoyance et retraite. La loi n°94-126 du 11 février 1994, permet au travailleur non salarié non agricole de déduire de son revenu imposable les cotisations versées au titre de contrat de protection sociale complémentaire : prévoyance (incapacité de travail, invalidité, décès), complémentaire santé, garantie chômage, retraite.

L'objectif de la loi Madelin est donc d'inciter les TNS à se constituer leur propre protection sociale dans le but de palier aux carences de leur régime.

Les quatre types de contrats loi Madelin dans le tableau ci-dessous ont été mis en place suite à l'adoption de cette loi :¹

Contrat Madelin	Type d'assurance
Contrat retraite	Constitution d'une retraite supplémentaire (assurance-vie débloquée à la retraite)
Contrat prévoyance	Indemnisation en cas d'incapacité de travail, d'invalidité, de décès
Contrat santé (mutuelle)	Complémentaire santé
Contrat perte d'emploi	Indemnisation en cas de chômage

FIGURE 7 – Les 4 types de contrats loi Madelin

Chacun de ces contrats est indépendant. Le travailleur non salarié peut souscrire à un ou plusieurs de ces contrats Madelin et déduire les cotisations de son bénéfice.

Pour souscrire à ces contrats il faut être à jour lors du paiement de ses cotisations obligatoires au régime d'assurance maladie et vieillesse ainsi que souscrire à une mutuelle répondant aux conditions de la loi Madelin. Cela signifie que le contrat doit être :

- responsable c'est-à-dire dans le respect d'un cahier des charges défini par décret,
- solidaire c'est-à-dire qu'il ne prévoit pas d'évolution des tarifs liés à l'âge ni de questionnaire à la souscription.

1. Legifiscal, "Déduction des contrats Madelin" (2022)

3.2 Etat des lieux du marché Madelin : des contrats sous-utilisés

Selon la FFSA, fédération française des sociétés d'assurances, seuls 75% des TNS étaient couverts par un contrat Madelin en 2013. Un chiffre en baisse par rapport à 2012 (78%). La tendance s'est même confirmée avec une baisse de 7% pour l'ensemble du marché FFSA en 2014.

En 2017, 1,7 million de TNS ont souscrit des contrats les protégeant en santé ou prévoyance sur une population totale d'environ 3 millions de TNS.

Ces contrats restent sous-utilisés.

3.2.1 En prévoyance

Depuis plusieurs années, la population des TNS suscite l'intérêt des acteurs de la protection sociale, et plus particulièrement ceux positionnés sur le marché de la prévoyance. D'après Thomas Perrin, directeur général adjoint du groupe Apicil, "contrairement à d'autres pans d'activité, ce marché n'est pas encore saturé et génère des marges relativement intéressantes". Selon la FFSA, seulement 1,8 million de contrats prévoyance Madelin étaient souscrits en 2017.

Les chiffres sont encore plus faibles sur certaines garanties particulières. Ainsi, à peine 40% des indépendants étaient couverts en incapacité-invalidité selon la FFA. La proportion descend même à un travailleur non-salariés sur quatre en couverture décès.

La garantie incapacité-invalidité est présente dans les contrats en cours avec un taux proche de 45 % en 2017, suivie par la garantie décès avec un taux de 36 % (pour près des $\frac{3}{4}$, il s'agit du décès toutes causes et pour $\frac{1}{4}$, du décès accidentel).

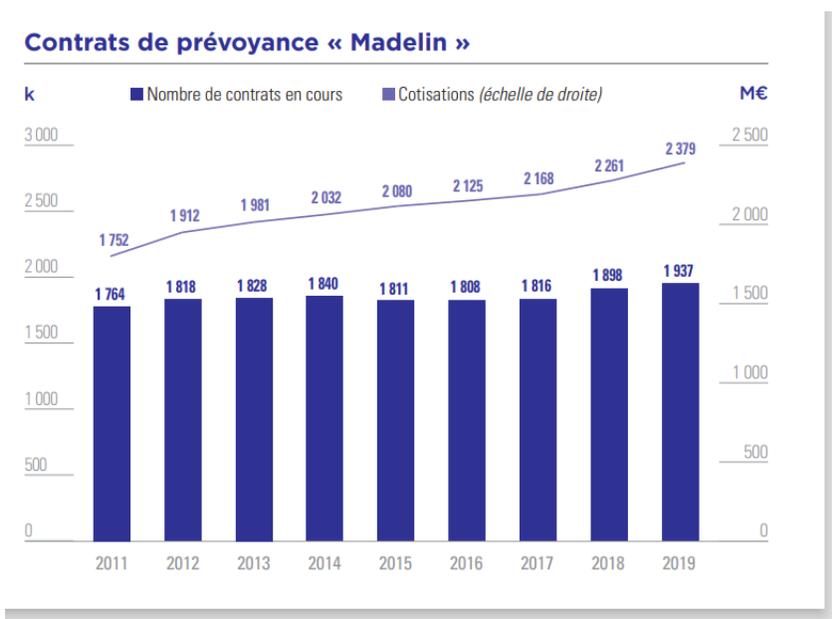


FIGURE 8 – Nombre de contrats et cotisations de prévoyance "Madelin"

Les contrats de prévoyance Madelin sont des contrats spécifiques qui répondent aux exigences du dispositif du même nom. Ils s'adressent aux TNS qui souhaitent se garantir un maintien de revenu en cas d'arrêt de travail et protéger leur famille en cas de décès. Dans le cadre de ce contrat, le souscripteur peut déduire les cotisations de ses revenus professionnels imposables, dans la limite du plafond de déductibilité. C'est la particularité de ces contrats. Ce plafond, est fixé à 3,75% du bénéfice imposable + 7% du plafond annuel de la Sécurité sociale¹ pour une année d'exercice.

3.2.2 En santé

Le contrat d'assurance complémentaire santé Madelin est un contrat destiné au travailleur indépendant et à son conjoint collaborateur non rémunéré.

L'adhésion à ce contrat permet de couvrir tout ou partie des frais de soins laissés à la charge de l'assuré après intervention de la Sécurité sociale et, dans certains cas, des frais non remboursés par cette dernière.

Les cotisations versées peuvent être déduites, dans la limite d'un plafond fiscal identique à celui de la prévoyance .

La garantie frais de soin est la garantie la plus souscrite. Elle est présente dans presque la moitié des contrats en cours (48 %) en 2017.

1. PASS = 41 136 € en 2022

Troisième partie

Construction d'un nouveau produit pour les TNS mutualisant les garanties santé et prévoyance avec intégration d'un cashback

Dans cette section sera analysée la tarification du produit pour les risques santé et prévoyance, avec et sans intégration du cashback, le portefeuille mis à disposition pour l'étude ainsi que les garanties du produit souhaité être mis en place.

1 Description du nouveau produit

Dans l'objectif de répondre aux besoins des TNS, le produit mis en place couvre les risques santé et prévoyance et l'intégration d'un cashback en est la nouveauté.

1.1 Garantie couverte en santé : l'hospitalisation

Le sinistre hospitalier engendre des coûts important quand il survient. Les prestations de confort telles que les chambres particulières ne sont jamais remboursés par la Sécurité sociale. Leur coût peut varier entre 60€ dans un hôpital public et 150€¹ pour une clinique privée, ce qui fera grimper la facture concernant les frais de santé. Souscrire une mutuelle est alors indispensable pour amortir les frais d'hospitalisation (en partie ou en totalité).

Le produit proposé couvrira seulement l'hospitalisation en santé. En effet, le choix s'est porté de se limiter uniquement à cette garantie étant donné la faible fréquence à laquelle survient un sinistre hospitalier. Proposer un cashback sur cette garantie semble pertinent et permettra aux assurés de percevoir une partie des primes versées s'ils ne consomment pas. A la différence d'autres actes santé comme la pharmacie, par exemple, où il est inutile d'assurer un cashback dessus étant donné que les individus seront amenés à consommer cet acte (par le biais de l'achat de médicaments). Toutefois le produit final pourrait bien entendu inclure toutes les garanties.

Proposer un cashback sur l'hospitalisation en santé a ainsi du sens et permettra aux assurés n'ayant pas consommé de percevoir une partie des primes versées.

1.2 Benchmark sur les pratiques du marché

Plusieurs produits proposant le pack santé-prévoyance, s'adressant aux TNS, existent sur le marché comme "Intégral Indépendants", commercialisé par Solimut Mutuelle de France, proposant une offre duo éligible à la loi Madelin comprenant une couverture pour les frais de santé et garantissant un maintien de revenus en cas d'incapacité de travail.

1. Selon LeLynx

Aussi, l'assurance Solutions Professions Indépendantes (SPI), soumise par la mutuelle Miltis, propose une offre de protection sociale qui associe prévoyance, frais généraux et complémentaire santé. Elle complète ainsi les remboursements non pris en charge par les régimes obligatoires en prévoyance et en santé. D'autres entités comme AG2R La Mondiale, Allianz, proposent des contrats santé et prévoyance séparément. Le TNS doit, dans ce cas, souscrire à deux contrats différents afin d'être couvert.

Toutefois, un seul produit présent sur le marché depuis 2021, propose un cashback : il s'agit du contrat "IJ Hospi Cashback" distribué par le courtier par Wazari Assurances. Il s'agit d'un contrat qui a pour objet de garantir le versement d'une indemnité journalière aux bénéficiaires désignés en cas d'hospitalisation du souscripteur consécutive à une maladie, maternité ou à un accident. La garantie "cashback" est l'originalité du produit : si l'assuré n'a subi aucune hospitalisation au bout de dix ans d'assurance ininterrompue et n'a par conséquent reçu aucune IJ, l'assureur Miltis procédera au remboursement de la moitié des cotisations (hors taxes et hors contributions) versées. L'assuré dispose d'un an pour faire sa demande de remboursement.

Parmi les produits présents sur le marché, peu d'agents propose un pack santé-prévoyance sur un même contrat pour TNS mais celui distribué par Wazari Assurances se rapproche le plus du produit souhaité. Dans le but de la conception du produit venant approfondir une thématique actuelle, les garanties couvertes par le produit seront recensées.

1.3 Les garanties du produit mis en place

L'assuré versera tous les mois une cotisation afin de couvrir l'activité santé-prévoyance.

Le contrat est individuel, c'est à dire qu'il résulte du seul accord passé entre l'assuré et l'assureur, il n'existe aucun intermédiaire entre les deux parties. L'adhésion est souscrite jusqu'à que l'assuré décide de partir.

Le nouveau produit d'assurance propose les garanties suivantes :

- Garantie capital décès
- Garantie capital invalidité (permanente totale et permanente partielle)
- Garantie rente invalidité
- Garantie Indemnités journalières en cas d'Incapacité Temporaire de Travail (ITT)
- Garantie remboursement des frais d'hospitalisation

Les garanties santé prévoyance sont souscrites sous le dispositif Madelin. Celui-ci ouvre droit à des déductions fiscales des primes versées sur leur revenu professionnel imposable.

La déduction des cotisations santé-prévoyance s'effectue dans la limite d'un plafond fiscal correspondant à : 3,75% du revenu professionnel + 7% du plafond annuel de la sécurité sociale, le tout étant limité à 3% de 8 PASS¹.

Par exemple : Pour un avocat libéral âgé de 30 ans ayant un revenu annuel de 47 000€ net, le montant maximum déductible fiscalement s'élève en 2022 à :

1. PASS 2022 = 41 136 €, PASS 2023 = 43 992 €

$$3,75\% \times 47\,000 + 7\% \times 41\,136 = 4\,642,02 \text{ €}.$$

Concernant la garantie santé, il s'agit d'une sur-complémentaire couvrant uniquement l'hospitalisation. L'hospitalisation étant ce qui est le plus coûteux, si un TNS veut souscrire une couverture minimale en santé, il optera en ce sens pour l'hospitalisation. L'assureur remboursera alors les frais hospitaliers de l'assuré en fonction de son niveau de garantie. Le délai d'attente est considéré comme nul.

Concernant la couverture prévoyance :

- en cas de décès de l'assuré, le contrat de prévoyance Madelin peut prévoir des garanties. La loi oblige que celles-ci soient versées sous forme de rente. Ainsi, le ou les bénéficiaires désignés peuvent recevoir une rente calculée en fonction du capital garanti.
- en cas d'invalidité, la garantie couvre l'invalidité permanente partielle et l'invalidité permanente totale. Dans une telle situation, la prévoyance Madelin peut prévoir le versement d'une rente jusqu'à la date de liquidation de la retraite. Son montant dépend du taux d'invalidité reconnu par l'assureur.
- en cas d'incapacité temporaire de travail, la garantie incapacité temporaire du contrat Madelin permet à l'assuré de percevoir des indemnités journalières. Pour pouvoir y prétendre, l'assuré doit faire médicalement constater l'impossibilité dans laquelle il se trouve d'exercer temporairement son activité professionnelle. L'indemnité journalière forfaitaire est versée à l'assuré dès le lendemain de l'expiration du délai de franchise de 30 jours dans notre produit.

1.3.1 La sélection médicale

Il existe des facteurs pouvant aggraver le risque de sinistralité et qui ne sont pas connus, a priori, de l'assureur. C'est le cas de l'anti-sélection exposant le portefeuille à un risque de sinistralité plus élevé. Afin de faire face à ce risque, l'assureur peut appliquer une sélection médicale. Les deux moyens principalement utilisés sont les suivants : le questionnaire médical et l'examen médical.

Le questionnaire médical constitue la base d'information qui permet à l'assureur de mesurer le risque encouru. Cette formalité engage la responsabilité de l'assuré puisqu'en cas d'erreur ou de fausse déclaration du risque, l'assureur peut être amené à remettre en cause les garanties souscrites. L'assureur cherche ainsi à être renseigné le plus précisément possible sur l'état de santé passé et présent de l'assuré afin de pallier à la non symétrie de l'information.

La sélection médicale constitue donc une réelle appréciation des risques permettant à l'assureur de conserver la qualité de son portefeuille et de veiller à l'équilibre entre les primes reçues et les prestations versées. L'effet de la sélection médicale peut être défini comme étant une sous mortalité sur les premières années du contrat, dû à une sélection d'individus présentant moins de risques.

La sélection médicale est fonction de l'âge à la souscription et du capital souscrit. Sur le marché, certaines garanties temporaire décès établissent la sélection médicale comme suit ¹ :

1. Constat effectué sur trois produits différents, source : GUEDON, Stéphanie et Laurence LOIZEAU. Modélisation de la sinistralité des contrats Temporaire Décès de MAAF Assurances. Mémoire CEA

- Déclaration de bonne santé si l'âge de l'assuré à l'adhésion est \leq à 45 ans et si le capital est \leq à 100 000 €
- Questionnaire médical si l'assuré a plus de 45 ans à l'adhésion et/ou si le capital est supérieur à 100 000 €
- Examens médicaux si le capital souscrit est \geq à 150 000 € et renseignement, par le médecin traitant de l'assuré, du rapport fourni par le médecin examinateur de l'assureur.

1.4 Le cashback : innovation du produit

Depuis 2007, les campagnes de marketing sur les primes de cashback sont devenues les tendances publicitaires utilisées par de nombreux experts en marketing pour attirer l'attention des clients ¹. Le cashback est décrit comme une somme d'argent qui est rendue aux clients selon un certain délai. La campagne de primes de remboursement est très attrayante pour la plupart des assurés et des clients potentiels. En effet, les clients ont le sentiment d'obtenir quelque chose en retour de leur investissement. Une étude menée en 2013 (Ho et al., 2013) a montré que la stratégie marketing de cashback attire de nouveaux clients et les fidélise. Des études récentes (Pinem et al., 2020 ; Vana et al., 2018 ; Ballestar et al., 2016, 2018) ont également suggéré que la stratégie de marketing du cashback est toujours très pertinente et efficace pour attirer et fidéliser les consommateurs.

1.4.1 Contexte du cashback

L'épidémie du Covid-19 a permis à certaines sociétés d'assurance automobile de bonifier leur image. En effet, celles-ci ont fait le choix de rembourser en partie leurs assurés des économies réalisées sur les charges de sinistralité. C'est le cas de la MAIF qui a redistribué 100 millions d'euros à ses assurés automobile, soit un montant forfaitaire de 30 euros par véhicule assuré. Elle a, de plus, gelé les tarifs d'assurance auto pour l'année 2021 tout comme la Matmut, la MFA, la Mutuelle de Poitiers, le Crédit Mutuel Arkéa et l'AGPM.

Ces "gestes" financiers ont montré qu'il était possible pour les assurances de rembourser aux assurés une partie de leurs primes lors d'absence de sinistres. En ce sens, la notion de cashback devient intéressante.

Quelques insurtech ont déjà mis en place dans leur contrat le mécanisme du cashback comme la compagnie d'assurance digitale américaine Lemonade.

Un aspect important du business model de Lemonade consiste à effectuer un cashback associatif c'est-à-dire redistribuer une partie des bénéfices des souscriptions à des associations choisies par ses assurés. Cela se fait chaque année lors d'un événement que Lemonade appelle le "Giveback". Ce mécanisme implique des changements comportementaux de part et d'autre de la relation assuré-assureur. Côté assureur, la décision de remboursement n'étant plus liée à la sinistralité, l'expérience pour le client devrait s'en trouver améliorée. Dans un contexte typiquement américain dans lequel les œuvres de charité jouent un rôle particulièrement important, le don à une "Charity" devrait désinciter les comportements frauduleux côté assuré.

1. Arora et Henderson, 2007

Également, la Wazari Assurances a lancé un nouveau produit, énoncé plus haut, baptisé *IJ HOSPI CASHBACK*, inspiré des formules anglo-saxonnes en hospitalisation accidentelle. Son principe est le suivant : si aucune hospitalisation ne survient et n'est prise en charge pendant les 10 années suivant la date de prise d'effet du contrat, ce dernier prévoit que l'assuré bénéficie du remboursement de 50% des primes hors taxes qu'il aura versées. Nous ne serons plus dans le cas d'une prévoyance individuelle à fonds perdus, ce qui induit une prime légèrement plus importante par rapport à un contrat classique. A titre d'exemple, pour une cotisation de 20 € par mois, l'assuré pourra récupérer 1 500 € dans 10 ans.

L'intégration d'un cashback dans un contrat santé existe. Le regroupement des risques santé et prévoyance dans un produit existe également. Toutefois, intégrer un cashback dans un contrat regroupant les deux risques reste inexistant et permettra de nous distinguer de la concurrence.

1.4.2 Conditions d'application

Le mécanisme du cashback doit jouer le rôle d'une incitation économique à éviter les fraudes, et par là à améliorer la qualité des risques du portefeuille.

La promesse de cashback sur le risque santé-prévoyance est un véritable atout pour ce produit. En effet, si aucune hospitalisation ni aucun sinistre en incapacité et invalidité ne surviennent durant un nombre d'année défini, l'assuré bénéficiera d'un bonus qui sera reversé sur son compte courant.

Afin de déterminer le montant des primes payées par l'assuré, la tarification du produit sera analysée d'abord en santé suivant différentes méthodes, à partir d'un portefeuille d'assurés, puis en prévoyance.

2 Présentation du portefeuille étudié en santé

Dans cette partie, le portefeuille santé mis à disposition sera étudié. Le traitement des bases de données sera expliqué, et suivi d'analyses descriptives.

2.1 Présentation des données santé

Pour cette étude, les bases de données utilisées proviennent d'un organisme assureur spécialisé dans la protection sociale, et plus spécifiquement dans la branche santé. Il gère des contrats individuels. Les bases de données apportent des informations sur les assurés et leurs sinistralités en frais de santé. Elles ne disposent toutefois d'aucune information sur les cotisations. Les données concernent les individus présents entre le 1er janvier 2011 et le 31 décembre 2016, et disposent des sinistres survenus entre ces mêmes dates.

Les deux bases de données mises à disposition comportent les informations suivantes :

Concernant la base "assurés" : le numéro de contrat et identifiant d'adhésion de la personne, le sexe, l'âge, la situation maritale, l'année de naissance, la date d'entrée et de fin d'adhésion.

Concernant la base "prestations" : le numéro de contrat et identifiant d'adhésion de la personne, la date du soin, le code et libellé de l'acte, le montant de l'acte, le montant remboursé par la Sécurité sociale, le montant remboursé par la complémentaire santé, le reste à charge de l'assuré, le base et le taux de remboursement de la Sécurité sociale auquel l'adhérent est affilié.

2.2 Traitement des données

La base "prestations" comportait des lignes avec des montants négatifs pour les variables relatives aux montants. Cela peut être le résultat de manoeuvres effectuées par le service de gestion pour corriger des erreurs de montants. C'est la raison pour laquelle le montant de l'acte, le montant remboursé par la Sécurité sociale, le montant remboursé par la complémentaire santé ainsi que la base de remboursement ont été sommés pour un même individu, une même date de soin et un même code d'acte, ce qui a conduit à obtenir des identifiants d'adhésion unique pour chaque individu.

Aussi, la cohérence entre les différents montants remboursés a été vérifiée :

- Frais réels = Remboursement de la Sécurité sociale + Remboursement complémentaire + Reste à charge assuré.

- Reste à charge = $\max(\text{Frais réels} - \text{Remboursement de la Sécurité sociale} - \text{Remboursement complémentaire}, 0)$. En effet, l'assuré ne peut pas être remboursé d'un montant supérieur aux frais réels.

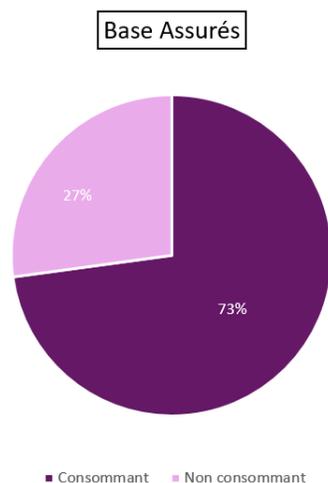
A l'aide du logiciel R, une jointure des 2 tables a été réalisée à partir du numéro de contrat et identifiant d'adhésion de la personne concernée. Une seule base de données est alors obtenue, com-

portant les informations sur les assurés ainsi que sur les prestations.

La base concernant les assurés comporte au total 478 434 individus unique tandis que la base concernant les prestations en contient 355 731.

Base Assurés	
Consommant	348 517
Non consommant	129 917
Total	478 434

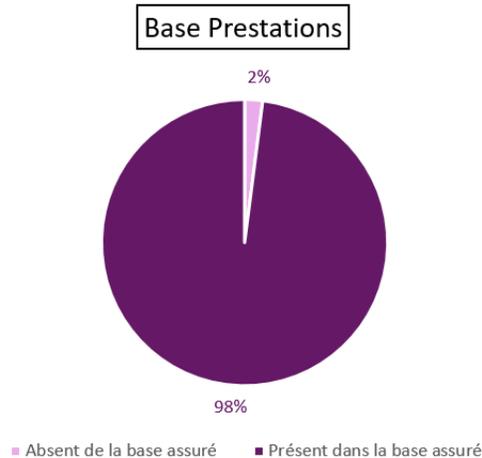
On en déduit que 27% des assurés n'ont pas consommé entre janvier 2011 et décembre 2016.



De plus, parmi les individus présents dans la base "prestations", 7 214 d'entre eux ne sont pas répertoriés dans la base "assurés".

Base Prestations	
Absents de la base Assurés	7214
Présents dans la base Assurés	348517
Total	355731

Cela représente 2% de la base "prestations", soit 1,5% des individus de la base totale.



Pour ces individus, nous avons le choix soit d'imputer par la médiane les variables manquantes ou de les supprimer. Ce dernier choix a été conservé, compte tenu du fait qu'ils représentent seulement 1,5% de la base totale.

A l'inverse, les individus présents dans la base "assurés" mais absents de la base "prestations" ont été conservés. Les variables concernant les prestations ont été mises à zéro pour ces individus.

La base totale comportait d'autres incohérences qui ont été rectifiées :

- deux individus âgés de plus de 120 ans au moment de la date du soin,
- date de fin d'adhésion qui précédait date d'entrée d'adhésion,
- des restes à charge assuré négatif.

Les individus correspondants ont été supprimés, soit 0,05% des individus présents dans le portefeuille.

Base Totale	
Avant	478 434
Après	478 204
Individus supprimés	0,05%

Le choix a été fait de conserver seulement les individus âgés de 62 ans et moins, soit 71,86% des individus. En effet, on considère que les individus de plus de 62 ans partent à la retraite¹.

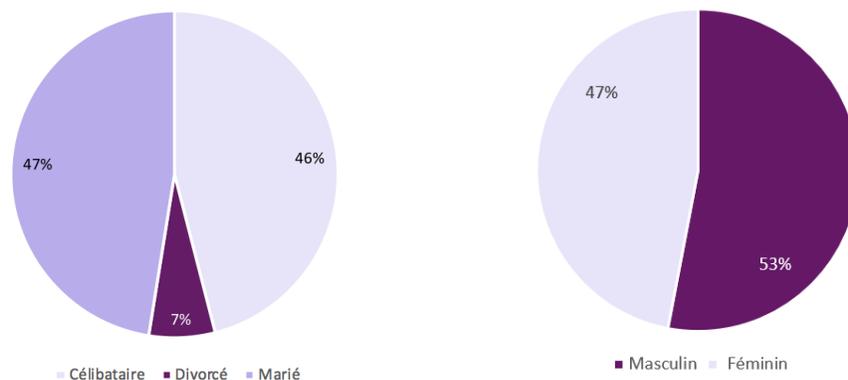
Base Totale	
Avant	478 204
Après	343 634
Individus supprimés	28,14%

1. A l'heure où le mémoire a été réalisé le projet de loi allongeant de 62 à 64 ans l'âge légal de départ à la retraite n'était pas d'actualité.

Les assurés présent dans le portefeuille sont compris entre 15 et 62 ans. La moyenne d'âge est de 45 ans.

Âge du portefeuille	
Minimum	15 ans
1er quartile	36 ans
Médiane	46 ans
Moyenne	45 ans
3ème quartile	54 ans
Maximum	62 ans

La *situation matrimoniale* des assurés et le *sexe* sont répartis comme suit :



2.3 Analyse descriptive relative à l'hospitalisation

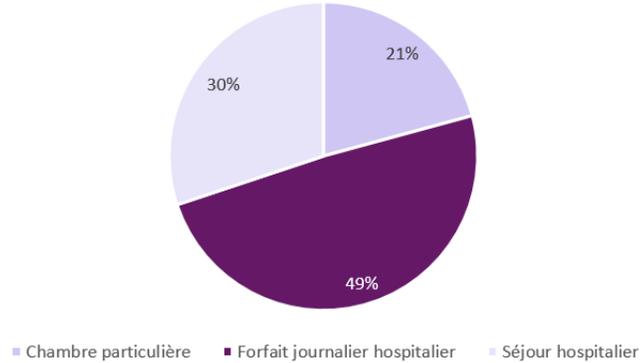
Les prestations présentes dans la base de données ne concernent que les soins hospitaliers. De plus, le choix s'est porté de couvrir uniquement l'hospitalisation en santé, les analyses seront alors concentrées autour des différents actes lui étant relatif.

Plus précisément les libellés d'actes concernés par l'hospitalisation sont les suivants :

- chambre particulière
- forfait journalier hospitalier
- séjour hospitalier.

Entre 2012 et 2016, les actes sont répartis de la manière suivante :

Répartition des actes liés à l'hospitalisation

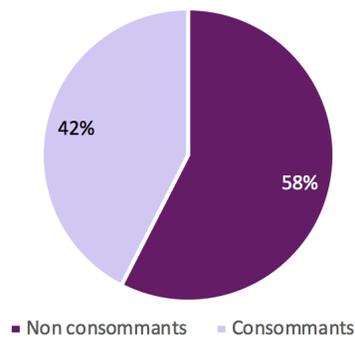


Le "forfait journalier hospitalier" est l'acte le plus représenté parmi les actes hospitaliers, avec une proportion à 49%.

Chambre particulière

Parmi les actes hospitaliers, 42% des assurés ont consommé l'acte "chambres particulières" entre 2011 et 2016.

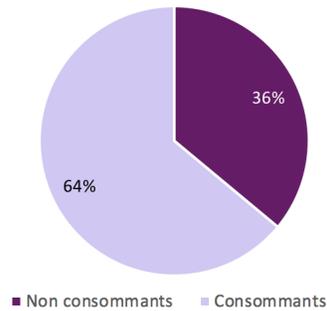
Répartition de la consommation liée aux chambres particulières



Forfait journalier hospitalier

Parmi les actes hospitaliers, 64% des assurés ont consommé l'acte "forfait journalier hospitalier" entre 2011 et 2016.

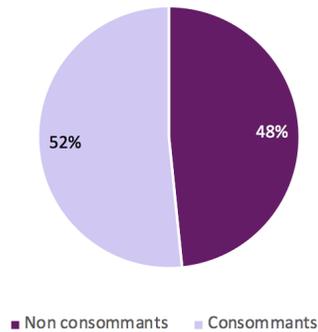
Répartition de la consommation liée au forfait journalier hospitalier



Séjour hospitalier

Parmi les actes hospitaliers, 52% des assurés ont consommé l'acte "sejour hospitalier" entre 2011 et 2016.

Répartition de la consommation liée au séjour hospitalier



2.3.1 Comportement de la variable coût

2.3.1.a Seuil de séparation des valeurs extrêmes

Dans le cadre de la tarification en assurance non-vie, le portefeuille peut être constitué de sinistres dits "graves" : tout sinistre de nature exceptionnelle, tant par son intensité que par sa fréquence. Traiter séparément les sinistres extrêmes des sinistres attritionnels peut s'avérer être judicieux afin d'améliorer les performances des modèles obtenus. Plusieurs méthodes pour la modélisation des sinistres extrêmes sont envisageables.

Des méthodes issues de la théorie des valeurs extrêmes permettent d'identifier le seuil de séparation entre les sinistres graves et les sinistres attritionnels.

La méthode retenue dans le cadre de cette étude est celle relative au tracé de la Mean Excess

Function. Cette fonction représente la moyenne des observations dépassant un u . Soit Y une variable aléatoire réelle d'espérance finie. La fonction Mean Excess Function est définie par :

$$\forall u \in R, e(u) = E[X - u | X > u]$$

A l'aide de la fonction `meplot()` du package `evir`, la fonction peut être estimée. Le seuil de séparation sera défini en abscisse de la première rupture de linéarité des points. Suivant la forme de la courbe au-delà de ce seuil, il est possible de déterminer le type de loi que les valeurs extrêmes suivent. Par exemple, la fonction est croissante au-delà du seuil, cela pourrait correspondre à une loi de Pareto généralisée.

Un seuil autour de 4 500€ de frais réels sera retenu pour les coûts des chambres particulières et de 35 000€ pour le séjour hospitalier. Concernant le forfait journalier le montant exact de la garantie est connu, celui-ci n'est alors pas modélisé. La modélisation sera effectuée sur les sinistres attritionnels, c'est à dire sur les sinistres inférieurs à ces seuils dont leur choix se base des "Mean excess Function" récapitulés par acte et prenant valeur lorsque le graphique trouve une première coupure. En utilisant le package `evd` sur R, les graphiques suivants ont été obtenus.

Les chambres particulières



FIGURE 10 – Courbe du Mean Excess Function pour les coûts des chambres particulières. Les 2 autres lignes représentent l'intervalle de confiance à 95%.

Les graphes qq plot de la figure ci-dessous permettent de valider le choix des paramètres. On remarque que les courbes empiriques et théoriques se situent, dans l'ensemble, sur la première bissectrice.

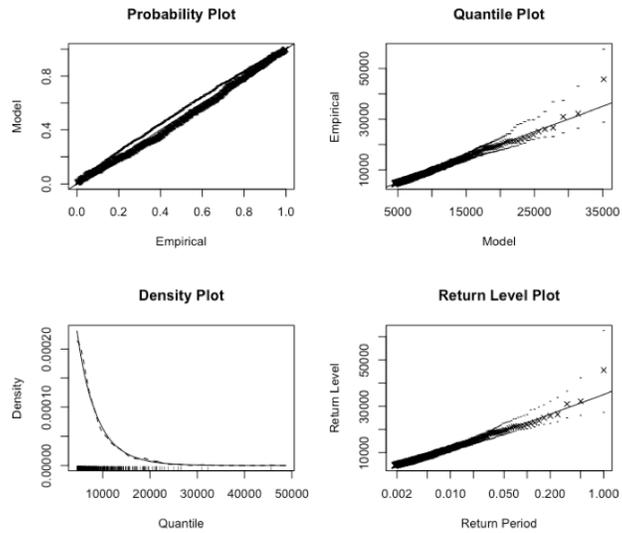


FIGURE 11 – Estimation des paramètres d'échelle et de queue

Le package *evd* permet d'obtenir les résultats suivants par la méthode de maximum de vraisemblance correspondants aux deux paramètres : l'échelle et queue de la courbe.

```

Threshold: 4500
Number Above: 539
Proportion Above: 0.0164

Estimates
  scale      shape
4.290e+03  3.967e-02

```

FIGURE 12 – Estimation des paramètres d'échelle et queue de la courbe

Les séjours hospitaliers

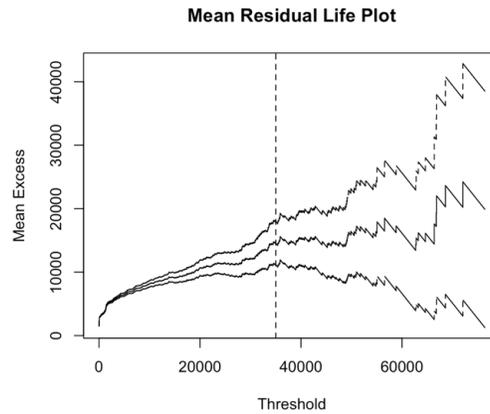


FIGURE 13 – Courbe du Mean Excess Function pour les coûts des séjours hospitaliers. Les 2 autres lignes représentent l'intervalle de confiance à 95%.

Les graphes *qq-plot* de la figure ci-dessous permettent de valider le choix des paramètres. De même, les courbes empiriques et théoriques se situent, dans l'ensemble, sur la première bissectrice.

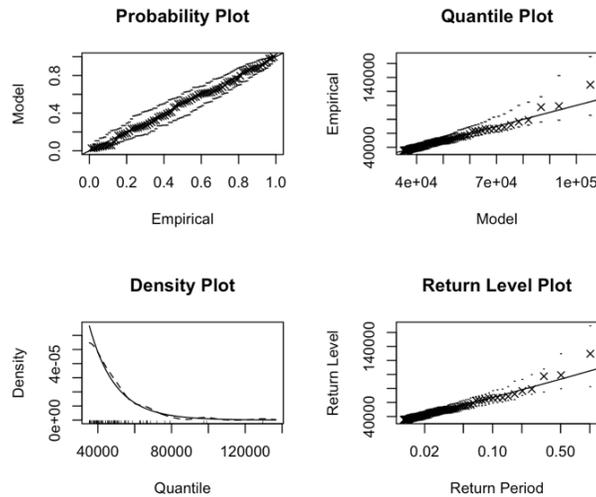


FIGURE 14 – Estimation des paramètres d'échelle et de queue

Les paramètres d'échelle et de queue donnent les résultats suivants :

Threshold: 4500
 Number Above: 539
 Proportion Above: 0.0164

Estimates
 scale shape
 4.290e+03 3.967e-02

FIGURE 15 – Estimation des paramètres d'échelle et queue de la courbe

2.3.1.b Statistiques descriptives

La variable "coût" associée aux chambres particulières est représentée de la manière suivante :

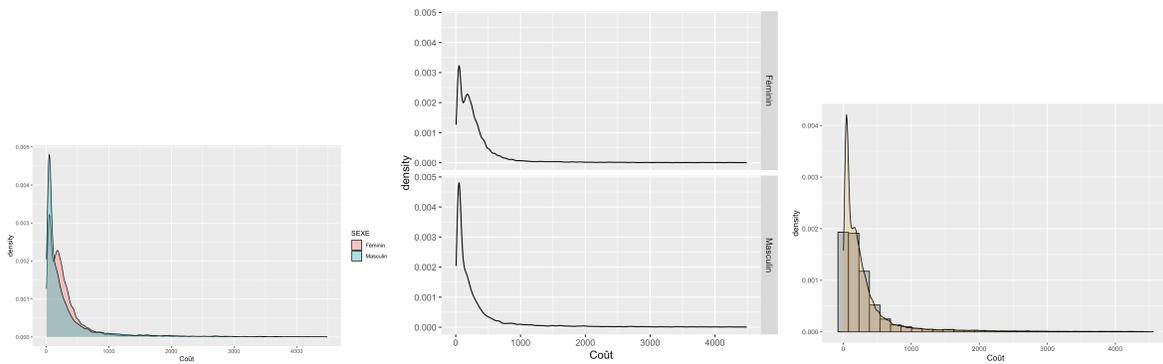


FIGURE 16 – Densité de la variable coût associée aux chambres particulières

Variable Coût	
Minimum	5
1er quartile	62
Médiane	180
Moyenne	345
3ème quartile	355
Maximum	4 485

FIGURE 17 – Statistiques descriptives

La variable "coût" associée aux séjours hospitaliers est représentée de la manière suivante :

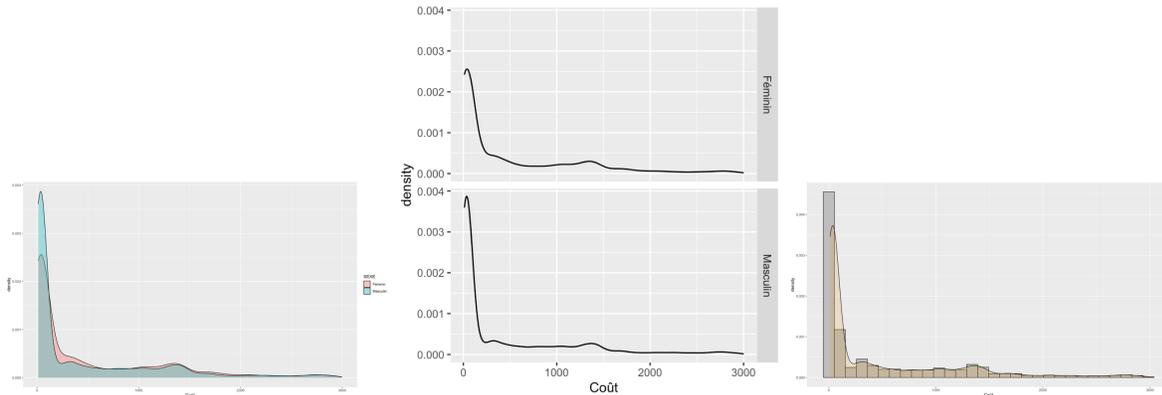


FIGURE 18 – Densité de la variable coût associée aux séjours hospitaliers

Variable Coût	
Minimum	1,5
1er quartile	25
Médiane	100
Moyenne	1 472
3ème quartile	1 303
Maximum	39 680

FIGURE 19 – Statistiques descriptives

2.3.2 Comportement de la variable fréquence

La variable "fréquence" associée aux chambres particulières est représentée de la manière suivante :

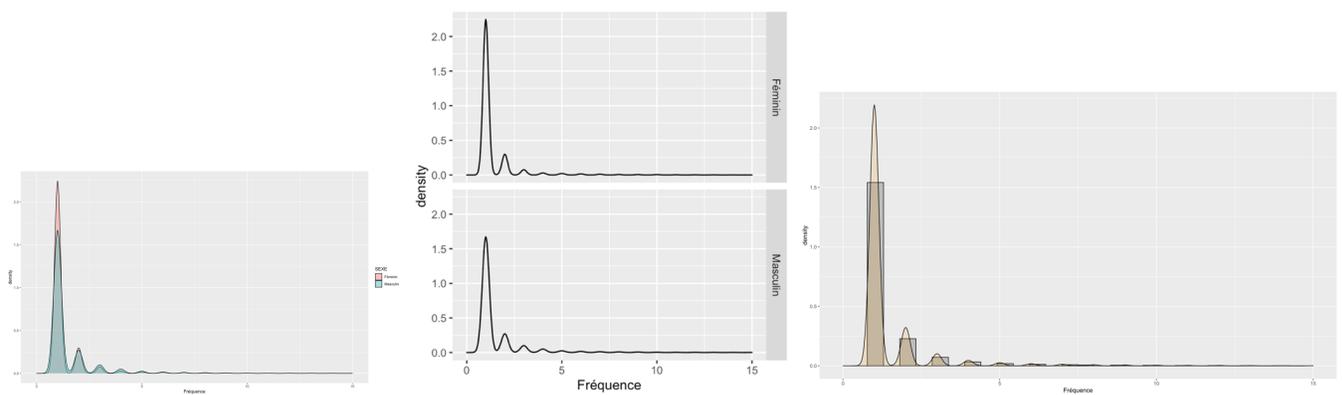


FIGURE 20 – Densité de la variable fréquence associée aux chambres particulière

Variable Coût	
Minimum	1,5
1er quartile	25
Médiane	100
Moyenne	1 472
3ème quartile	1 303
Maximum	39 680

FIGURE 21 – Statistiques descriptives

À présent, le seuil pour le nombre de jours des patients hospitalisés est déterminé à 90 jours à l'aide du package *evd*.



FIGURE 22 – Courbe du Mean Excess Function pour la fréquence des nombre de jours resté en hospitalisation. Les 2 autres lignes représentent l'intervalle de confiance à 95%.

Les graphes *qq-plot* de la figure ci-dessous permettent de valider le choix des paramètres. Les courbes empiriques et théoriques se situent, dans l'ensemble, sur la première bissectrice.

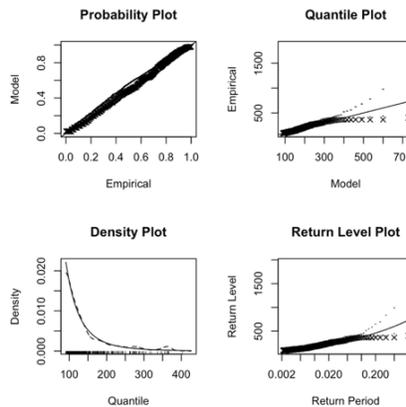


FIGURE 23 – Estimation des paramètres d'échelle et de queue

Les paramètres d'échelle et de queue donnent les résultats suivants :

```

Threshold: 90
Number Above: 471
Proportion Above: 6e-04

Estimates
scale  shape
43.9292  0.2482
    
```

FIGURE 24 – Estimation des paramètres d'échelle et queue de la courbe

La variable "fréquence" associée aux nombre de jours du forfait journalier hospitalier est représentée de la manière suivante :

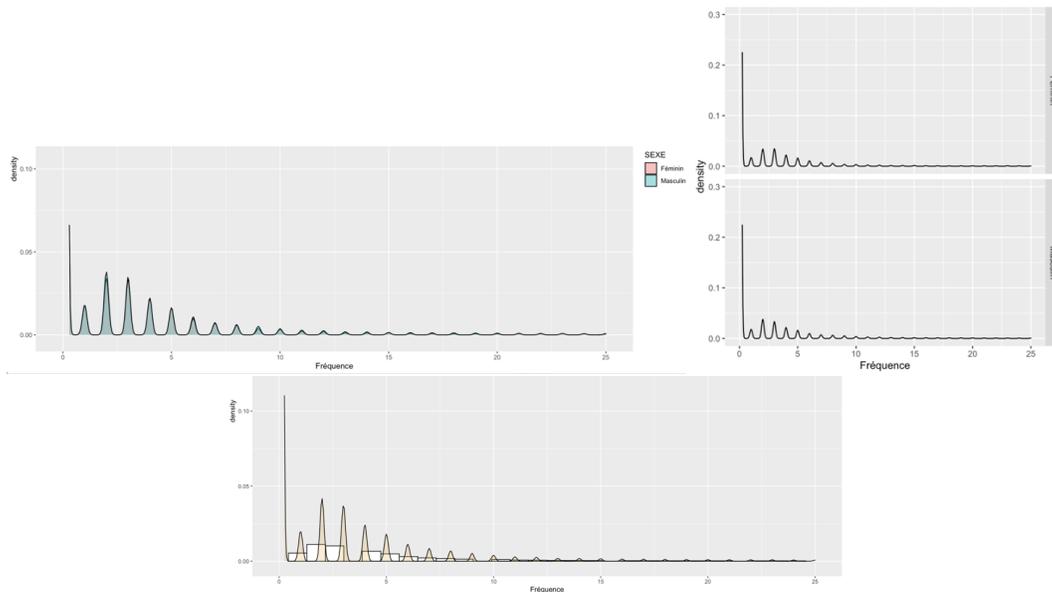


FIGURE 25 – Densité de la variable fréquence associée à la variable nombre de jours

Variable Fréquence	
Minimum	0
1er quartile	0
Médiane	0
Moyenne	0,4
3ème quartile	0
Maximum	89

FIGURE 26 – Statistiques descriptives

La variable "fréquence" associée aux séjours hospitaliers est représentée de la manière suivante :

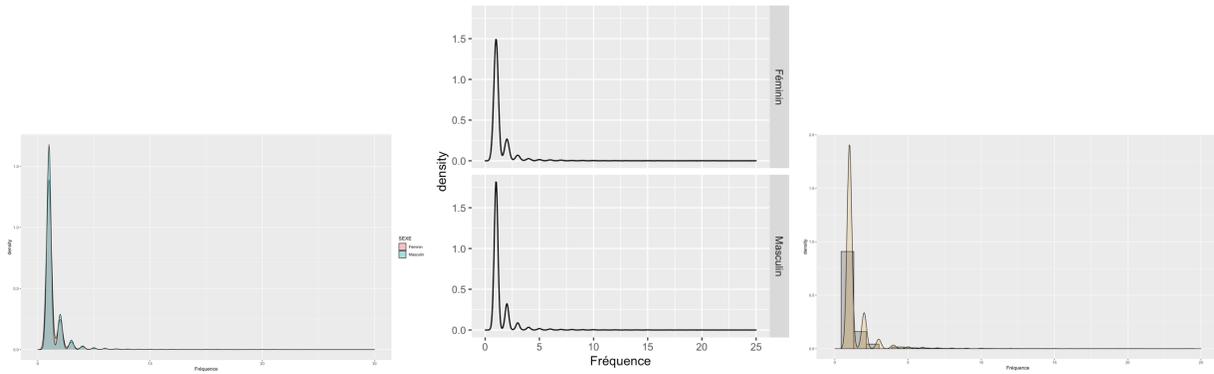


FIGURE 27 – Densité de la variable fréquence associée à la variable séjours hospitaliers

Variable Fréquence	
Minimum	1
1er quartile	1
Médiane	1
Moyenne	1,5
3ème quartile	1
Maximum	63

FIGURE 28 – Statistiques descriptives

3 Tarification indépendante du nouveau produit

La tarification n'étant pas l'objet principal de notre mémoire, les méthodes de tarification utilisées pour la santé seront alors développées en annexe. Dans l'objectif de tarifier le produit, il est nécessaire de tout d'abord calculer la valeur de la prime pure risque par risque. Les fréquences de consommation et le coût seront modélisés en fonction de variables explicatives, et ce, afin de déterminer la valeur de la prime pure santé. Aussi, les résultats des tarifs prévoyance seront étudiés.

3.1 Tarification du risque santé

Le risque santé est ici réduit à l'hospitalisation. Les méthodologies usuelles de tarification sont distinguées entre individuel (statistiques tête par tête) et collectif (pilotage du ratio sinistres sur primes S/P par génération de contrats). Dans notre cas, il s'agit de contrats individuels.

Pour la tarification des contrats individuels, la prime pure est calculée selon une approche " Fréquence x Coût moyen " décomposée par garantie. Les facteurs discriminants au remboursement doivent être pris en compte : régime, nature de l'acte et formule de garantie.

Les paramètres démographiques discriminent également le tarif : âge, composition familiale, sexe, . . . Il est possible de recourir au modèle linéaire généralisé pour concevoir les coefficients d'ajustement du tarif en fonction des variables discriminantes.

Finalement pour obtenir le tarif commercial, sont appliqués un taux de chargement pour frais, le coefficient de sécurité pour le pilotage de la marge et les taxes (TCA et TSA).

Afin de déterminer la prime santé, les trois actes associés à l'hospitalisation seront analysés individuellement : les chambres particulières, les forfaits journaliers hospitaliers, les séjours hospitaliers. Le risque est mesuré en terme de fréquence et de coût moyen, puis la prime pure qui correspond à l'espérance des pertes est déterminée comme le produit de ces deux indices. La fréquence de consommation ainsi que le coût seront modélisés pour chaque acte hospitalier dans le but d'obtenir la prime pure de chaque risque. Le tarif sera obtenu pour un niveau de garantie moyenne gamme.

3.1.1 Application des modèles

3.1.1.a La sélection des variables

Le choix des variables sera réalisé à partir du critère d'information d'Akaike (AIC), indicateur qui permet de prendre en compte la vraisemblance du modèle et le nombre de paramètres. Le meilleur modèle est celui pour lequel le critère AIC est le plus faible. Il faut donc comparer les critères AIC en ajoutant (méthode ascendante) ou retirant (méthode descendante) des variables au modèle. Ici, la méthode stepwise, qui est une combinaison des deux méthodes précédemment citées a été utilisée. Les variables disponibles pour l'étude sont :

- le sexe,
- l'âge,

— la situation maritale.

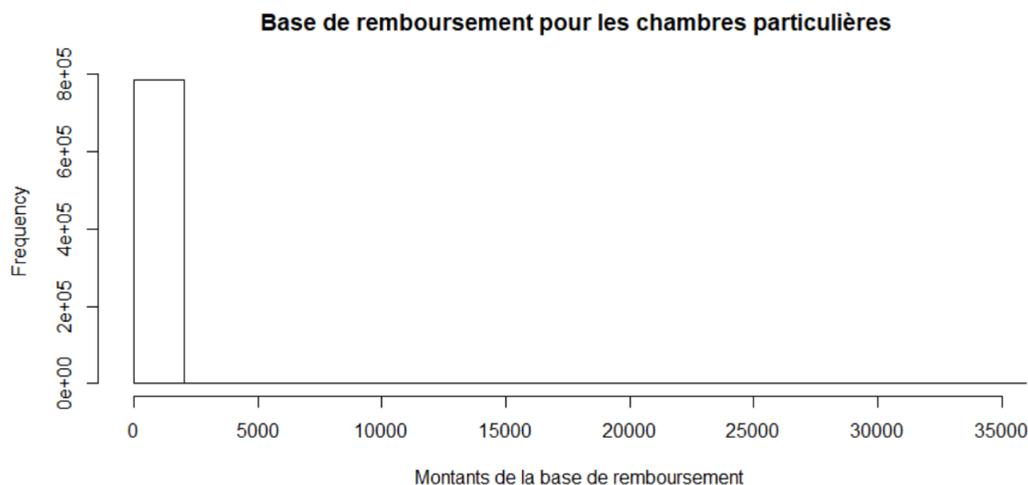
La base de données n'est pas assez volumineuse pour établir une étude âge par âge. En effet, sur certains âge il n'y a pas, ou alors peu de prestations en hospitalisation, garantie couverte par le produit en santé. Ainsi afin d'avoir plus de données et des résultats plus représentatifs, dans la suite du mémoire la variable *âge* sera segmentée, par tranche d'âge, en sept catégories, comportant la même proportion d'assurés : de 15 à 29 ans, de 30 à 34 ans, de 35 à 39 ans, de 40 à 44 ans, de 45 à 49 ans, de 50 à 54 ans, et 55 ans et plus.

3.1.1.b Modèles obtenus et interprétation des résultats

Les modélisations pour chaque acte seront détaillés ci-dessous.

Les chambres particulières

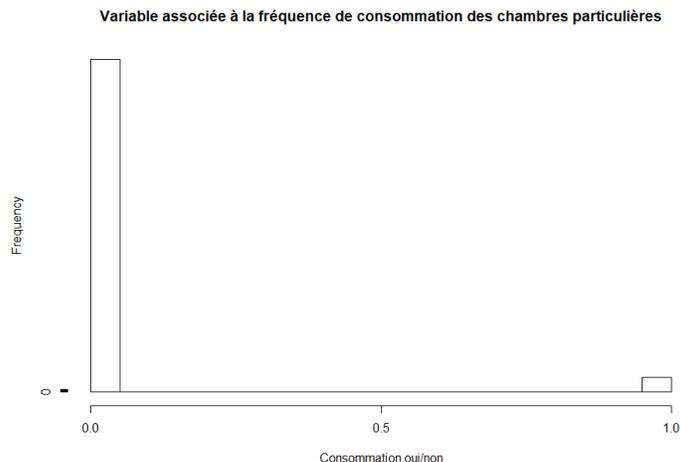
L'Assurance maladie rembourse, de manière générale, à hauteur de 80% les frais de séjour, les actes chirurgicaux réalisés dans un hôpital public ou une clinique privée conventionnée. De même pour les actes et soins réalisés avant et après l'opération. Parmi les restes à charge du patient se trouvent les prestations de confort dans lesquelles figure la réservation d'une chambre individuelle. De ce fait, une chambre particulière n'est jamais remboursée par la Sécurité sociale. Cela est en effet observable dans le schéma ci-dessous où la variable base de remboursement est nulle pour tous les actes "chambres particulières".



Modèle de fréquence

En l'absence d'information concernant le nombre de jours, la fréquence est représentée à l'aide

d'une variable indiquant 1 si l'assuré a consommé, 0 sinon.



Un modèle binomial correspond au mieux pour représenter ces données. La variable à expliquer est la fréquence. Elle permet de savoir si l'individu a consommé ou non.

Dans la suite, l'individu de référence est une femme âgée entre 30 et 35 ans, célibataire. Un coefficient positif signifiera que les personnes ayant la caractéristique associée au coefficient auront plus de chance de consommer que l'individu de référence. Les coefficients obtenus (disponible en annexe C.1) permettent de déduire :

- Les personnes âgées de 55 ans et plus, consomment plus que les personnes âgées entre 30 et 35 ans. Cela est sûrement dû à la vieillesse qui entraîne une augmentation des problèmes de santé et donc une consommation plus importante pour les chambres particulières.
- Les femmes de 30-35 ans consommeraient plus que les autres femmes hormis celles âgées de plus de 50 ans.
- Les hommes ont tendance à moins consommer que les femmes.

Il est possible de penser que les deux dernières observations soient dues à la maternité. En effet, en 2013, la moyenne d'âge des femmes qui accouchaient était de 30 ans. En 2016, la part la plus importante de femmes donnant la vie était entre 30 et 34 ans selon Statista.¹

1. Les données étant comprises entre 2011 et 2016, les recherches ont été effectuées à ces années là.

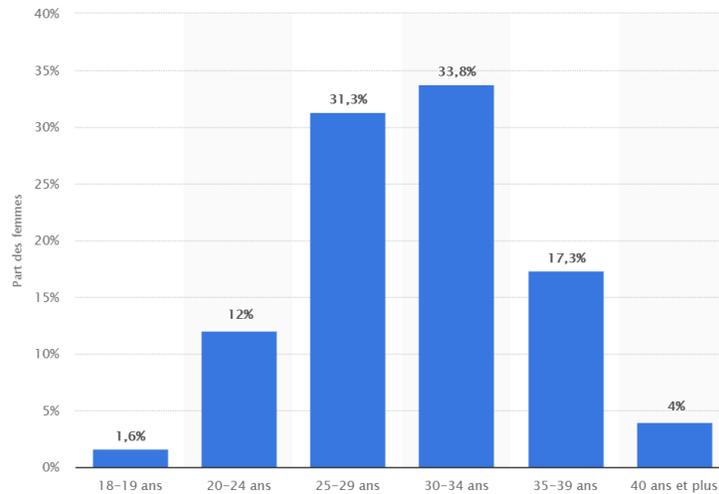


FIGURE 29 – Distribution des femmes ayant accouché en France en 2016, selon l'âge

Ainsi, pour leur accouchement les femmes sont amenées à consommer des chambres particulières. D'où l'hypothèse que la maternité entraîne une hausse de la consommation pour cet acte. Cette hypothèse impliquerait qu'il y aurait une corrélation entre l'âge et le sexe.

Étudions l'indépendance entre ces deux variables qualitatives. Pour cela, la variable Sexe sera croisée avec la variable Age dans le tableau ci-dessous. Il représente les proportions de la variable sexe par âge.

	Féminin	Masculin	Total
30-35	41.2	58.8	100.0
55+	37.4	62.6	100.0
50-55	37.1	62.9	100.0
45-50	36.6	63.4	100.0
40-45	37.0	63.0	100.0
35-40	37.8	62.2	100.0
15-30	45.3	54.7	100.0
Ensemble	39.1	60.9	100.0

FIGURE 30 – Proportions du sexe par âge

Un test d'indépendance du χ^2 est appliqué à ce tableau à l'aide de la fonction *chisq.test*. Et ce, afin de rejeter l'hypothèse d'indépendance des lignes et des colonnes du tableau, c'est à dire de rejeter l'hypothèse que les écarts à l'indépendance observés seraient uniquement dus au biais d'échantillonnage.

A la sortie de ce test, trois valeurs sont indiquées :

- X-squared : valeur de la statistique du χ^2 , c'est-à-dire la "distance" entre le tableau observé et celui attendu si l'âge et le sexe étaient indépendants,
- Df : le degré de liberté du test,

- P-value : indique sous l'hypothèse d'indépendance, la probabilité d'obtenir une valeur de la statistique du χ^2 au moins aussi extrême.

Dans notre cas, $p\text{-value} < 2.2e^{-16}$: il est inférieur au seuil de décision (souvent 0.05). L'hypothèse d'indépendance entre la variable âge et sexe est ainsi rejetée.

Aussi, il est possible de regarder les résidus de ce test, obtenus à l'aide de la fonction *chisq.residuals*, en complément du test de χ^2 .

	Féminin	Masculin
30-35	11.00	-8.81
55+	-9.39	7.52
50-55	-10.04	8.04
45-50	-13.20	10.57
40-45	-11.28	9.04
35-40	-6.59	5.28
15-30	36.26	-29.04

FIGURE 31 – Résidus du test de χ^2

Les valeurs des résidus inférieurs à -2 indiquent une sous-représentation des cases en question, c'est-à-dire que les effectifs sont significativement plus faibles que ceux attendus sous l'hypothèse d'indépendance.

Les valeurs des résidus supérieurs à 2 représentent à l'inverse une sur-dispersion des cases concernées.

Les cas où les résidus sont compris entre -2 et 2 indiquent qu'il n'y a pas d'écart à l'indépendance. Ici, aucune valeur n'est comprise entre -2 et 2 : les effectifs sont soit plus faibles ou plus élevés que ceux attendus sous l'hypothèse d'indépendance, ce qui renforce l'hypothèse de corrélation entre la variable sexe et âge. Graphiquement :



FIGURE 32 – Résidus du test du χ^2

Chaque case du tableau est représentée par un rectangle de ce graphique. La largeur de ce dernier correspond aux proportions des modalités de la variable âge. Il y a plus d'individus âgés entre 15-30 ans qu'entre 30-35 ans. La hauteur correspond aux proportions de la variable sexe. Le pourcentage d'hommes ayant entre 15-30 ans est moins élevé que ceux âgés entre 45-50 ans.

A présent, regardons si l'effet de l'âge est le même selon le sexe. La variable d'interaction entre l'âge et le sexe est alors introduite et sera représentée par la variable $age * sexe$ dans l'équation de notre modèle (annexe C.2). Dans le graphique ci-dessous sera présenté les effets du modèle.

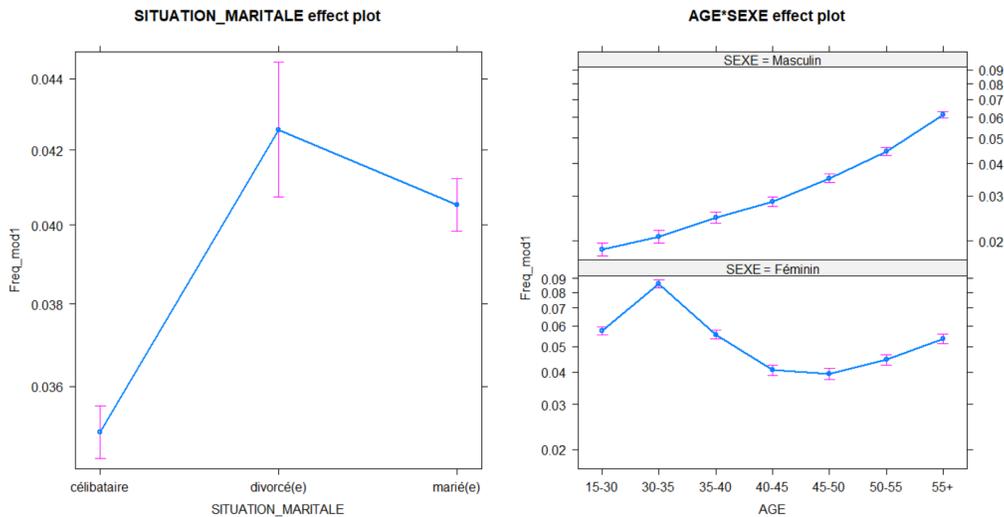


FIGURE 33 – Représentation graphique des effets du modèle avec interaction entre le sexe et l'âge

Dans ce graphique, l'effet de l'âge sur la consommation des chambres particulières est marqué chez les hommes, de sorte à ce que plus l'homme vieillit plus il consomme. Pour les femmes, on remarque le pic de consommation entre 30 et 35 ans qui renforce l'hypothèse de départ concernant la maternité.

Ces observations confirment la dépendance entre les variables âge et sexe.

Testons à l'aide du critère AIC, si l'ajout de la variable $Age * Sexe$ améliore le modèle.

	AIC
Modèle sans interaction	270 636
Modèle avec interaction	266 553

L'AIC est plus faible avec l'ajout de la variable d'interaction dans le modèle : celui-ci est donc meilleur.

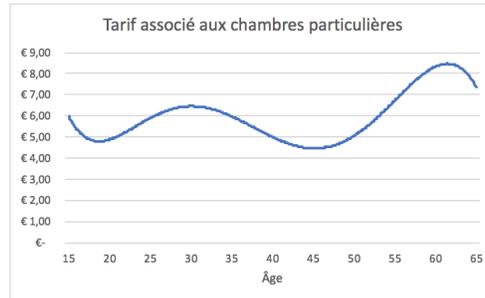
Modèle de coût

Le coût est modélisé à travers la variable associée au montant de l'acte chambre hospitalière par individu. Le choix de la loi (entre la loi gamma ou log-normale) s'est effectué en fonction du plus faible AIC.

	AIC
Loi log gamma	105 609
Loi log normale	107 401

La variable coût, modélisée par une loi log gamma, est plus adaptée du fait d'un AIC plus petit. Les coefficients obtenus (disponible en annexe C.3) reflètent la forte consommation des femmes âgées de 30 à 35 ans.

Une fois les coefficients de fréquence et de coût obtenus, le tarif des chambres particulières peut ainsi être déterminé. Les résultats obtenus permettent de déduire que l'acte "chambres particulières" aura une fréquence plus élevée entre 30 et 35 ans et à partir de 50 ans. Ainsi, cet acte aura un coût plus élevé pour l'assureur sur ces tranches d'âges. Le graphique ci-dessous présente la prime pure lissée¹ mensuel des chambres particulières en fonction de l'âge.



A partir de 40 ans, plus l'assuré vieillit plus il est amené à consommer une chambre particulière, dû à sa santé qui se détériore. Également, les femmes âgées de 30-35 ans ont une forte consommation due probablement à la maternité.

Le forfait journalier hospitalier

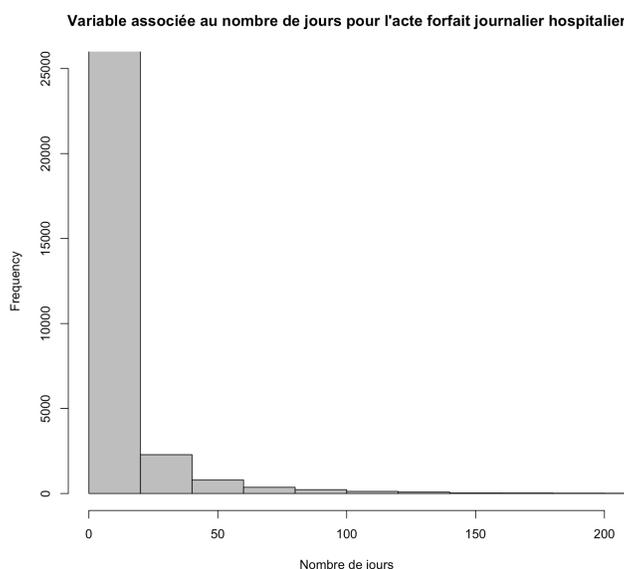
Le forfait hospitalier représente la participation financière du patient aux frais d'hébergement et d'entretien entraînés par son hospitalisation. Il est dû pour chaque journée d'hospitalisation, y

1. La courbe de tendance permet de lisser le résultat. Ici $R^2 = 80\%$, elle représente les données à 80%

compris le jour de sortie. Le forfait hospitalier n'est pas remboursé par l'Assurance Maladie. Depuis janvier 2018, celui-ci est fixé à 20€/jour en hôpital ou en clinique et à 15€/jour dans les services psychiatrique d'établissement de santé.

N'ayant pas d'informations concernant le lieu où le forfait hospitalier a été réglé, celui-ci sera fixé à 18€ par jour. Le coût de l'acte étant connu, il ne reste plus qu'à modéliser le nombre de jours afin d'obtenir le tarif. La variable *nombre de jours* correspondra au nombre de jours où la personne a séjourné en milieu hospitalier.

L'observation du nombre de jours où les individus séjournent à l'hôpital fait ressortir un pic en zéro (figure ci-dessous).



Les données présentent une sur-dispersion pour une loi de Poisson (la variance est supérieure à la moyenne). À l'aide de la fonction *dispersiontest()*, un test de dispersion a été effectué. La valeur de *alpha* associée à ce test est de 45, ce qui confirme la sur-dispersion ¹.

Le modèle binomial négatif est souvent utilisé dans ce cas, mais ici, ce modèle est rejeté par le test du Chi-2.

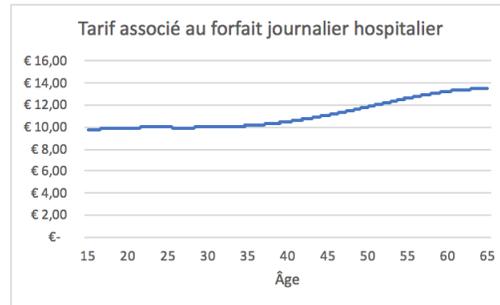
Un modèle à inflation zéro semble mieux adapté aux données. Un test de Vuong est réalisé pour comparer le modèle binomial négatif et le modèle ZINB, celui-ci renvoie une statistique de test en faveur du modèle ZINB.

Les coefficients du modèle obtenus (disponible en annexe D.1) permettent de déduire que :

- La fréquence de consommation augmente avec l'âge,
- Les hommes consomment un peu plus que les femmes.

1. On parle de sur-dispersion quand le test indique un $\alpha > 0$ et de sous-dispersion quand $\alpha < 0$

Considérant le coût de l'acte à 18 euros, le tarif de l'acte "forfait journalier hospitalier" est déterminé en multipliant le modèle de fréquence avec le coût. Les coefficients ainsi obtenus (disponible en annexe D.2) indiquent que le tarif augmente avec l'âge. La prime pure lissée¹ de l'acte est représentée graphiquement :



Les assurés ont un coût forfaitaire hospitalier qui augmente avec l'âge. Cela est dû au fait que plus ils vieillissent plus leur santé faiblit, plus la durée de leur séjour en milieu hospitalier augmentera.

Frais de séjour hospitalier

Les frais de séjour sont les frais facturés par l'établissement de santé pour couvrir les coûts d'un séjour hospitalier (médicaments, examens).

Les frais de séjour sont remboursés à 80 % par l'Assurance maladie obligatoire pour un séjour dans un hôpital public ou une clinique privée conventionnée. Le ticket modérateur (la somme restante) est pris en charge par la complémentaire santé. Les frais non pris en charge par la sécurité sociale en plus du ticket modérateur sont les suppléments pour confort et les dépassements d'honoraires.

La somme des frais réels sera modélisée pour obtenir le coût pour un niveau de garantie moyenne gamme.

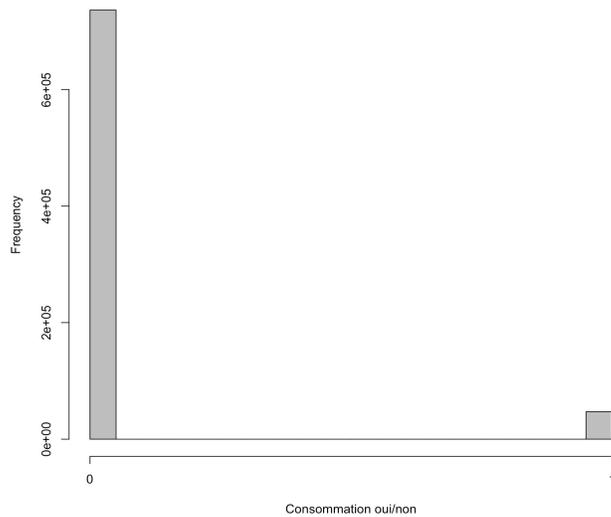
Pour tarifier cet acte, la fréquence de consommation et le coût moyen par individu seront modélisés.

Modèle de fréquence

La variable expliquée est la fréquence de consommation. Elle est représentée de la manière suivante :

1. La courbe de tendance permet de lisser le résultat. Ici $R^2 = 97\%$, elle représente les données à 97%.

Variable associée à la fréquence de consommation des frais de séjour hospitalier



Un modèle binomiale de fonction de lien probit est utilisé afin de modéliser cette variable.

Les coefficients obtenus (disponible en annexe C.1) permettent de déduire :

- Les hommes consomment un peu plus que les femmes,
- La fréquence de consommation évolue avec l'âge mis à part les femmes âgées de 35 à 40 ans qui consomment légèrement moins que les femmes entre 30 et 35 ans.

Modèle de coût

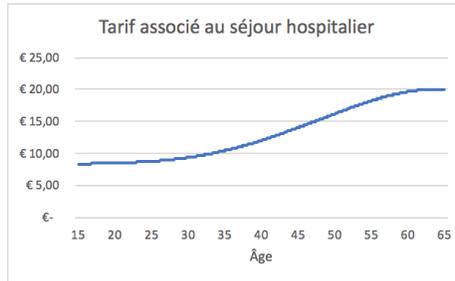
Afin de modéliser le coût, la variable des montants moyens des frais réels sera modélisée.

La variable à expliquer est le coût moyen des frais réels. Elle est modélisée par la loi log gamma possédant un AIC plus faible qu'une loi log normale.

	AIC
Loi log gamma	195 873
Loi log normale	201 662

Les coefficients obtenus (disponible en annexe C.2) permettent de déduire que le montant des frais réels évolue avec l'âge. La prime pure lissée¹ de l'acte est présentée graphiquement :

1. La courbe de tendance permet de lisser le résultat. Ici $R^2 = 98\%$, elle représente les données à 98%.



Le risque pour un assuré de séjourner à l’hôpital et d’avoir recours à des examens en laboratoire augmente avec l’âge dû à la santé qui évolue inversement. C’est la raison pour laquelle, le coût de cette prestation est croissant.

3.1.2 Prime pure

Après avoir modélisés la fréquence et le coût pour les chambres particulières, le forfait journalier hospitalier et les frais de séjour hospitalier ; la prime pure de chacun des actes hospitaliers a pu être déterminé par produit entre le coût et la fréquence. Ainsi, la prime pure santé pourra enfin être déterminée par somme des primes pures des actes hospitaliers.

Le graphique de gauche ci-dessous représente l’évolution de la prime pure théorique en fonction des tranches d’âges. Par souci de cohérence, la prime pure théorique a été lissée de façon à obtenir une courbe polynomiale de degré 4, représentant les données à 95%. Cette dernière sera retenue pour la suite de l’étude.

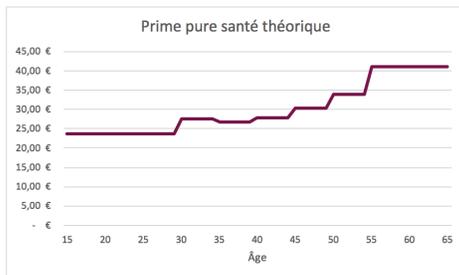


FIGURE 34 – Prime pure théorique

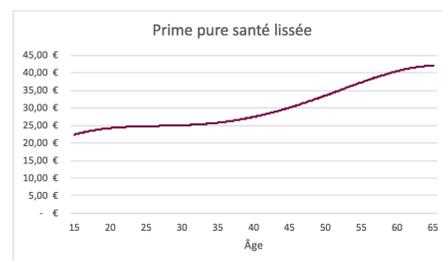


FIGURE 35 – Prime pure santé lissée

3.1.3 Prime commerciale

La prime commerciale correspond à la prime pure augmentée des taxes et chargements. La formule permettant le passage de la prime pure à la prime commerciale est la suivante :

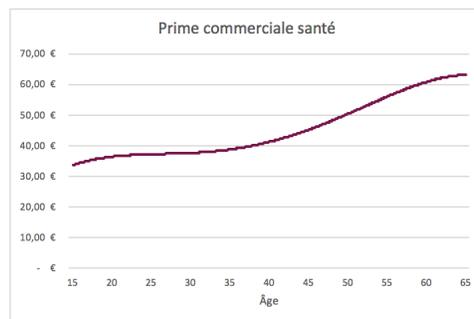
$$Prime\ Commercial\ (x) = \frac{Prime\ Pure\ (x)}{1 - Chargements\ sur\ prime}$$

N’assurant pas le panier de soins, le contrat est considéré comme étant non responsable. Le tarif santé est alors chargé et taxé en tant que contrat non responsable. Un contrat santé dit ”non

responsable” n’impose pas au patient de suivre le parcours de soins coordonnés. Ce type de contrat peut proposer des niveaux de garanties supérieurs pour certains actes médicaux versus le contrat responsable, et prend en charge les dépassements d’honoraires, la participation forfaitaire, les franchises médicales, les majorations de ticket modérateur, etc. Mais attention, il ne prendra alors en charge qu’une partie des garanties imposées.

Le risque santé est chargé à 20% et taxé à 20,27%.

La prime commerciale du risque santé est représentée ci-dessous :



Après avoir déterminé le tarif en santé, il s’agit à présent de définir celui associé à la prévoyance.

3.2 Tarification du risque prévoyance

En prévoyance, la tarification des risques incapacité, invalidité et décès provient des données internes au cabinet Pericles Actuarial, établie sur un portefeuille identique à la santé. Celui-ci n’étant pas à notre disposition, il a donc été nécessaire pour la suite de construire un portefeuille à partir des différents Models Points présents dans la base de donnée santé. Ce portefeuille sera détaillé dans la partie 4.

Deux types de tarification existent pour les TNS : en %PASS ou en euros (€). Dans ce mémoire, la prévoyance sera en euros.

Les primes commerciales des risques incapacité, invalidité et décès sont différenciées par classe de risque socioprofessionnelle, comme suit :

Classification	
Classe 1	Architecte
	Conseil
	Expert-Comptable
	Agent d'assurance
	Notaire
	Officier ministériel
	Avocat
	Autres professions libérales
Classe 2	Artisans hors bâtiment
	Commerçants
Classe 3	Professions paramédicales

FIGURE 36 – Classes des risques socioprofessionnelles

3.2.1 L'invalidité

Pour la tarification invalidité, la table utilisée provient de données internes au cabinet Pericles Actuarial, établie sur un portefeuille identique à la santé. Un coefficient d'ajustement par classe de risque en fonction des tarifs du marché y figure ainsi qu'un barème par âge et classe de risque pour une rente d'invalidité de 1 € par jour. Le risque GIT est taxé à 9%.

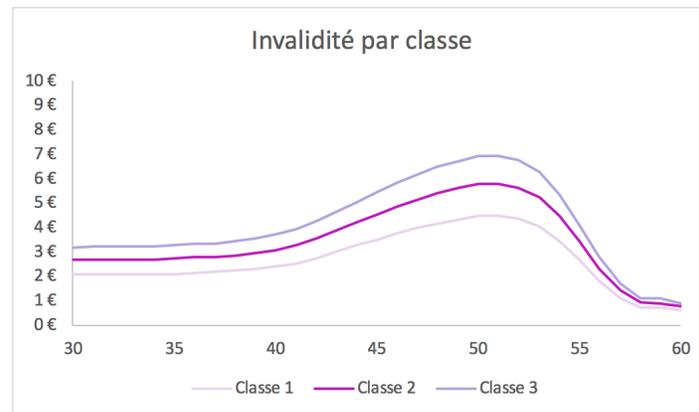


FIGURE 37 – Tarif pour une rente invalidité de 1€ par jour, par âge et par classe

3.2.2 L'incapacité

Pour la tarification incapacité, pour chacune des 3 classes de risques figure un barème par âge, pour une indemnité journalière de 1 € par jour, sous une franchise de 30 jours.

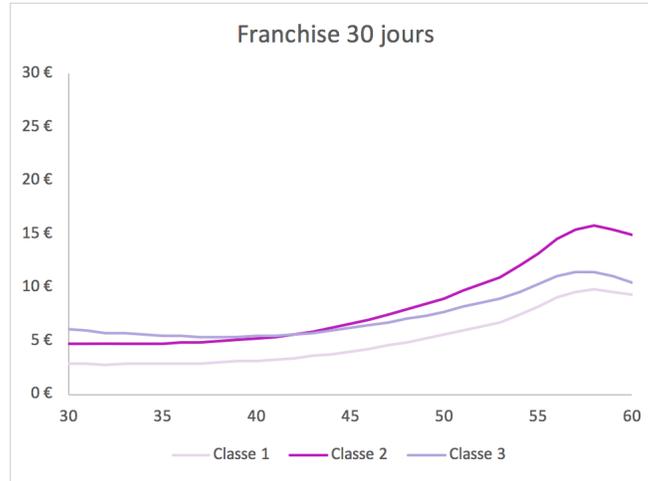


FIGURE 38 – Tarif pour une rente incapacité de 1€ par jour, par âge et par classe

3.2.3 Le décès

À partir de données internes à Pericles Actuarial, les tables TH 00-02 et TF 00-02 ont été utilisées avec un abattement de 20%.

Le capital décès est tarifé par : $k * q_x$, avec : q_x le coefficient de la table d'abattement TH/TF, et k correspondant au revenu annuel de l'assuré.

Le revenu moyen annuel de la classe 1 est de 106 261€, celui de la classe 2 est de 47 000€ et celui de la classe 3, 46 400€. Le graphique ci-dessous représente la rente décès par âge en considérant le revenu moyen annuel pour chacune des classes.

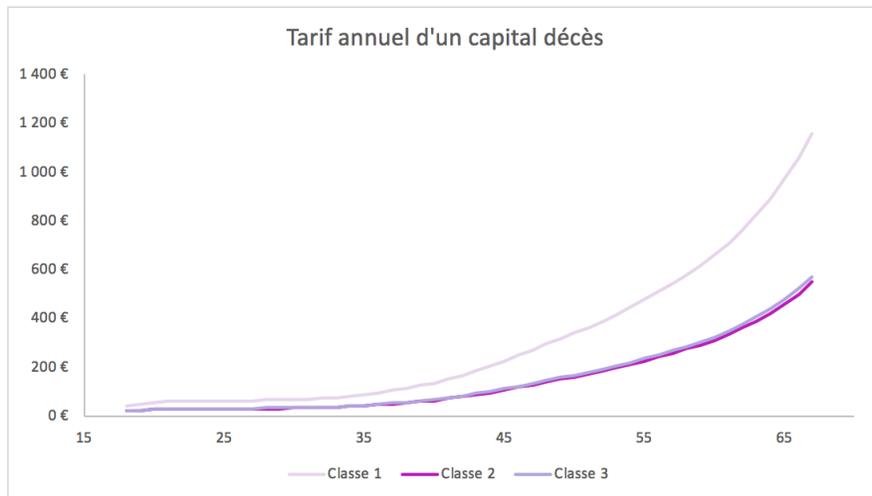


FIGURE 39 – Tarif annuel d'un capital décès par âge et par classe de risque en fonction du revenu annuel

A présent que les tarifs prévoyance ont été présentés, le montant des primes y compris cashback sera calculé. Notre étude se limitera à la classe 1 uniquement, regroupant le plus de catégories.

3.3 Modalités de coût et de versement du cashback

A présent, les modalités de versement du bonus seront détaillées ainsi que la manière dont ce dernier sera intégré dans la tarification.

3.3.1 Quel sera le coût du cashback pour les assurés ?

Les deux cas possibles concernant le coût du cashback sont les suivants :

1) Offrir le cashback à l'assuré. L'inconvénient pour l'assureur est que cela dégradera le ratio S/P . Ce point correspond à la borne inférieure du coût du cashback.

2) Intégrer le coût du cashback dans le montant de la prime. L'avantage est que l'assureur pourra respecter son engagement. Toutefois, le ratio S/P peut se dégrader : si au global l'assureur est déficitaire, avec le bonus reversé aux assurés il le sera d'autant plus. Ce point correspond à la borne supérieure du coût du cashback.

3.3.2 Quel sera le montant de cashback versé par l'assureur ?

Plusieurs propositions de versement de cashback sont possibles :

1) L'assuré percevra un ratio de ses cotisations appelé α .

$$\text{Cashback} = \alpha \times \text{Cotisations versées par l'assuré}$$

L'avantage pour l'assuré est qu'il connaît le montant qu'il recevra. L'inconvénient pour l'assureur est que si le ratio S/P est mauvais à la base, c'est-à-dire $S/P > 1$, il sera d'autant plus dégradé avec le don du cashback.

2) Répartir le résultat net entre les personnes ayants droit au cashback.

Pour la santé, il s'agit de piocher dans la réserve. Le cashback coûtera seulement de la marge, l'assureur ne le fera alors pas payer aux assurés comme dans le point précédent. L'avantage pour l'assureur est qu'il ne prend pas de risque. En supposant que la totalité de la marge est reversée en cashback, il est distribué comme suit :

$$\text{Cashback} = \frac{\text{Marge cumulée sur } x \text{ années}}{\text{Nombre de non - consommateurs}}$$

Cependant, si le ratio sinistres sur primes S/P est supérieur à 100%, l'assureur ne versera pas de cashback, étant donné qu'il n'aura pas de marge. C'est un cashback conditionné au fait que le modèle soit bénéficiaire. Certes, les assurés auront une prime à payer moins élevée que dans

le proposition 1) mais l'argument commercial n'est plus totalement valable. Pour étudier cette proposition, un compte de résultat fictif devra être réalisé.

Pour la prévoyance, le cashback peut fonctionner comme la provision d'égalisation (PE) c'est-à-dire s'il y a un bon résultat (ratio $S/P > 1$), l'assureur dotera dans la PE. Si le plafond (limite) de la PE est atteint, une autre provision est créée : la réserve générale. L'assureur pourra alors piocher dans l'excédent de PE pour verser le bonus aux non-consommateurs. L'inconvénient est que le montant de cashback versé ne sera pas connu à l'avance.

Le point 2) a été écarté étant donné que l'argument commercial n'est plus valable si il n'y a pas de marge. Ce point ne sera donc pas traité. Dans la suite, le cashback sera alors versé comme un pourcentage des cotisations versées par l'assuré.

Choix du nombre d'année x à partir duquel le bonus est reversé

Dans la suite, $x=4$: si l'assuré n'a pas consommé en santé et en prévoyance pendant 4 années, il sera éligible au cashback. L'hospitalisation comme les arrêts de travail sont des risques assez longs, pouvant s'étendre sur plusieurs années. Ce ne sont pas des risques se produisant chaque année, le fait de conditionner sur quatre années permettra de reverser une grosse partie de la prime s'ils ne consomment pas. L'incapacité étant un événement de durée maximale de 3 ans, la période d'étude doit être au moins égale à ce maximum. De plus, les analyses des comptes s'étudient avec en général un historique de 3 ans minimum, sauf en santé (1 an), le compte est considéré comme "stable" à partir de 4 ans d'historique en GIT, d'où le choix de couvrir sur 4 années.

3.4 Tarification du cashback

Dans le point précédent ont été énoncées les deux possibilités de coût du cashback : dans le premier cas il s'agissait de l'offrir, les primes restent alors inchangées. Dans le second cas, il s'agissait de le faire payer aux assurés en l'intégrant dans la prime, celles-ci seront recalculées dans cette partie.

3.4.1 Tarification du cashback en santé

À partir du portefeuille santé, des GLM sont réalisés de la même manière que dans la partie 3.1 afin de déterminer un nouveau montant de prime. Pour cela, une nouvelle variable concernant le remboursement complémentaire est créée.

Notons α le taux de cashback. Si le remboursement complémentaire (RC) de l'assuré, associé à un acte hospitalier est nul, la nouvelle variable de remboursement complémentaire liée au cashback, noté $RC_Cashback$, sera égale à l'ancienne variable RC à laquelle s'ajoutera α de la prime associée à cet acte. En d'autre terme, si l'assuré a un remboursement complémentaire nul, cela signifie qu'il n'a pas consommé, il est donc éligible à percevoir le bonus qui s'élèvera de α de la prime versée. Dans le cas contraire, le remboursement complémentaire restera identique à celui sans cashback, c'est-à-dire que s'il a consommé, il ne percevra pas de bonus. En d'autre terme,

$$RC_Cashback = \begin{cases} RC + \alpha \times prime & \text{si } RC = 0 \\ RC & \text{sinon.} \end{cases}$$

3.4.1.a Choix du taux de cashback α

Dans la suite de cette partie, α sera considéré à 50%. En effet, par principe de mutualisation α ne peut pas valoir 100%, il y a un risque, il faut tout de même que l'assureur soit rémunéré. 50% permettrait d'obtenir de bons résultats et autorisait les assurés d'obtenir un bonus non négligeable. Quoi qu'il en soit, α reste un paramètre, c'est un input qui peut être modifié.

3.4.1.b Analyse du cashback sur le portefeuille santé

Avant de présenter les montants de primes obtenus, une analyse de cashback est réalisée au sein du portefeuille santé.

La base de données santé mise à disposition est établie sur une période de cinq années. Afin de déterminer les individus percevant le cashback à la cinquième année, plusieurs cas doivent être pris en considération de manière à ne pas sous-estimer le coût du cashback, car rappelons que l'assuré le perçoit au bout de quatre années consécutives de non-consommation.

Soit :

- $E = \{\text{Ensemble des individus}\}$
- $E_1 = \{\text{Ensemble des individus } \in E \text{ n'ayant pas consommé les 4 premières années}\}$
- $E_2 = E \setminus E_1$
- $E_3 = \{\text{Ensemble des individus } \in E_2 \text{ ayant consommé la 1}^{\text{ère}} \text{ année}\}$
- $E_4 = \{\text{Ensemble des individus } \in E_3 \text{ n'ayant pas consommé les quatre années suivantes}\}$

Les cas à comptabiliser sont les suivants :

- Cas 1 : les individus n'ayant pas consommé sur la première période de 4 ans mais qui ont pu consommer entre la quatrième et cinquième année (correspondant à l'ensemble E_1),

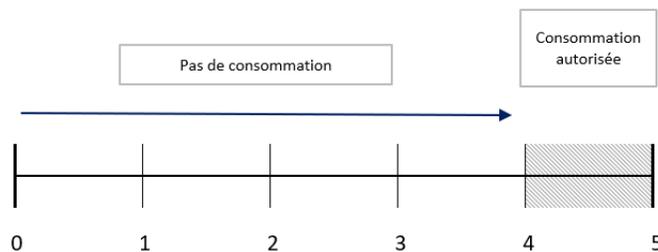


FIGURE 40 – Illustration du cas 1

- Cas 2 : les individus ayant consommé la première année mais pas les 4 années restantes (correspondant à l'ensemble E_4).

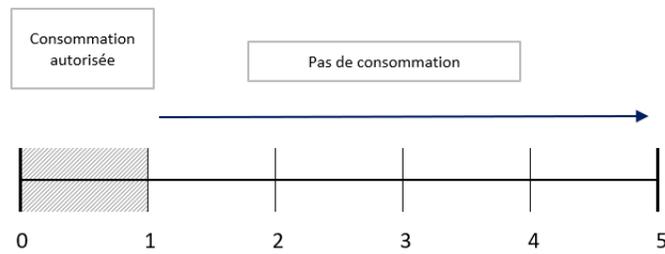


FIGURE 41 – Illustration du cas 2

La probabilités que les individus touchent le cashback à la fin de la cinquième année, correspond à $P(E_1)+P(E_4)$. Sur l'ensemble des individus, 46% sont éligibles au cashback à la fin de la cinquième année.

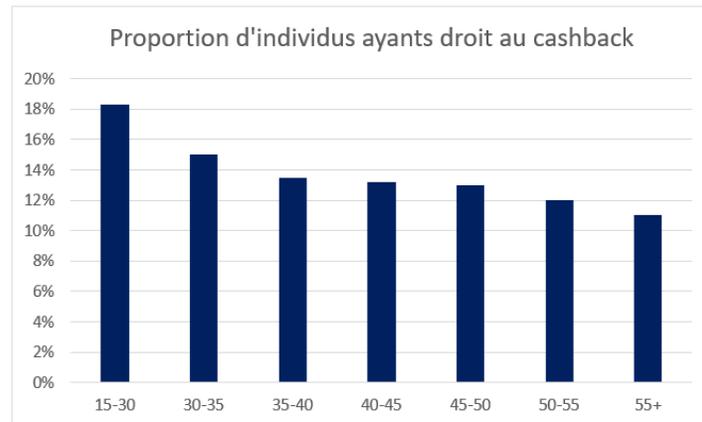


FIGURE 42 – Proportion d'individus ayants droit au cashback par tranche d'âge

La tranche d'âge 15-30 ans représente la part la plus importante d'assurés ayants droit au cashback, cela peut s'expliquer par la faible fréquence de consommation en hospitalisation due à leur jeune âge. Parmi les ayants droit au cashback, ceux qui en perçoivent le moins sont les individus âgés de 55 ans et plus. En effet, plus une personne vieillit, plus sa santé se détériore et plus il sera probable qu'elle consomme la garantie hospitalisation.

3.4.1.c Résultat des GLM

Les résultats des GLM pour $\alpha = 50\%$ permettent d'obtenir de nouveaux tarifs associés à chaque acte par âge :

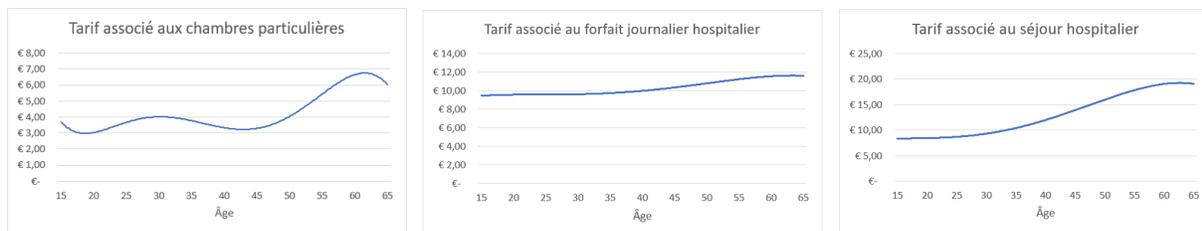


FIGURE 43 – Montant de la prime intégrant le bonus, par acte et par âge

La prime pure et commerciale moyenne intégrant les nouveaux tarifs sont représentées de la manière suivante :

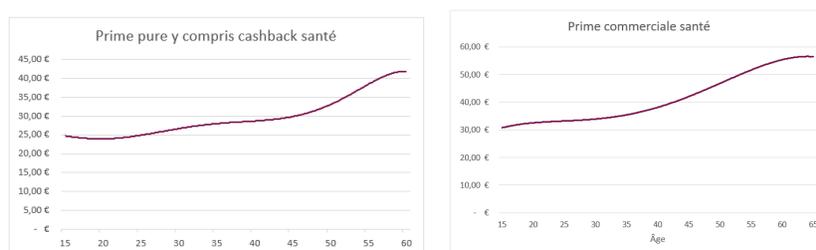


FIGURE 44 – Prime pure et prime commerciale intégrant le bonus, par âge

Étant donné le bonus intégré dans la prime, elle sera plus élevée que celle déterminée en partie 3.1. Ci-dessous le taux d'évolution de la prime santé par tranche d'âge :

Tranche d'âge	Taux d'évolution
15-30	14%
30-35	18%
35-40	13%
40-45	10%
45-50	11%
50-55	11%
55+	12%

FIGURE 45 – Taux d'évolution de la prime santé avec et sans intégration du cashback

Afin de vérifier la cohérence des sorties GLM, l'augmentation des primes et des prestations avant/après cashback a été étudiée sur l'ensemble du portefeuille. Le bonus reversé en cas de cashback est considéré comme une prestation supplémentaire pour l'assureur.

Évolution des primes	Évolution des prestations
13%	30%

FIGURE 46 – Taux d'évolution des primes et prestations santé avant et après intégration du cashback

L'augmentation des primes avant et après l'intégration du cashback est de 13% pour une augmentation de prestations de 30%, ce qui semble rationnel.

3.4.2 Tarification du cashback en prévoyance

En prévoyance, étant donné l'absence de base de données et afin de poursuivre l'étude, une base de donnée a été créée manuellement en utilisant les Models Points de la base de données santé, avec tous les croisements possibles des variables *tranche d'âge x situation maritale x sexe*.

Le but est de déterminer le montant de la prime avec l'intégration du cashback. Il est défini de la manière suivante, afin de maintenir un ratio sinistres sur primes S/P identique que pour la prime avant cashback :

$$\text{Prime y compris cashback} = \frac{\text{Prestation} + \text{Montant du cashback versé}}{\text{Prestations}} \times \text{Prime avant cashback}$$

Avec :

Montant du cashback versé = $\alpha \times$ Nombre de personnes ayants droit au cashback \times Prime avant cashback.

Les variables 'nombre de personnes ayant droit au cashback' ainsi que 'montant de prestations avant cashback' sont inconnues. Afin de les déterminer, un modèle de calcul a été construit.

3.4.2.a Modèle de calcul

Le modèle de calcul permet de déterminer la proportion de personnes ayants droit au cashback ainsi que le montant des prestations sur une période définie, en fonction de l'âge entré en input à partir des taux d'incidence et des lois de maintien en incapacité.

Taux d'incidence et tables réglementaires

Des recherches ont été effectuées afin de trouver le taux d'incidence des TNS. Une étude provenant du mémoire "*Elaboration d'une loi d'entrée en arrêt de travail et étude de l'impact de l'hétérogénéité sur le coefficient de sécurité*", 2015, C.Vestri, traite du sujet des taux d'entrée annuel en incapacité pour les hommes, femmes cadres et non-cadres. Le graphique présentant les différentes courbes est présent en annexe F. La courbe des taux retenue est celle faisant référence aux cadres, car le risque d'entrée en incidence des TNS peut se rapprocher de ces derniers.

Les tables de maintien en incapacité sont produites par le BCAC et ont été issues des ressources actuarielles. Les lois produites par le BCAC sont utilisées pour le provisionnement des prestations servies en cas d'incapacité et d'invalidité.

Par la suite, les probabilités de décès seront calculées afin d'obtenir le nombre de personnes décédés, et ce, grâce aux tables de mortalité TH 00-02 et TF 00-02. Il s'agit des tables réglementaires pour les contrats d'assurance vie. Ces tables donnent, pour chaque âge, la probabilité annuelle de décès d'un individu. Elles sont établies selon des données statistiques.

Projection du modèle

Dans le modèle, les calculs seront effectués sur quatre années correspondant à la période de couverture, puis projetés sur trois années supplémentaires. En effet, pour calculer les ratios S/P , le montant des prestations doit être calculé jusqu'à extinction des sinistres.

$$\frac{\text{Sinistres}}{\text{Primes}} = \frac{\text{Charge ultime}}{\text{Primes}} = \frac{\text{Prestations payées}}{\text{Primes}}$$

Les indemnités journalières en incapacité peuvent être versées pendant une période maximale de 3 ans. A l'issue de ces trois années, le statut de l'assuré passe d'incapacité à invalidité. Si un sinistre se produit la dernière année de couverture (4^{ème} année), afin de l'étudier jusqu'à son extinction, le modèle doit être projeté jusqu'à la 7^{ème} année, c'est la raison pour laquelle le modèle est projeté sur 7 ans.

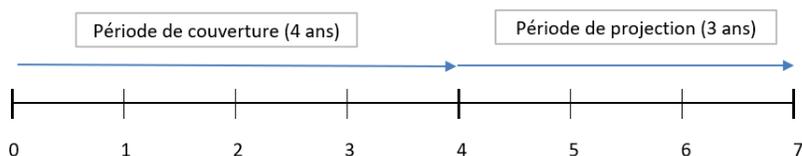


FIGURE 47 – Années de projection du modèle

Les projections se décomposent de façon mensuelle, c'est la raison pour laquelle les taux d'incidence ainsi que les probabilités de décès sont mensualisés. Les probabilités de maintien en incapacité, quant à elles, le sont déjà.

Illustration du modèle : Chaîne de Markov

Le modèle retenu pour calculer le montant des prestations ainsi que le nombre d'individus ayant droit au cashback est un modèle à états construit à partir des chaînes de Markov.

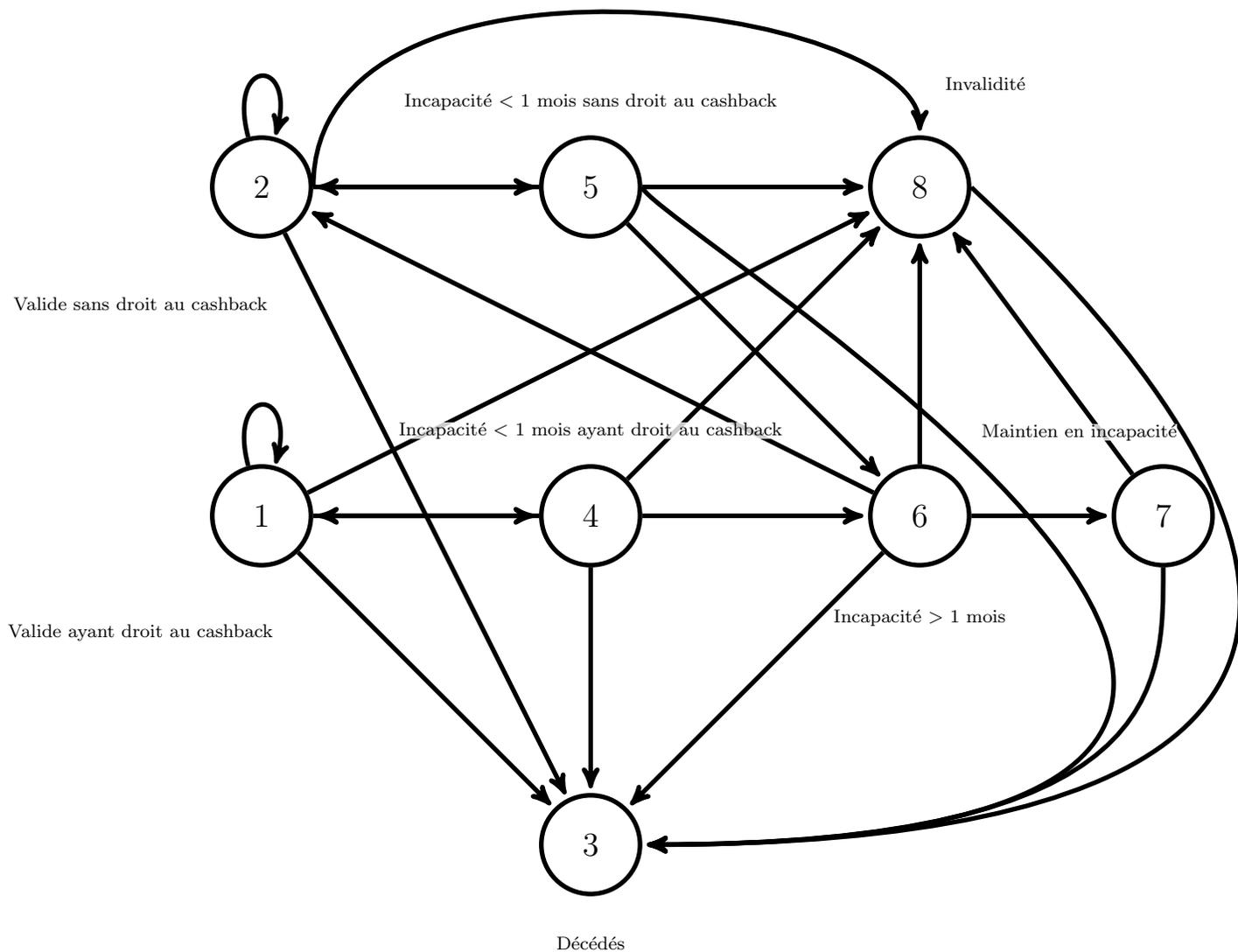


FIGURE 48 – Illustration des différents états utilisés pour le modèle

Avec :

① : État représentant les individus valides ayants droit au cashback

Il illustre les individus qui, à tout moment de la projection sont des individus valides pouvant bénéficier du cashback. Au mois $t+1$:

- soit ils ne consomment pas et restent valides ayants droit au cashback,
- soit ils décèdent,
- soit ils entrent en incapacité d'une durée de moins d'un mois.

② : État représentant les individus valides sans droit au cashback

Il illustre les individus valides qui, à date t ne peuvent plus bénéficier du cashback. Cela est dû au fait qu'ils aient eu une consommation en incapacité d'une durée supérieure à un mois dans les années antérieures. Au mois $t+1$:

- soit ils ne consomment pas et restent valides sans droit au cashback,
- soit ils décèdent,
- soit ils entrent en incapacité d'une durée de moins d'un mois, sans avoir droit au cashback.

③ : État représentant les individus décédés

Il illustre les individus décédés à date t .

④ : État représentant les individus en incapacité de moins d'un mois ayants droit au cashback

Il illustre les individus étant en arrêt de travail pour une durée de moins d'un mois, à date t , n'ayant pas consommé par le passé, ou alors en dessous d'une durée égale à la franchise c'est-à-dire inférieur à un mois. Au mois $t+1$:

- soit l'individu redevient valide,
- soit il reste en incapacité,
- soit il décède.

⑤ : État représentant les individus en incapacité de moins d'un mois sans droit au cashback

Il illustre les individus étant en arrêt de travail pour une durée de moins d'un mois, à date t , ayant déjà été en arrêt de travail par le passé, d'une durée supérieure à 1 mois. Au mois $t+1$:

- soit l'individu redevient valide sans droit au cashback,
- soit il reste en incapacité,
- soit il décède.

⑥ : État représentant les individus en incapacité supérieure à un mois

Il illustre les personnes étant en incapacité à date t , d'une durée de plus d'un mois. Ces derniers ne sont plus éligibles au cashback. Au mois $t+1$:

- soit ils décèdent,
- soit leur arrêt de travail continue et dans ce cas ils sont en toujours incapables,
- soit leur arrêt de travail s'est clôturé au milieu du mois t et au mois $t+1$ ils retombent en incapacité.

⑦ : État représentant les individus se maintenant en incapacité

Il illustre les individus se maintenant en incapacité à date t . Au mois $t+1$:

- soit ils deviennent invalides,
- soit ils décèdent,
- soit ils se maintiennent en état d'incapacité. Au bout de 3 années de maintien en incapacité consécutives, ils deviennent invalides.

⑧ : État représentant les individus en invalidité

Il illustre les individus étant en invalidité à date t . Au mois $t+1$:

- soit ils se maintiennent en état d'invalidité,
- soit ils décèdent.

Par la suite, nous noterons $S_{t,i}$ égale à la somme des individus présents dans le portefeuille à date t et à l'âge i , diminuée des personnes décédés.

$$\begin{aligned}
S_{t,i} &= P([\text{Valides sans droit au cashback}]_{t,i}) + P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois sans droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ P([\text{Individus en incapacité} > 1 \text{ mois et} < 2 \text{ mois issus des personnes en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ P([\text{Individus en incapacité} > 1 \text{ mois et} < 2 \text{ mois issus des personnes en incapacité} < 1 \text{ mois sans droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ \sum_{n=2}^{36} P([\text{Individus en incapacité} > n \text{ mois et} < n + 1 \text{ mois}])
\end{aligned}$$

Les probabilités associées à chaque état, pour l'âge i et au mois t , sont définies de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
P(\textcircled{1})_{t,i} &= P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&= P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t-1,i}) - \frac{P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t-1,i})}{S_{t,i}} \times P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) \\
&- P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&+ P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t-1,i}) \\
&- \frac{P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t-1,i})}{S_{t,i}} \times P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) \\
&- P([\text{Individus en incapacité} > 1 \text{ mois et} < 2 \text{ mois issus des personnes en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t,i})
\end{aligned}$$

$$P(\textcircled{2})_{t,i} = P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t,i}) = 1 - \sum_{n=1}^t P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) - S_{t,i}$$

$$P(\textcircled{3})_{t,i} = P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) = \left[\frac{12 - (t - 1)}{12} \times \text{Probabilité de décès}_{i+1} + \frac{(t - 1)}{12} \times \text{Probabilité de décès}_{i+2} \right] \times S_{t,i}$$

$$\begin{aligned}
P(\textcircled{4})_{t,i} &= P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois ayants droit au cashback}]_{t,i}) \\
&= P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t-1,i}) - \frac{P([\text{Valides ayants droit au cashback}]_{t-1,i})}{S_{t,i}} \times P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) \\
&\times \text{taux d'incidence}_i
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\textcircled{5})_{t,i} &= P([\text{Individus en incapacité} < 1 \text{ mois sans droit au cashback}]_{t,i}) \\
&= P([\text{Valides sans droit au cashback}]_{t-1,i}) - \frac{P([\text{Valides sans droit au cashback}]_{t-1,i})}{S_{t,i}} \times P([\text{Individus décédés}]_{t,i}) \\
&\times \text{taux d'incidence}_i
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\textcircled{6})_{t,i} &= P([\textit{Individus en incapacité} > n \textit{ mois et} < n + 1 \textit{ mois}]_{t,i}) \\
&= [P([\textit{Individus en incapacité} > n - 1 \textit{ mois et} < n \textit{ mois}]_{t,i}) \\
&\quad - \frac{P([\textit{Individus en incapacité} > n - 1 \textit{ mois et} < n \textit{ mois}]_{t,i})}{S_{t,i}}] \\
&\times P([\textit{Individus décédés}]_{t,i}) \times \textit{Probabilité de maintien en incapacité}_{n,i}
\end{aligned}$$

Suite au modèle construit, il est désormais possible de calculer le montant des prestations total pour un individu, par âge i , pour 1€ d'indemnités journalières (IJ) :

$$\begin{aligned}
\textit{Prestations}_i &= \sum_{n=1}^{36} P([\textit{Individus en incapacité} > n \textit{ mois et} < n+1 \textit{ mois}]_i) \times \textit{Nombre de mensualités annuelle} \\
&\times \textit{Indemnités Journalières}
\end{aligned}$$

Les résultats des montants des prestations par âge sont représentés comme suit :

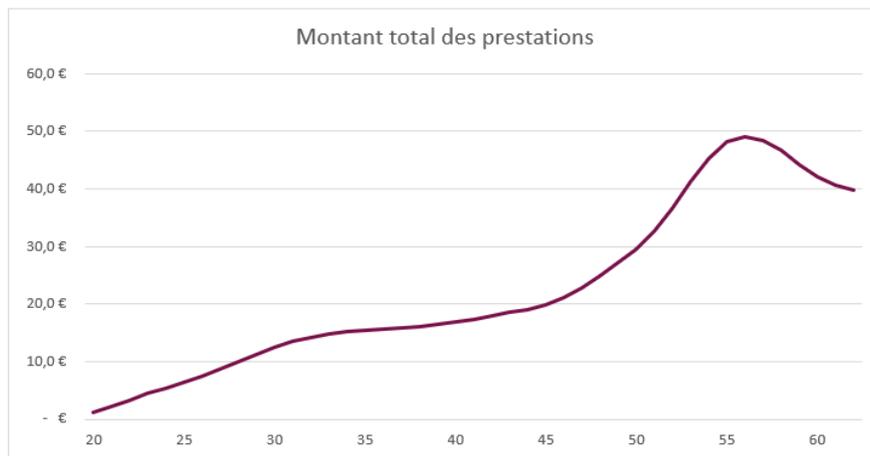


FIGURE 49 – Montant des prestations total par âge par individu

Le montant des prestations croît globalement avec l'âge jusqu'à 55 ans et décroît ensuite.

Calculer le nombre d'individus ayants droit au cashback, par âge i , est également réalisable. Il correspond aux valides ayants droit au cashback projetés à la fin des quatre années (à la fin du 48^{ème} mois donc à $t=49$), par âge i :

$$\textit{Nombre d'individus ayants droit au cashback}_i = P([\textit{Valides ayants droit au cashback}]_{49,i})$$

Les probabilités obtenues par tranche d'âge des individus percevant le cashback sont présentées

ci-dessous :

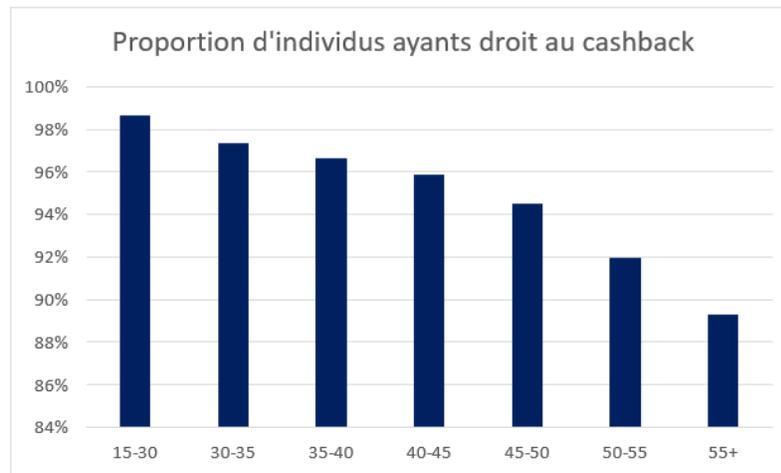


FIGURE 50 – Probabilité d’individus ayants droit au cashback au bout de quatre années par tranche d’âge

A présent que les variables *nombre d’individus ayant droit au cashback* et le montant de *prestations* sont connues, il est possible de déterminer le montant du cashback versé et, de ce fait, le montant de la prime avec intégration du cashback.

3.4.2.b Création de la base de données prévoyance

Comme explicité plus haut, la base de données prévoyance est construite manuellement, en reprenant un individu par catégorie des croisements *tranche d’âge x situation maritale x sexe* de la base de données santé, elle n’est alors pas représentative de la réalité. Par conséquent, nous avons observé que les Models Points lissent les résultats obtenus dans la suite des travaux.

Afin de pallier ce problème, une solution serait d’intégrer une variance dans les montants des prestations et d’obtenir une base de données prévoyance de dimension identique à celle de la santé.

Intégration de variance dans les données

Pour cela, le nombre de lignes pour chaque croisement possible d’individus des variables *tranche d’âge x situation maritale x sexe* a été calculé dans la base de donnée santé.

A l’aide de la fonction *rnorm* sur R, il est possible de générer aléatoirement une séquence de nombres, suivant une loi de distribution Normale. Pour chaque Models Points, cette fonction sera appliquée de sorte à obtenir le montant des prestations devant être administrer sur chaque ligne, avec pour paramètres :

- *n*, le nombre de lignes qu’on souhaite voir apparaître par Models Points,
- *mean*, la moyenne des montants des prestations déterminés par le modèle de calcul (cf. figure

44). Le tableau dans lequel figure les moyennes de ces derniers par tranche d'âge pour un individu est présenté ci-dessous :

Tranche d'âge	Moyenne des montants des prestations
15-30	6,03 €
30-35	14,02 €
35-40	15,92 €
40-45	17,95 €
45-50	23,11 €
50-55	37,06 €
55+	44,90 €

FIGURE 51 – Moyenne associée aux montants des prestations total par individu par tranche d'âge

- *sd*, l'écart type du montant des prestations déterminés par le modèle de calcul. Il est déterminé par la racine carrée de la variance des montants des prestations ci-dessous :

Tranche d'âge	Variance des montants de prestations
15-30	10,96
30-35	1,18
35-40	0,16
40-45	0,79
45-50	8,66
50-55	40,43
55+	13,63

FIGURE 52 – Variance associée au montant des prestations total par individu par tranche d'âge

La base de données prévoyance est ainsi créée avec un nombre de lignes identiques à celle de la santé.

Le montant des prestations déterminé est représenté ci-dessous en fonction de l'âge, du sexe et de la situation maritale. Il évolue de manière croissante avec l'âge : plus l'assuré vieillit, plus la chance d'être en état d'incapacité augmente. Exception faite pour les femmes entre 30 et 35 ans où apparaissent des montants plus importants que sur les autres tranches d'âges. Cela peut s'expliquer par l'état d'incapacité dont peuvent se trouver ces dernières suite à un accouchement, comme énoncé dans la partie 3.1.1.b.

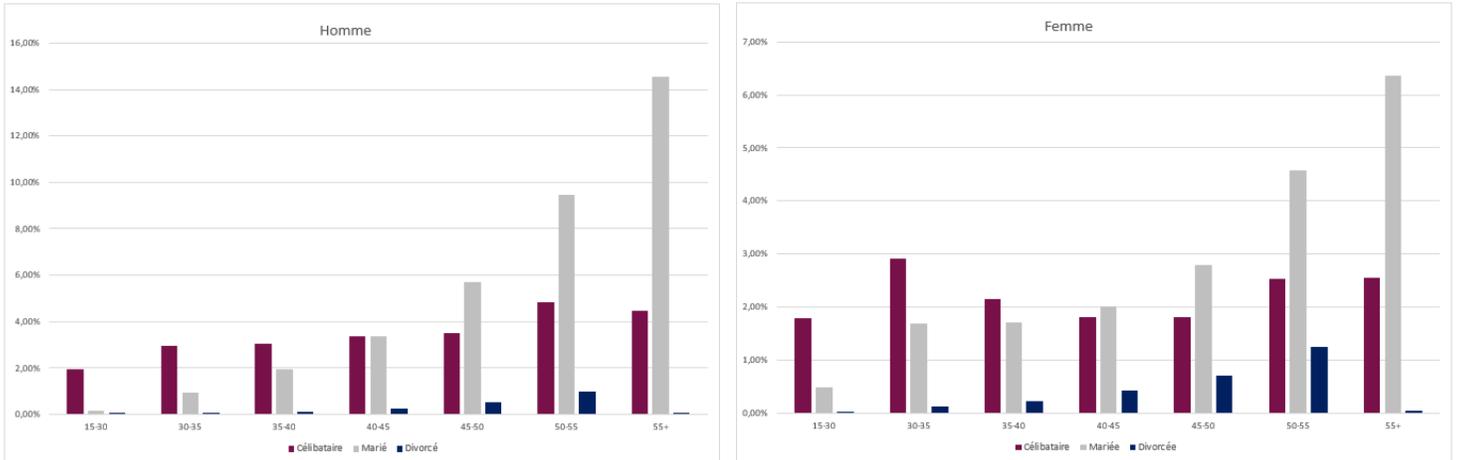


FIGURE 53 – Part des montants de prestations en fonction du sexe, de la tranche d'âge et de la situation matrimoniale

3.4.2.c Analyse du cashback sur le portefeuille prévoyance

A présent, il est possible de déterminer le montant du cashback versé et ainsi obtenir le montant des primes y compris cashback.

Il y a deux manières possibles de tarifier la prime après cashback :

- de sorte à ce que le ratio S/P avant cashback soit identique au S/P après cashback,
- en fixant le S/P global après cashback à 90%, à dire d'expert.

Le ratio S/P avant cashback est égale à 85%. Soit β , le taux d'augmentation de primes, tel que :

$$\text{Primes y compris cashback} = (1 + \beta) \times \text{Primes sans cashback}$$

Afin que le ratio S/P après cashback soit de 85% également, β doit être de 55% d'après le calcul ci-dessous.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Prestations sans cashback}}{\text{Primes sans cashback}} &= \frac{\text{Prestations globales y compris cashback}}{\text{Primes y compris cashback}} \\ \Rightarrow \frac{\text{Prestations sans cashback}}{\text{Primes sans cashback}} &= \frac{\text{Prestations globales y compris cashback}}{(1 + \beta) \times \text{Primes sans cashback}} \\ \Rightarrow \beta &= \frac{\text{Prestations globales y compris cashback}}{\text{Prestations sans cashback}} - 1 \end{aligned}$$

Dans ce cas, les primes après cashback évoluent de la même façon que les sinistres y compris cashback, l'assureur demande à l'assuré de payer exactement son risque.

Évolution des primes	Évolution des prestations
55%	55%

En fixant le S/P après cashback à 90%, l'augmentation des primes β vaut 47%. Il est déterminé de la manière suivante :

$$\beta = \frac{\text{Prestations globales y compris cashback}}{\text{Primes sans cashback} \times 90\%} - 1$$

Dans ce cas, il y a une augmentation des primes de 47% pour une augmentation des sinistres de 55%.

Évolution des primes	Évolution des prestations
47%	55%

Le coût du cashback est élevé. Cela est dû au fait que 94% des personnes présentes dans le portefeuille sont en droit de percevoir le cashback, ce qui impacte le montant des prestations et ainsi β .

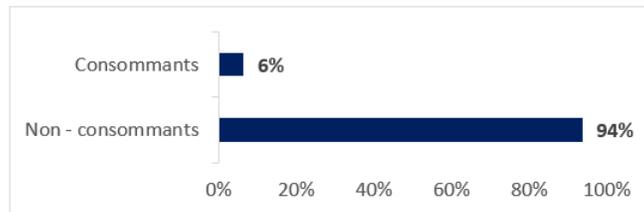


FIGURE 54 – Fréquence de personnes ayants droit au cashback

Étant donné le nombre important de personnes ne consommant pas, la mise en place d'un cashback en prévoyance a d'autant plus de sens.

Quatrième partie

Optimisation de la satisfaction client sous contrainte de rentabilité

Jusqu'à présent, le cashback a été déterminé de manière statistique, tel qu'il coûterait en moyenne. Par la suite, nous souhaitons estimer l'impact en terme de satisfaction et fidélisation client dans le cadre de la mise en place du cashback. En émettant l'hypothèse qu'il existe un lien entre la satisfaction du client et le ratio S/P , est étudier le questionnement suivant : l'assureur n'a t-il pas intérêt à perdre quelques points de S/P afin d'améliorer la satisfaction de l'assuré ?

Dans cette partie, il sera question d'évaluer le montant du cashback de sorte à optimiser la satisfaction de l'assuré tout en maintenant une certaine rentabilité à l'assureur. Dans un premier temps, la rentabilité ainsi que la satisfaction actuelle du portefeuille sera étudiée, puis en second lieu, sera déterminée le niveau de cashback permettant une satisfaction optimale pour les assurés.

1 Étude de la satisfaction client globale du portefeuille

Nous supposons que la rentabilité d'un contrat a un impact sur la satisfaction du client. En effet, il est assez intuitif de corrélérer la satisfaction du client et le ratio S/P : plus la couverture a été utilisée par un assuré, plus il en sera satisfait, c'est la raison pour laquelle la rentabilité sera analysée en amont de la satisfaction, et ce, sur le portefeuille santé et prévoyance en fonction des cas suivants :

- cas 1 : cas où il n'y a pas de cashback,
- cas 2 : cas où le cashback est présent,
- cas 3 : cas où le cashback est offert à l'assuré.

1.1 Sur le portefeuille santé

1.1.1 Analyse de rentabilité au global

La rentabilité sur une période donnée peut être analysée à travers le rapport entre le montant des sinistres et celui des primes encaissées (ratio S/P). Ce ratio est équivalent, en fonction des cas énoncés plus haut, à :

	Cas 1: absence de cashback	Cas 2: présence de cashback		Cas 3: cashback offert
		Maintien de S/P	Cashback intégré aux primes	
S/P	76%	76%	88%	99%

FIGURE 55 – Ratio de rentabilité globale sur le portefeuille santé

Sans cashback, le ratio S/P est équivalent à 76%. Lorsqu'il est offert à l'assuré, seul le montant des sinistres changent, les primes restent identiques à celles en absence de cashback, ce qui explique pourquoi le ratio S/P se dégrade, la marge de l'assureur diminue. Lorsque le cashback est intégré

aux primes, le ratio équivaut à 88%. Dans tous les cas, le ratio est inférieur à 100% et donc le contrat est rentable pour l'assureur.

1.1.2 Analyse de satisfaction

Afin de déterminer un niveau de satisfaction client, des classes sont définies, dans un premier temps, en fonction du niveau des S/P individuels, comme suit :

S/P individuel	Niveau de satisfaction
S/P < 50%	Très insatisfait
50% < S/P < 100%	Insatisfait
S/P = 100%	Neutre
100% < S/P < 150%	Satisfait
S/P > 150%	Très satisfait

FIGURE 56 – Niveau de satisfaction en fonction du S/P individuel

Un niveau de satisfaction est alors associé à chaque individu du portefeuille. D'après notre modèle, leur fréquence est représentée ci-dessous pour chacun des niveaux de satisfaction :

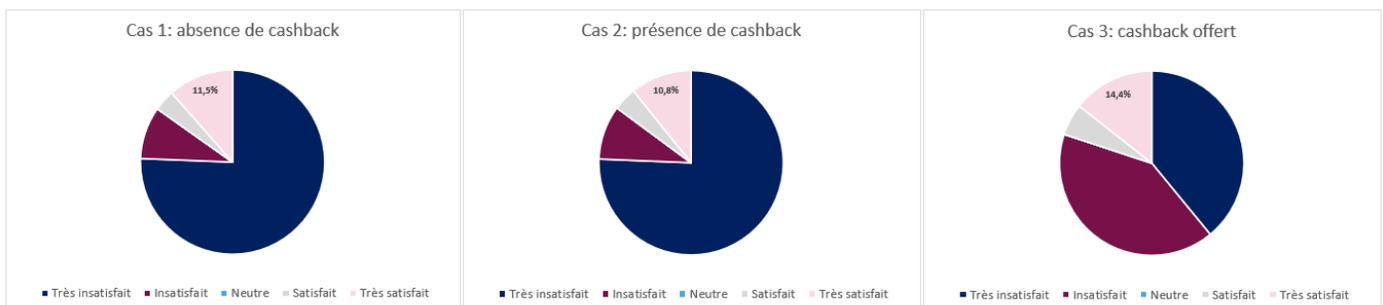


FIGURE 57 – Proportion d'individus associée à chaque niveau de satisfaction

D'après le graphique, c'est lorsque le cashback est offert que les assurés sont les plus satisfaits, ce qui paraît cohérent. Toutefois, les individus sont, dans l'ensemble, insatisfaits dans les trois cas. Ils le sont un peu moins en présence de cashback, d'où l'intérêt d'améliorer leur satisfaction.

1.2 Sur le portefeuille prévoyance

1.2.1 Analyse de rentabilité au global

D'après notre modèle, la rentabilité sur quatre années en prévoyance est analysée à travers le ratio S/P, équivalent selon les 3 cas énoncés plus haut, à :

	Cas 1: absence de cashback	Cas 2: présence de cashback		Cas 3: cashback offert
		Maintien de S/P	S/P Fixé	
S/P	85%	85%	90%	132%

FIGURE 58 – Ratio de rentabilité globale sur le portefeuille prévoyance

Dans le cas de présence de cashback, les primes ont été déterminées, dans la partie précédente, selon deux hypothèses : celle où le ratio S/P après cashback est identique au ratio avant cashback et le cas où le ratio S/P après cashback est fixé à 90%, ce qui explique les niveaux de S/P pour le cas 2. Le contrat est rentable pour l'assureur sauf lorsque le cashback est offert.

1.2.2 Analyse de satisfaction

Pour déterminer un niveau de satisfaction client en prévoyance, les mêmes classes définies en santé en fonction du niveau des S/P individuels, sont appliquées. Chaque assuré se voit alors associer un niveau de satisfaction. Cette dernière est représentée de la manière suivante pour tous les individus présents dans le portefeuille :

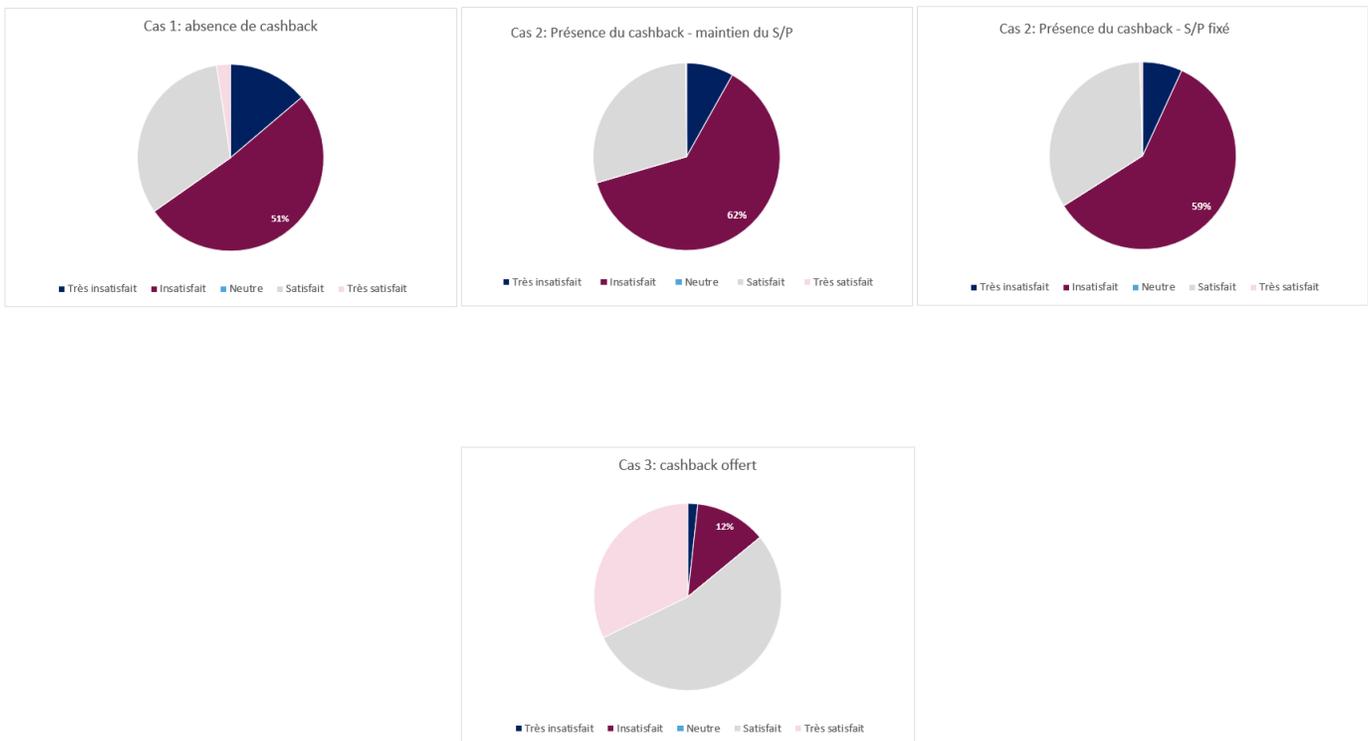


FIGURE 59 – Proportion d'individus associée à chaque niveau de satisfaction

D'après le graphique, les individus ne sont pas très satisfaits dans l'ensemble, exception faite lorsque le cashback est offert. En présence de cashback, si l'assureur souhaite que le ratio S/P avant ca-

shback soit identique à celui après cashback, les assurés seront plus insatisfaits qu'en l'absence de cashback. Lorsque le ratio est fixé, il se dégrade à 90%, les assurés seront plus satisfaits que le cas du maintien de S/P car le montant des primes qu'ils devront payer sera moins élevé.

La satisfaction globale a été analysée sur l'ensemble du portefeuille santé et prévoyance : les assurés sont dans l'ensemble insatisfaits, la partie suivante traitera de la manière dont l'assuré peut améliorer leur satisfaction.

2 Modélisation de la satisfaction de l'assuré : une approche microéconomique

Dans cette partie, sera proposée une approche se basant sur des fondements microéconomiques, et plus spécifiquement sur la théorie de la décision ainsi que sur la construction d'une fonction de satisfaction. En effet, la théorie microéconomique étudie les décisions individuelles des agents économiques. Cette partie propose une modélisation expérimentale du comportement d'un assuré.

2.1 La théorie de la décision

Robert Kast développe dans son livre¹, la théorie de la décision. Elle consiste à construire des critères fondés sur des hypothèses sur le comportement du décideur, dans le cadre d'une description de problèmes de décision. Dans le cadre de ces hypothèses, le comportement rationnel consiste à optimiser ces critères. La théorie de la décision s'inscrit ainsi dans la perspective de la théorie économique qui met en jeu des agents², et en formalise le comportement comme consistant à maximiser des fonctions d'utilité ou fonctions de satisfaction.

Cette théorie a pour objectif de modéliser le comportement d'un individu face à une situation de choix, en faisant intervenir la notion de préférence et de fonction d'utilité. Rappelons quelques fondements microéconomiques utiles à la compréhension de notre approche.

2.1.1 Comportement du consommateur : la théorie de l'utilité espérée

La relation de préférence entre deux paniers de biens pour un consommateur est une relation de "classement" et se note \preceq . Soient x et y appartenant respectivement à X et Y , des vecteurs de dimension n .

Relation de préférence stricte x est strictement préféré à $y \iff x \succ y$.

Relation de préférence large x est préféré au sens large à $y \iff x \succeq y$.

Relation d'indifférence x est équivalent en matière de préférence à $y : x \sim y \iff x \succeq y$ et $x \preceq y$.

1. "La théorie de la décision", Robert Kast, 2002

2. Un agent économique est une personne physique ou morale prenant des décisions d'ordre économique.

Une fonction d'utilité $U(x)$ associe à chaque panier une valeur numérique. Théoriquement, il s'agit donc d'une fonction de R^n dans R . Plus la valeur de la fonction pour un panier est élevée, plus le panier est apprécié, plus l'assuré est satisfait. Elle ordonne les paniers selon les préférences de l'individu et est définie de la manière suivante :

Définition : Soit U une fonction de R^n dans R .

On dit que U représente la préférence \preceq si et seulement si quels que soient $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ et $Y = (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, on a $U(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq U(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, X est préféré à Y .

Avec U la fonction d'utilité et $U(X)$ l'utilité retirée du panier X pour un individu.

La théorie de l'utilité espérée, appelée aussi théorie de la représentation du comportement individuel est une approche proposée en 1944 par Von Neumann et Morgenstern. C'est une extension de la théorie des préférences des consommateurs intégrant une théorie du comportement face au risque variant. Cette théorie implique en particulier qu'un individu (considéré comme un décideur) confronté au choix entre une loterie et une conséquence certaine révèle sa préférence entre les deux options et donc son attitude vis-à-vis du risque. Si ce décideur préfère la conséquence certaine à la loterie ayant la même espérance de gain, cela signifie que le décideur préfère éviter actuellement les risques associés à la loterie. On dit qu'il a un comportement d'aversion vis-à-vis du risque et l'importance de son aversion se traduit par une concavité plus ou moins forte de sa fonction d'utilité sur les conséquences.

Théorème (Utilité espérée de Von Neumann Morgenstern) : Soit une loterie $l = (x_1, p_1; \dots; x_n, p_n)$, l'espérance de l'utilité est définie par :

$$E[U](l) = \sum_{i=1}^n u(x_i)p_i$$

où u est une fonction à valeurs réelles.

La théorie de l'utilité espérée, établit les normes que les décideurs devraient satisfaire, la façon dont ils devraient agir pour que leurs comportements puissent être considérés comme rationnels et cohérents les uns par rapport aux autres¹. Lorsque ces normes axiomatiques sont respectées, les décideurs sont appelés des maximiseurs d'utilité espérée. La décision sera celle qui maximise la valeur attendue de l'utilité (c'est-à-dire la satisfaction) dérivée du choix fait. La propriété de la fonction d'utilité espérée est d'être marginalement décroissante : la satisfaction s'accroît moins en ajoutant un euro à mille euros, qu'en ajoutant un euro à dix euros.

C'est dans ce contexte que s'est portée notre réflexion. Nous avons posé le problème dans le cadre d'une approche de théorie de la décision afin d'optimiser la satisfaction d'un agent. Pour cela, la fonction de satisfaction des assurés donnant le niveau de satisfaction en fonction du niveau de rentabilité sera déterminée. En effectuant des recherches, d'autres mémoires ont étudié la satisfaction client en utilisant la théorie de la décision et les courbes d'utilité, notamment le mémoire d'ac-

1. "Nouvelles approches mirco-économiques de la santé", Buron, Le Galès, Fericelli

tuariat intitulé "Modélisation du comportement client en assurance des emprunteurs sur le rachat anticipé de crédit" - H. Civel.

2.2 Problématique

L'objectif est d'améliorer la satisfaction de l'assuré. **Comment déterminer le coût du cashback permettant de maximiser la satisfaction client tout en minimisant la perte de rentabilité ?**

Le but étant d'optimiser le tarif après cashback. Rappelons que ce dernier se calcule de la manière suivante :

$$\text{Primes y compris cashback} = (1+\beta) \times \text{Primes sans cashback}$$

Avec β le taux d'augmentation des primes.

Le problème revient à trouver β optimal, noté β^* , l'augmentation de prime global optimal. Dans un premier temps, il conviendra de déterminer β pour chaque individu, noté β' donnant la satisfaction optimale par individu, ensuite on déterminera β^* .

Cas où le coût du cashback est entièrement intégré dans la prime de l'assuré :

Calculons tout d'abord le cas où l'assureur fait payer entièrement le cashback à l'assuré, c'est-à-dire le cas où l'assureur souhaite maintenir le S/P avant cashback : le β obtenu correspondra à la valeur maximale que peut prendre ce dernier. Cela revient à résoudre :

$$\beta = \frac{\text{Prestations globales y compris cashback}}{\text{Prestations sans cashback}} - 1$$

On obtient $\beta = 30\%$ pour la santé et $\beta = 55\%$ pour la prévoyance, c'est-à-dire que les primes payées par l'assuré seront augmentées au maximum de 30% pour la santé et 55% pour la prévoyance.

β^* doit alors vérifier les contraintes suivantes :

$$\begin{aligned} \text{En santé} & : \boxed{0\% < \beta^* \leq 30\%} \\ \text{En prévoyance} & : \boxed{0\% < \beta^* \leq 55\%} \end{aligned}$$

En effet, si β^* est négatif, cela signifierait que les primes y compris cashback seraient inférieures aux primes avant cashback, ce qui n'est pas cohérent avec l'idée du produit. L'augmentation optimale recherchée n'excédera pas 30% en santé et 55% en prévoyance, qui correspond au coût probable du cashback et nous le fixons donc comme notre borne maximale afin d'être cohérent.

L'objectif est à présent de déterminer de combien l'assureur serait prêt à diminuer β de sorte à améliorer la satisfaction de l'assuré.

Par la suite, optimiser β reviendrait à étudier le cas où l'assureur accepte de dégrader le ratio sinistres sur primes, S/P . Pour cela, il est nécessaire de disposer d'une relation entre le niveau de satisfaction de l'assuré et le niveau de S/P individuel à travers une courbe représentant la fonction de satisfaction.

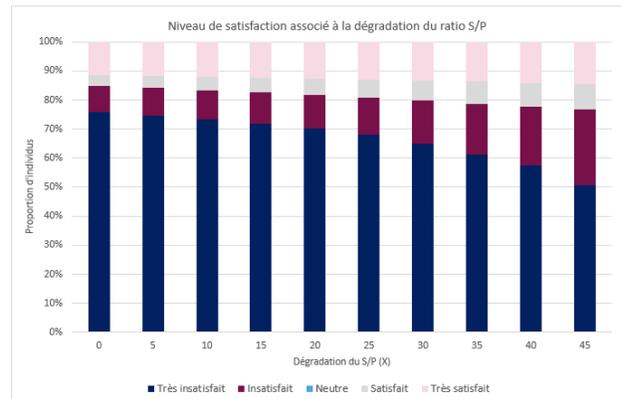
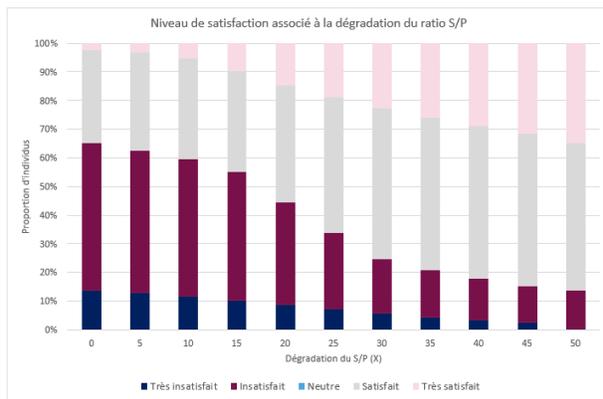
2.3 Niveau de satisfaction des individus

Partons de l'hypothèse où l'assureur accepte de dégrader sa rentabilité pour gagner en satisfaction assurée. Déterminons alors une fonction qui indique le niveau de satisfaction en fonction de la dégradation du S/P .

2.3.1 Courbe en escalier

Dans cette partie, reprenons la première modélisation de la satisfaction "par classe" définie dans la partie 1.1.2 (cf. figure 56), et faisons varier le prix du cashback (donc des ratios S/P). Regardons ensuite l'impact sur la satisfaction afin d'apprécier la sensibilité de la satisfaction de notre portefeuille au prix du cashback. Partons de l'hypothèse que plus le S/P est élevé, plus l'assuré sera satisfait. Si le ratio est faible, l'assuré ne sera pas satisfait car il aura l'impression de ne pas avoir rentabilisé son contrat.

En abscisse, les x correspondent à la dégradation du ratio S/P allant de la borne supérieure à la borne inférieure de l'indicateur de rentabilité. Cela signifie que si $x = 10$, la dégradation du S/P est de 10 points, s'il était à 100% dans le cas de maintien du cashback il sera à 110% actuellement. La borne supérieure correspond au cas où l'assureur fait payer le cashback à l'assuré lorsqu'il souhaite maintenir le S/P avant cashback c'est-à-dire que le S/P individuel avant et après cashback est identique, dans ce cas $x = 0$. C'est le coût maximal que peut payer l'assuré. La borne inférieure correspond, quant à elle, au cas où le cashback est offert c'est-à-dire lorsque la dégradation du S/P est maximale. En prévoyance, elle correspond à une dégradation du S/P individuel moyenne de 50 points et en santé de 45 points. La courbe obtenue à la forme d'une fonction en escalier croissante formée d'un certain nombre de plateaux.



(a) Proportion d'individus associée à chaque palier de satisfaction en fonction de la dégradation du S/P , en prévoyance
 (b) Proportion d'individus associée à chaque palier de satisfaction en fonction de la dégradation du S/P , en santé

La modélisation de la satisfaction établie de de cette façon est trop grossière, limitée et les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants. C'est la raison pour laquelle nous allons proposer une modélisation plus fine à travers l'identification d'une courbe en forme de "S".

2.3.2 Courbe en forme de "S"

Le choix de déterminer l'équation d'une courbe strictement croissante en forme de "S" a un sens. Elle est déterminée empiriquement de sorte à ce qu'elle vérifie des critères. De manière similaire, dans le mémoire *"Équilibre entre rémunération de l'actionnaire et EEV d'un portefeuille d'Épargne individuelle"* - S.Piedalue – T.Lesage, la courbe de taux de rachat en fonction de la satisfaction des clients est déterminé selon des critères spécifiques que cette dernière doit vérifier.

Supposons que le niveau de satisfaction, en ordonnée, est compris entre -1 et 1 , allant du moins satisfait au plus satisfait. On souhaite que la courbe dispose d'asymptotes particulières. En effet, nous supposons que la satisfaction évolue peu autour des ratios S/P proche de 0% . Entre 0% ou 20% par exemple, l'assuré reste insatisfait avec un niveau de satisfaction proche de -1 : cela se traduit par une asymptote souhaitée $y = -1$ lorsque x tend vers 0 . La satisfaction de l'assuré croît lorsqu'il commence à rentabiliser son contrat, la courbe croîtra à cet instant, et ce jusqu'à ce que le ratio S/P soit élevé. Nous estimons que l'assuré sera tout autant satisfait, que son ratio soit de 200% ou 300% , c'est pourquoi nous fixons une seconde asymptote $y = 1$ lorsque x tend vers l'infini.

Soit $f(x)$ la fonction qui à x associe la satisfaction d'un individu :

$$f(x) = \frac{2}{1 + \exp^{-c1 \times (x - c2)}} - 1$$

Avec :

- x correspondant au ratio S/P ,
- $c1$ correspondant à la raideur de la pente,
- $c2$ correspondant à l'abscisse du point d'inflexion¹.

Les choix des paramètres $c1$ et $c2$ sont fixés de façon empirique. Plus $c1$ est élevé, plus la pente sera raide. On choisit $c1 = 10$ de sorte à obtenir la pente souhaitée.

On fixe $c2=90\%$ comme étant la cible du S/P individuel pour une satisfaction moyenne, c'est-à-dire que l'individu sera considéré comme globalement satisfait de son contrat lorsque $S/P = 90\%$.

La fonction de satisfaction $f(x)$ en fonction du ratio individuel S/P est représentée de la manière suivante :

1. Un point d'inflexion est un point où la courbe change de convexité.

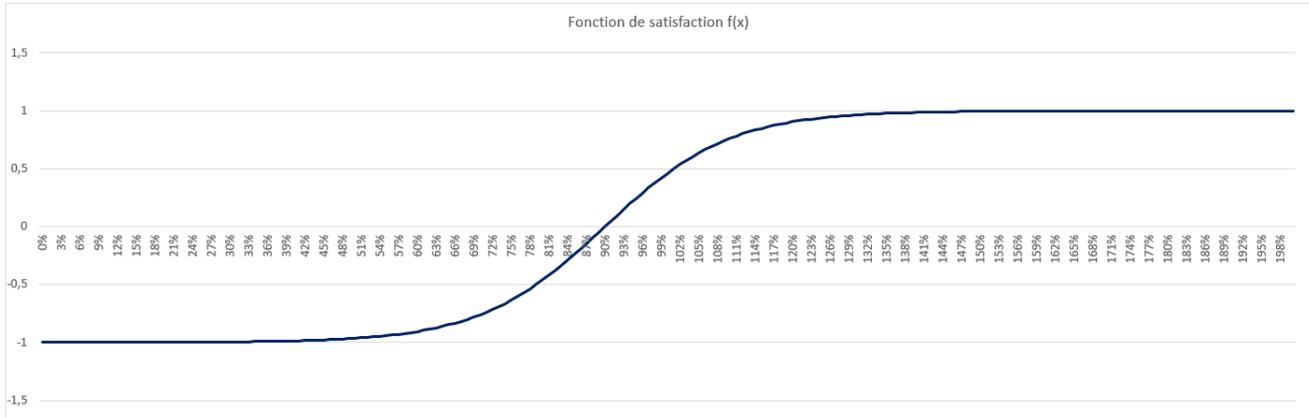


FIGURE 61 – Représentation de la courbe de satisfaction $f(x)$

2.4 Optimisation du taux β

Pour simplifier les notations, notons dans la suite :

- S : Prestations globales sans cashback
- S' : Prestations globales y compris cashback
- P : Primes sans cashback
- P' : Primes y compris cashback
- β_{max} : taux d'augmentation maximal que l'assureur peut appliquer sur les primes. Il a été défini plus haut à 30% pour la santé et 55% pour la prévoyance.
- P'_{max} : Primes y compris cashback dans le cas du maintien du S/P .
- P'_{nouw} : Nouvelles primes y compris cashback calculées dans chacun des cas qui seront étudiés dans la partie 2.4.

Dans la partie précédente, nous avons déterminé le taux β maximal que l'assureur peut payer à l'assuré, β_{max} . L'objectif de l'assureur est de diminuer ce taux de sorte à améliorer la satisfaction des assurés :

$$\frac{S'}{P'} = \frac{S'}{(1 + \beta) \times P}$$

On cherche alors le taux β pour chaque individu qui maximise la satisfaction.

Posons : $X = \frac{S'}{P \times (1 + \beta)}$.

Répondre à la problématique, revient à **déterminer β maximisant la dérivée $f'(X)$ de la fonc-**

tion de satisfaction :

$$\begin{aligned}
 \text{En santé} & : \max_{0\% < \beta \leq 30\%} f'(X) \\
 \text{En prévoyance} & : \max_{0\% < \beta \leq 55\%} f'(X)
 \end{aligned}$$

La dérivée de la fonction de satisfaction, $f'(x)$ est représentée de la manière suivante pour tout $x \in R$.

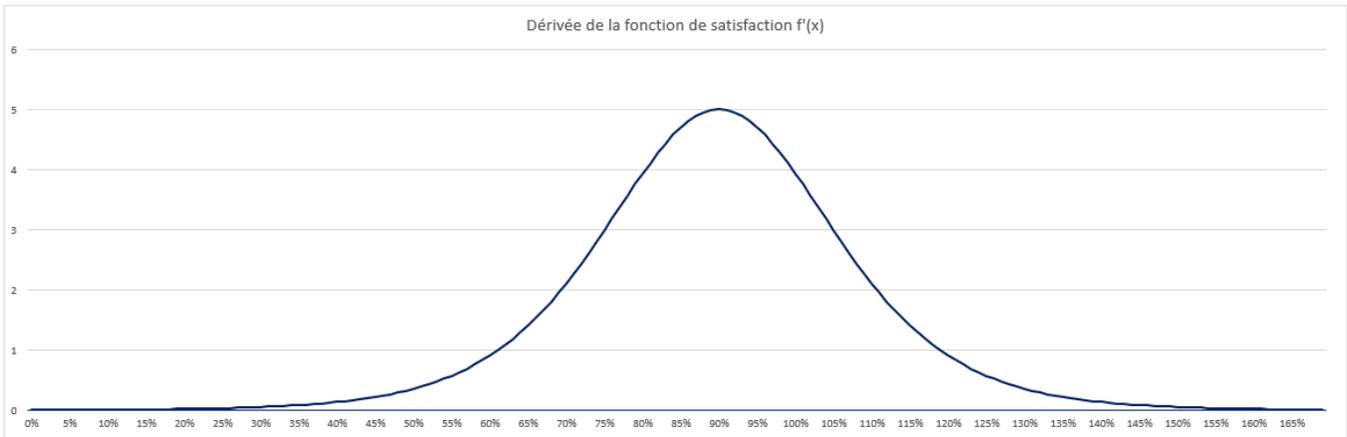


FIGURE 62 – Représentation de la dérivée de la courbe de satisfaction $f'(x)$

Le maximum de $f'(X)$ est atteint en $X = c2$, la courbe $f(x)$ s’annule d’ailleurs en ce point. Il est possible d’en déduire β :

$$X = c2 \Leftrightarrow \frac{S'}{P \times (1 + \beta)} = c2 \Leftrightarrow \beta = \frac{S'}{(P \times c2)} - 1$$

2.5 Analyse d’impact

L’assureur est prêt à diminuer le coût des primes si cela lui permet de gagner de la satisfaction de la part des assurés. Il accepte de ne pas faire payer entièrement le cashback aux assurés (c’est-à-dire de réduire β), en contrepartie de quoi il gagne en satisfaction cliente.

Déterminons la valeur de β à travers différents cas. Le gain de satisfaction client sera calculé, on rappelle que la variable "satisfaction cliente" a des valeurs comprises entre -1 et 1.

2.5.1 Optimisation individuelle

Différentes simulations sont effectuées pour déterminer β dans le but d’observer si l’assureur maintient ou non une rentabilité du contrat en acceptant de perdre quelques points de S/P . Chacun des cas sera étudié pour le portefeuille santé et prévoyance.

2.5.1.a Cas où le paramètre c_2 est fixé à 90%

Dans la partie 2.3.2, le paramètre correspondant à l'abscisse du point d'inflexion a été fixé à 90% comme étant la cible pour une satisfaction moyenne.

Supposons ici que pour améliorer leur satisfaction, l'assureur accepte de dégrader les ratios des assurés dont le S/P est inférieur à 90%. Les primes de ces individus diminueront alors.

Seuil de dégradation de S/P : [0% ; 90%]

Le seuil des S/P individuel qui sera dégradé est représenté en rouge comme suit :

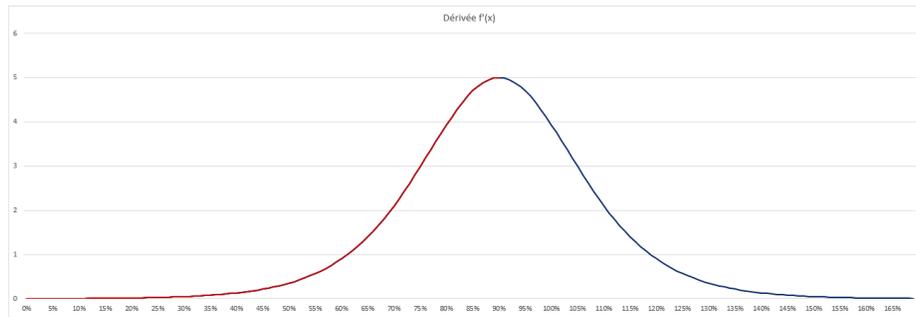


FIGURE 63 – Représentation du seuil de S/P dégradés sur la dérivée $f'(x)$

Sur le portefeuille santé :

A présent, étudions ce cas sur le portefeuille santé. En augmentant les S/P à 90%, le taux optimal global de diminution des primes, β , par rapport aux primes maximales que peut faire payer l'assureur P'_{max} est de -48% :

$$\beta = \frac{P'_{nowv}}{P'_{max}} - 1 = -48\%$$

$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1 = -33\%$$

Le fait d'avoir modifié à 90% les S/P individuels inférieur à 90%, entraîne une diminution des primes avant cashback de $\beta^* = -33\%$. Ce taux optimal ne répond pas aux critères développés dans la partie précédente, $\beta^* < 0\%$. Le taux est négatif : cela signifie que l'assuré paie moins que le tarif sans cashback, ce qui n'est pas logique. La satisfaction augmente de 0.75 points en moyenne. Le ratio S'/P'_{nowv} sera équivalent à 145%, soit une dégradation de 69 points par rapport au S'/P'_{max} . $S'/P'_{nowv} < 1$, l'assureur est en perte dans ce cas malgré le fait que les assurés gagnent beaucoup de points en satisfaction.

Pour pallier ce problème, dégradons uniquement les S/P compris entre 40% et 90% de sorte à dégrader uniquement les S/P présents sur la pente de la dérivée de la satisfaction. En effet, au vu de la représentation graphique de cette courbe, dégrader les S/P inférieurs à 40% n'aura pas un impact significatif sur leur satisfaction.

Sur le portefeuille prévoyance :

Soit P'_{nouv} le total des primes après dégradation des S/P . En augmentant les S/P à 90%, le taux optimal global de diminution des primes, β , par rapport aux primes maximales que peut faire payer l'assureur P'_{max} est de -12% :

$$\beta = \frac{P'_{nouv}}{P'_{max}} - 1 = -12\%$$
$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1 = 37\%$$

Le fait d'avoir dégradé à 90% les S/P individuels inférieur à 90%, entraîne une augmentation des primes avant cashback de $\beta^* = 37\%$. Ce taux optimal répond aux critères énoncés dans la partie précédente,

$$0\% < \beta^* \leq 55\%$$

Dans ce cas, le nouveau ratio S'/P'_{nouv} est de 97%, soit une dégradation de 11 points par rapport au S'/P'_{max} calculé avec les primes maximales que l'assuré peut payer. La satisfaction client augmente de 0.35 points.

Seuil de dégradation de S/P : [40% ; 90%]

Sur le portefeuille santé :

Établissons la même méthode que précédemment uniquement sur les S/P individuels bornés de 40% à 90%.

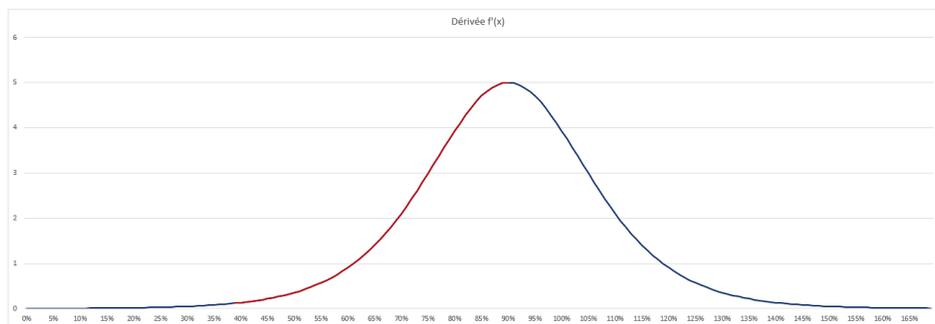


FIGURE 64 – Représentation du seuil de S/P dégradés sur la dérivée $f'(x)$

En augmentant ces S/P à 90%, le taux optimal global de diminution des primes, β , par rapport aux primes maximales que peut faire payer l'assureur P'_{max} est de -8% :

$$\beta = \frac{P'_{nouw}}{P'_{max}} - 1 = -8\%$$

$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1 = 20\%$$

Diminuer les primes P'_{max} de 8% revient à augmenter les primes avant cashback de 20%. Ce taux optimal répond aux critères : $0\% < \beta^* \leq 30\%$.

Dans ce cas, le ratio S'/P'_{nouw} global serait de 82% : il est dégradé de 6 points par rapport au ratio dans le cas du maintien du S/P avant cashback. La satisfaction client augmente de 0.17 points, une croissance beaucoup plus faible que dans l'étude des S/P sur l'intervalle [0%;90%]. Étant donné que le ratio est inférieur 100%, l'assureur maintien une rentabilité.

Cette solution peut ainsi être adaptée, elle permet d'augmenter la satisfaction tout en restant rentable au global. Réduire le seuil d'étude des S/P en santé a un impact significatif sur les résultats comparativement au seuil [0% ; 90%]. En effet, 66% des individus sont situés sur la courbe avec des S/P compris entre 0% et 40%, cette borne est hors de la pente sur laquelle la satisfaction a un impact élevé. A l'instar de la garantie prévoyance, où seulement 3% des individus ont des S/P situés entre 0% et 40%. Réduire le seuil de dégradation des S/P à [40% ; 90%] n'aura donc pas un impact considérable comme il est possible de le constater ci-dessous.

Sur le portefeuille prévoyance :

Les résultats obtenus sont les suivants :

$$\beta = \frac{P'_{nouw}}{P'_{max}} - 1 = -10\%$$

$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1 = 40\%$$

Le taux optimal de diminution des primes calculées, β , par rapport aux primes maximales que peut payer l'assuré P'_{max} est de -10%, soit une augmentation de $\beta^* = 40\%$ des primes avant cashback (3 points de plus que sur l'étude de la borne [0% ; 90%]). Dans ce cas, le ratio S'/P'_{nouw} est de 95%, soit une dégradation de 9 points par rapport au cas de maintien de S/P avant et après cashback et une amélioration de 2 points comparé au cas des S/P appartenant au seuil [0% ; 90%]. La satisfaction client augmente, quand à elle de 0.32 points, soit une faible diminution de 0.03 points par rapport à l'étude des S/P sur le seuil [0% ; 90%]. Pour la prévoyance, réduire le seuil d'étude est intéressant : économie de 2 points de S/P pour quasiment la même satisfaction.

2.5.1.b Cas où le paramètre $c2$ est fonction de l'âge de l'assuré

A présent, améliorons la simulation précédente en prenant plusieurs courbes de satisfaction pour tous les individus en faisant varier le paramètre $c2$ en fonction de l'âge de l'assuré. Pour rappel, le paramètre $c2$ correspondant à l'abscisse du point d'inflexion de la fonction de satisfaction $f(x)$.

Nous supposons que plus l'individu est âgé, plus le ratio S/P cible pour atteindre une satisfaction moyenne sera faible. En effet, une personne âgée aura tendance à être satisfaite même si elle n'aura pas beaucoup consommé car ce qui l'importe c'est seulement d'être couverte. A l'inverse, le paramètre $c2$ d'un individu jeune sera élevé car pour qu'il soit satisfait il voudra rentabiliser le contrat. Ci-dessous le niveau des paramètres $c2$ par tranche d'âge :

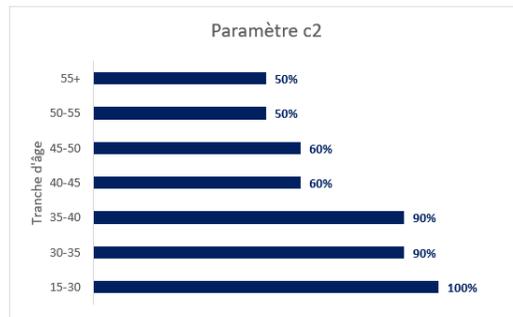


FIGURE 65 – Ratio S/P associé au niveau de satisfaction moyen pour chaque tranche d'âge

Supposons ici que l'assureur accepte de dégrader les ratios inférieurs au paramètre $c2$, respectif à chaque tranche d'âge, uniquement pour les ratios S/P situés sur la pente de la dérivée $f'(x)$. Par exemple, pour les individus âgés de 30 à 40 ans, $c2=90\%$, l'intervalle de dégradation des S/P sera $[40\% ; 90\%]$.

Étant donné que chaque tranche d'âge a un paramètre $c2$ différent, la courbe de satisfaction $f(x)$ est différente pour chaque tranche d'âge. La forme de la courbe reste identique, seul l'abscisse $c2$ du point d'inflexion diffère, comme représentée ci-dessous :

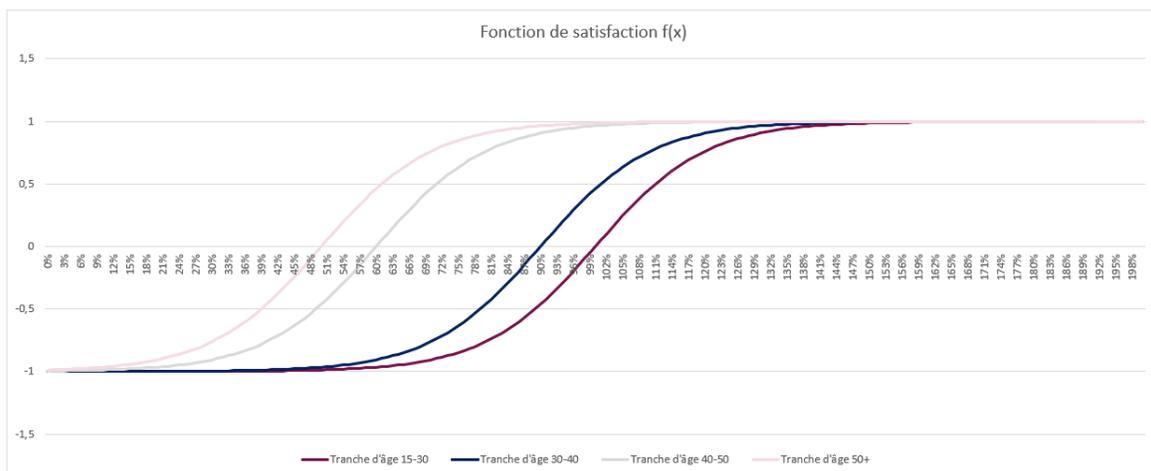


FIGURE 66 – Fonctions de satisfaction $f(x)$ associées à chaque tranche d'âge

Le taux maximal d'augmentation des primes y compris cashback par rapport aux primes avant

cashback, qui peut être appliqué à l'assuré a été calculé dans la partie 2.2 au global : $\beta_{max} = 30\%$ pour la santé et $\beta_{max} = 55\%$ pour la prévoyance. A présent que le taux optimal β^* sera étudié par tranche d'âge, nous devons déterminer le taux β_{max} par tranche d'âge et calculer à nouveau les primes P'_{max} . Il est calculé de la manière suivante pour chaque tranche d'âge :

$$\beta_{max} = \frac{\text{Prestations globales y compris cashback par tranche d'âge}}{\text{Prestations sans cashback par tranche d'âge}} - 1$$

Sur le portefeuille santé :

Les résultats de β_{max} obtenus pour la garantie santé sont présentés ci-dessous :

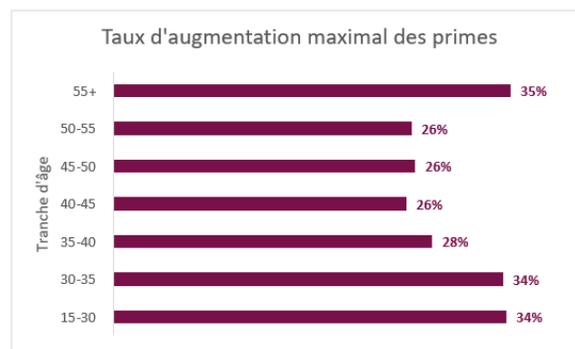


FIGURE 67 – Taux d'augmentation maximal appliqué par l'assureur, β_{max} , par tranche d'âge

Les nouvelles contraintes que doit vérifier β^* sont les suivantes :

- Pour les individus âgés entre 15 et 35 ans : $0\% < \beta^* \leq 34\%$
- Pour les individus âgés entre 35 et 40 ans : $0\% < \beta^* \leq 28\%$
- Pour les individus âgés entre 40 et 55 ans : $0\% < \beta^* \leq 26\%$
- Pour les individus âgés entre 55 ans et plus : $0\% < \beta^* \leq 35\%$.

Le taux de diminution β par rapport au montant des primes P'_{max} ainsi que le taux d'augmentation β^* par rapport aux primes avant cashback P est représenté dans le tableau ci dessous pour toutes les tranches d'âges :

$$\beta = \frac{P'_{nouveau}}{P'_{max}} - 1$$

$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1$$

Tranche d'âge	Taux de diminution des primes par rapport aux primes maximales P'_{max}	Taux d'augmentation β^* par rapport aux primes avant cashback P
15-30	-3%	31%
30-35	-3%	30%
35-40	-18%	6%
40-45	-17%	4%
45-50	-17%	5%
50-55	-17%	5%
55+	-19%	9%
<i>Total des individus</i>	<i>-14%</i>	<i>12%</i>

FIGURE 68 – Taux β et β^* associés à chaque tranche d'âge

Les taux β^* d'augmentation à appliquer aux primes avant cashback, afin d'améliorer la satisfaction client, figurant dans le tableau, respectent les contraintes énoncées plus haut. Au global, cela revient en moyenne à augmenter les primes avant cashback de chaque individu de 12%. Dans ce cas, le niveau de S'/P'_{nouv} sera de 88%, soit une dégradation de 12 points par rapport au S'/P'_{max} , et entraînant une augmentation de la satisfaction client de 0.43 points au global.

Sur le portefeuille prévoyance :

Les résultats de β_{max} obtenus pour la prévoyance sont exposés de la manière suivante :

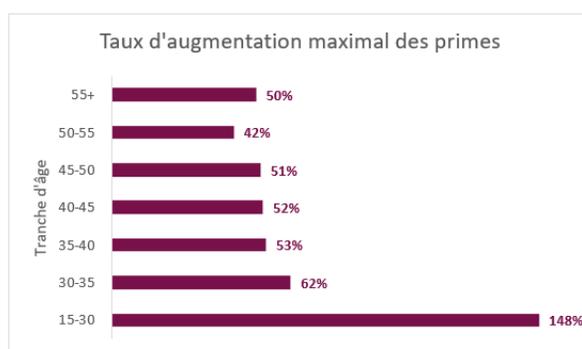


FIGURE 69 – Taux d'augmentation maximal appliqué par l'assureur, β_{max} , par tranche d'âge

Les nouvelles contraintes que doit vérifier β^* sont les suivantes :

- Pour les individus âgés entre 15 et 30 ans : $0\% < \beta^* \leq 148\%$

- Pour les individus âgés entre 30 et 35 ans : $0\% < \beta^* \leq 62\%$
- Pour les individus âgés entre 35 et 40 ans : $0\% < \beta^* \leq 53\%$
- Pour les individus âgés entre 40 et 45 ans : $0\% < \beta^* \leq 52\%$
- Pour les individus âgés entre 45 et 50 ans : $0\% < \beta^* \leq 51\%$
- Pour les individus âgés entre 50 et 55 ans : $0\% < \beta^* \leq 42\%$
- Pour les individus âgés entre 55 ans et plus : $0\% < \beta^* \leq 50\%$.

Le taux de diminution β par rapport aux primes maximales que l'assureur peut faire payer à l'assuré P'_{max} , ainsi que le taux d'augmentation β^* par rapport aux primes avant cashback P est représenté dans le tableau ci dessous pour toutes les tranches d'âges :

$$\beta = \frac{P'_{nouv}}{P'_{max}} - 1$$

$$\beta^* = (1 + \beta_{max}) \times (1 + \beta) - 1$$

Tranche d'âge	Taux de diminution des primes par rapport aux primes maximales P'_{max}	Taux d'augmentation β^* par rapport aux primes avant cashback P
15-30	-2%	143%
30-35	-17%	35%
35-40	-7%	43%
40-45	0%	52%
45-50	0%	51%
50-55	0%	42%
55+	-3%	46%
<i>Total des individus</i>	-3%	50%

FIGURE 70 – Taux β et β^* associés à chaque tranche d'âge

Les taux d'augmentation β^* ci-dessus, à appliquer aux primes avant cashback, dans le but d'améliorer la satisfaction client, respectent les conditions énoncées plus haut. Au global, cela revient en moyenne à augmenter les primes avant cashback de chaque individu de 50%. Dans ce cas, le niveau de S'/P'_{nouv} sera de 89%, soit une dégradation de 3 points par rapport S'/P'_{max} et entraînant une augmentation de la satisfaction client de 0.5 points.

Compte tenu des résultats, le cas énoncé est approprié pour améliorer la satisfaction des assurés tout en gardant une marge pour l'assureur.

2.5.2 Optimisation au global

A présent, nous allons optimiser le portefeuille au global en dégradant les S/P uniquement là où la dérivée est maximale. On fixe un niveau de satisfaction sur la dérivée de la fonction de satisfaction qui permettra de définir l'intervalle des S/P autour du maximum, qui seront dégradés. Le

paramètre c_2 est de nouveau fixé à 90% pour tous les individus. Nous allons dégrader de z points les S/P situés au-dessus de la ligne horizontale tracée.

Bien que cette méthode entraîne le fait que des ratios S/P individuels supérieurs à 100% (c'est à dire les S/P sur lesquels l'assureur ne dégage pas de marge) seront dégradés, d'après notre courbe de satisfaction, la pente sur ces niveaux de S/P est intéressante (le ratio *dégradation de points de S/P sur augmentation de la satisfaction* est élevé). Dans le cas d'une optimisation, cela a donc du sens.

Sur le portefeuille santé :

En effet, en fixant un niveau de satisfaction de la sorte, c'est sur cet intervalle de S/P que la dérivée est maximale, c'est donc les S/P compris entre 76% et 105% qui seront dégradés pour ainsi augmenter la satisfaction.

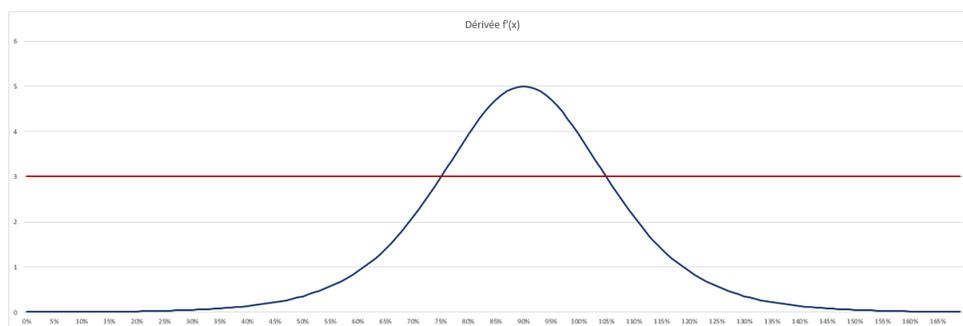


FIGURE 71 – Représentation du niveau de satisfaction fixé sur la dérivée $f'(x)$

En fixant z à 10%, le taux de diminution des primes par rapport aux primes maximales P'_{max} est de seulement -0,4%. Cela revient à augmenter les primes avant cashback de 29% (β^* est bien inférieur à 30%), ainsi qu'à dégrader le ratio S/P au global de 0.3 points par rapport au ratio S'/P'_{max} . La satisfaction client augmente, quant à elle, de 0.02 points.

Les individus ayant un ratio S/P compris entre 76% et 105% représentent seulement 4% de la population c'est la raison pour laquelle nous allons établir cette étude sur un plus grand intervalle de S/P , de sorte à voir si l'impact sera plus important.

Afin que l'impact soit plus significatif, fixons un niveau de satisfaction horizontal plus faible de sorte à avoir une borne de S/P plus large que précédemment ainsi qu'une dégradation plus importante z à 40 points.

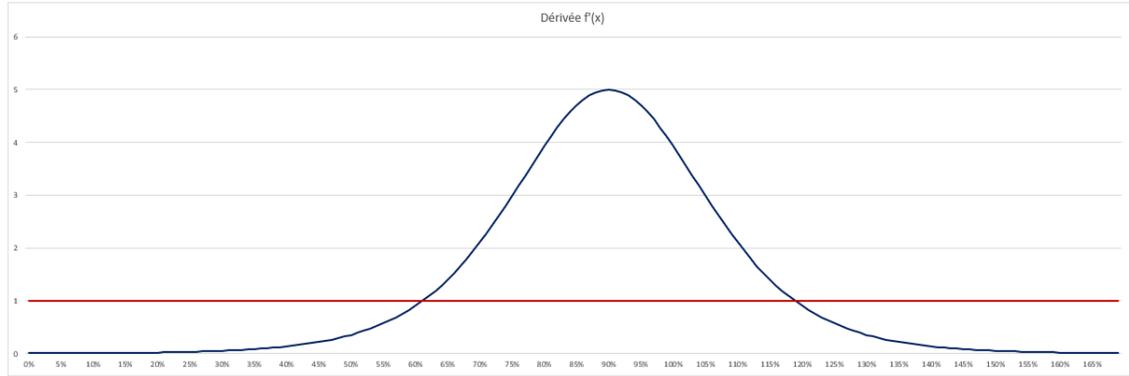


FIGURE 72 – Représentation du niveau de satisfaction fixé sur la dérivée $f'(x)$

9% des individus ont des S/P compris dans l'intervalle $[60\% ; 120\%]$. Le taux de diminution des primes par rapport aux primes maximales P'_{max} est de -3%. Cela revient à augmenter les primes avant cashback de 26%. Cela entraîne un ratio S'/P'_{nowv} de 78%, soit une dégradation de 2 points par rapport au ratio S'/P'_{max} pour un gain de 0.1 points de satisfaction client.

Sur le portefeuille prévoyance :

Dans le portefeuille prévoyance, 52% des individus sont compris entre 75% et 106%. Le taux de diminution des primes par rapport aux primes maximales P'_{max} est de -6%. Cela revient à augmenter les primes avant cashback de $\beta^* = 45\%$ ainsi qu'à dégrader le ratio S'/P'_{max} de 6 points pour une augmentation de la satisfaction de 0.2 points.

Afin d'augmenter la satisfaction des clients, élargissons l'intervalle de dégradation des S/P à $[60\% ; 120\%]$. En fixant z à 40% comme en santé, l'assureur est en perte avec un ratio S'/P'_{nowv} de 117%. La satisfaction client est élevée à 0.7 en moyenne avec une augmentation par rapport aux primes avant cashback de seulement 14%. Diminuons le paramètre z de sorte à ce que l'assureur garde une marge tout en ayant une augmentation de la satisfaction client. En établissant z à 15%, le ratio sinistres sur primes S'/P'_{nowv} est de 98% et le gain de points de satisfaction client est de 0.4. Les primes baisseront de -12% par rapport aux primes maximales que peut payer l'assuré, ce qui se traduit par une augmentation de 36% des primes avant cashback.

2.6 Récapitulatif des résultats

Les résultats des simulations effectuées sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

2.6.1 En santé

	Sans cashback
S/P	76%
Niveau global de la satisfaction cliente	-0,66

FIGURE 73 – Récapitulatif de l'hypothèse sans cashback

	Avec cashback
	Cas de maintien de S/P avant cashback
S/P'_max	76%
Niveau global de la satisfaction cliente	-0,70
Augmentation de primes par rapport au cas sans cashback, noté β_{max}	30%

FIGURE 74 – Récapitulatif de l'hypothèse avec cashback en maintenant S/P avant cashback

	Avec cashback				
	Cas où c2 est fixé à 90%		Cas où c2 est fonction de l'âge	Cas où le seuil de satisfaction est fixé	
	Seuil S/P ∈ [0% ; 90%]	Seuil S/P ∈ [40% ; 90%]		Seuil S/P ∈ [76% ; 105%] et z = 10%	Seuil S/P ∈ [60% ; 120%] et z = 40%
S/P'_nouv	145%	82%	88%	77%	78%
Niveau global de la satisfaction cliente	0,05	-0,53	-0,27	-0,68	-0,60
Perte de points de S/P par rapport à S/P'_max	69%	6%	12%	0,3%	2%
Perte de points de S/P par rapport au S/P avant cashback	69%	6%	12%	0,3%	2%
Diminution des primes P'_nouv par rapport au cas des primes maximales que peut faire payer l'assureur P'_max	-48%	-8%	-14%	-0,4%	-3%
Augmentation de primes P'_nouv par rapport au primes sans cashback P	-33%	20%	12%	29%	26%
Gain de points de satisfaction	0,75	0,17	0,43	0,02	0,10

FIGURE 75 – Récapitulatif de l'hypothèse avec cashback suivant différents cas

2.6.2 En prévoyance

	Sans cashback
S/P	86%
Niveau global de la satisfaction cliente	-0,09

FIGURE 76 – Récapitulatif de l'hypothèse sans cashback

	Avec cashback
	Cas de maintien de S/P avant cashback
S'/P' _max	86%
Niveau global de la satisfaction cliente	-0,09
Augmentation de primes par rapport au cas sans cashback, noté β_{max}	55%

FIGURE 77 – Récapitulatif de l'hypothèse avec cashback en maintenant S/P avant cashback

	Avec cashback				
	Cas où c2 est fixé à 90%		Cas où c2 est fonction de l'âge	Cas où le seuil de satisfaction est fixé	
	Seuil S/P ∈ [0% ; 90%]	Seuil S/P ∈ [40% ; 90%]		Seuil S/P ∈ [76% ; 105%] et z = 10%	Seuil S/P ∈ [60% ; 120%] et z = 15%
S'/P' _nouveau	97%	95%	89%	92%	98%
Niveau global de la satisfaction cliente	0,35	0,32	0,40	0,14	0,32
Perte de points de S/P par rapport à S'/P' _max	11%	9%	3%	6%	12%
Perte de points de S/P par rapport au S/P avant cashback	11%	9%	3%	6%	12%
Diminution des primes P' _nouveau par rapport au cas des primes maximales que peut faire payer l'assureur P' _max	-12%	-10%	-3%	-6%	-12%
Augmentation de primes P' _nouveau par rapport au primes sans cashback P	37%	40%	50%	45%	36%
Gain de points de satisfaction	0,44	0,41	0,49	0,23	0,41

FIGURE 78 – Récapitulatif de l'hypothèse avec cashback suivant différents cas

Cinquième partie

Pour aller plus loin...

Afin d'optimiser le produit, il serait intéressant d'intégrer un autre risque pour lequel les TNS ont besoin de souscrire une complémentaire : la garantie retraite. En effet, les TNS n'ont pas le même système retraite que les salariés. Ils doivent aussi souscrire une complémentaire pour ce risque afin de pallier une baisse de revenu au moment de la retraite. Le produit regrouperait ainsi les trois garanties santé, prévoyance et retraite au sein d'un même contrat. Le cashback ne serait plus verser sur un compte courant mais sur le contrat épargne retraite, cela permettrait, de plus de fidéliser l'assuré.

1 Le risque retraite

1.1 Le régime actuel des indépendants

Le système de retraite s'effectue selon un mode de répartition : d'une part, les cotisations versées serviront à financer les pensions de retraite versées chaque mois aux personnes déjà en retraite. D'autre part, via un système de capitalisation consistant à la mise en place d'une épargne permettant de financer un capital retraite ou une rente récupérable au moment du départ à la retraite.

Tout comme un salarié, un TNS a l'obligation de cotiser auprès de deux régimes de retraite. Un régime de retraite dit "de base" et un régime de retraite venant s'ajouter dit "complémentaire". Ce dernier est obligatoire depuis 2013. La complémentaire est versée sans abattement si la retraite de base est à taux plein ou avec une décote si la retraite de base est minorée.

Le calcul de la retraite est différent pour les artisans-commerçants-industriels et les libéraux. Pour leur régime retraite de base et pour leur régime retraite complémentaire, les artisans et commerçants indépendants relèvent de la SSI, tandis que les professions libérales sont affiliées à la Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse des Professions Libérales (CNAVPL).

Les artisans commerçants

La pension de base des artisans commerçants est calculée de la même façon que celle des salariés du privé : 50% de la moyenne des 25 meilleures années, à condition de remplir les conditions d'assurance (160 à 172 trimestres) avec 1,25% de décote ou de surcote par trimestre et d'éventuelles majorations pour les enfants.

A titre d'exemple, un indépendant né en 1969 doit travailler 170 trimestres pour toucher une retraite à taux plein. Si cet indépendant a un revenu moyen retenu pour sa retraite de 28 000 € et prend sa retraite à 62 ans avec 170 trimestres cotisés, le calcul de sa retraite de base va être le suivant : $28\,000 * 50\% * 170/170 = 14\,000$ €, soit environ 1167 € brut par mois. En revanche, la pension complémentaire ne dépend que du nombre de points cotisés, sachant que la valeur du point est inférieure à celle des salariés.

Les professions libérales

Pour les professions libérales, l'âge de départ à la retraite et le nombre de trimestre à cotiser sont les mêmes que pour les artisans-commerçants. En revanche, pour leur retraite de base et pour leur retraite complémentaire, les professions libérales ne fonctionnent qu'avec un système de points. Pour une retraite à taux plein, le calcul se fait donc simplement en multipliant le nombre de points cumulés au cours d'une carrière par la valeur annuelle du point (une valeur fixée par décret). La moyenne de la retraite (base+complémentaire) pour une profession libérale est de 1900 € brut, mais avec des disparités très fortes selon les secteurs.

Les travailleurs non-salariés ont des pensions de retraite inférieures que les salariés du fait qu'ils cotisent moins. Ils s'acquittent de cotisations calculées selon des modalités différentes (taux et plafond). De plus, le régime de retraite complémentaire étant géré par différentes caisses, elles appliquent toutes des règles de calcul qui leur sont propres. A rémunération équivalente, ils auront donc droit, une fois à la retraite, à une pension qui n'est pas la même. C'est la raison pour laquelle le système de retraite est actuellement en train d'être repensé sous la présidence d'Emmanuel Macron.

1.2 Le régime complémentaire

1.2.1 Contrat Madelin retraite

Les contrats Madelin permettent aux TNS de se constituer une retraite supplémentaire. Le TNS pourra bénéficier de cette retraite versée sous forme de rente à partir de l'âge légal de départ à la retraite en parallèle des retraites obligatoires.

Lorsque le montant de la rente est inférieur à un certain seuil par échéance mensuelle, ces contrats prévoient un versement sous forme de capital. Depuis le 1^{er} juillet 2021, ce seuil est fixé à 100 € par échéance mensuelle. Cela permet de d'éviter de toucher une petite somme versée chaque mois pendant plusieurs années et de privilégier un capital immédiat plus conséquent.

Les cotisations versées au titre de ces garanties peuvent être déduites du revenu imposable dans la limite d'un plafond fiscal.

Le versement de ces contrats se fait sous la forme d'une cotisation annuelle dont le montant a été défini à l'avance. Ce montant est réévalué chaque année en fonction du Plafond Annuel de la Sécurité Sociale. La cotisation annuelle est obligatoire et l'assuré peut, en plus du versement obligatoire, effectuer des versements libres, dans la limite d'un certain plafond.

L'assuré peut déduire de son revenu imposable les cotisations qu'il verse sur un contrat Madelin, c'est-à-dire qu'une partie des versements est compensée par une économie d'impôt. La rente est soumise aux prélèvements sociaux puis à l'impôt sur le revenu après un abattement de 10%.

Ces contrats retraite sont peu nombreux : avec 1,148 million de contrats, seuls 49 % des TNS en activité se constituaient une retraite Madelin en 2015. Au fur et à mesure des années, moins de

nouveaux contrats sont souscrits¹.

« Madelin » TNS	2015	2016	2017	2018	2019	19/18
Nouveaux contrats (<i>k</i>)	67	68	66	55	53	-3,6 %
Contrats en cours (<i>k</i>)	1 184	1 217	1 251	1 287	1 313	+2,0 %
Cotisations (<i>M€</i>)	2 701	2 698	2 741	2 580	2 533	-1,8 %
Prestations (<i>M€</i>)	1 102	1 183	1 335	1 502	1 340	-10,8 %
Provisions mathématiques (<i>M€</i>)	31 229	33 687	35 916	37 660	40 570	+7,7 %

FIGURE 79 – Contrats retraite Madelin de 2015 à 2019

L'impact s'établira sur le long terme : plus les années passent et plus cela sera compliqué pour le TNS de réunir une rente correcte pour sa retraite en ne souscrivant pas à un contrat supplémentaire.

Avantages du contrat retraite Madelin

Ces contrats ont un avantage considérable pour les TNS ayant une tranche marginale d'imposition élevée (supérieur à 30%). L'avantage fiscale sur les cotisations est conséquente.

Inconvénients du contrat retraite Madelin

- L'assuré est dans l'obligation de verser une cotisation de manière régulière chaque année. Cela est contraignant.
- L'épargne est bloquée jusqu'à l'âge de la retraite, ce qui peut être un frein pour l'assuré.
- La sortie ne peut pas s'effectuer sous forme de capital.
- La rente est imposable.

Les contrats de retraite Madelin ne sont plus commercialisés depuis le 1er octobre 2020.

Les assurés qui ont adhéré à ces contrats avant le 1er octobre 2020 peuvent continuer de verser des cotisations pour se constituer une retraite supplémentaire dans le cadre de ces contrats.

Les adhérents qui souhaitent transférer l'épargne retraite constituée peuvent le faire uniquement vers un PER individuel.

1.2.2 Le PER : une amélioration pour la retraite complémentaire des TNS

La "loi Pacte" entrée en vigueur en 2019 ne permet plus d'ouvrir un contrat Madelin depuis le 1er octobre 2020.

Le contrat Madelin a été remplacé par le nouveau PER individuel : il est donc désormais possible d'ouvrir un contrat PER individuel afin d'effectuer des versements déductibles dans les mêmes conditions que les versements sur le contrat Madelin.

1. Source : FFA

En effet, puisque les revenus épargnés sur un PER sont déduits des revenus imposables, une stratégie d'épargne-retraite courante consiste à fixer une tranche d'imposition (41% dans le schéma ci-dessous) au-delà de laquelle les revenus seront placés sur un PER.

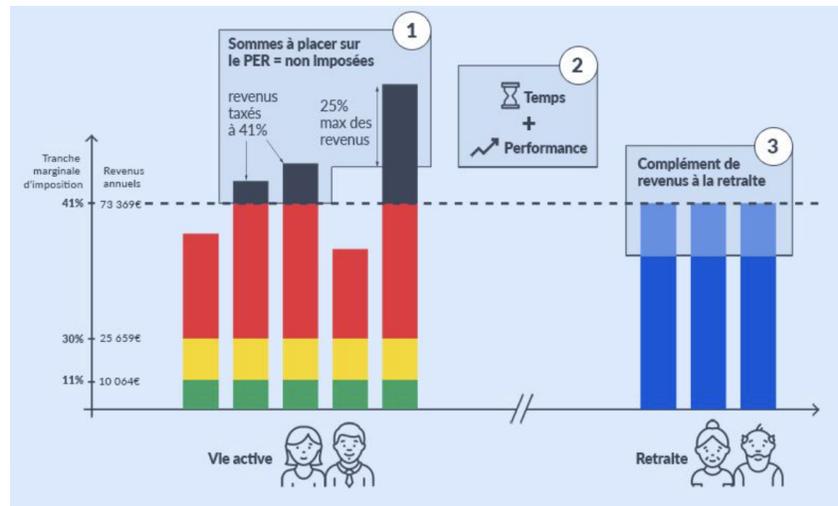


FIGURE 80 – Principe d'optimisation du PER¹

Cet aplanissement optimise l'avantage fiscal : le TNS ne verse que ce qui permet la meilleure défiscalisation et s'adapte au cycle irrégulier de ses revenus. Les sommes placées sur le PER échappent à l'impôt sur le revenu, fructifient pendant des années, puis seront récupérées à la retraite sous forme de rente ou de capital.

Avec le PER individuel, un TNS peut désormais retirer son épargne à tout instant pour l'achat d'une résidence principale, en plus des cas d'accident de la vie. Au moment de son départ en retraite, il pourra choisir entre une sortie en capital, une sortie en rente ou une combinaison des deux. A l'instar du contrat Madelin, il n'y a pas d'obligation de minimum de versement annuel au titre de l'article 154bis du Code général des impôts. De plus, ce contrat n'est pas ouvert qu'aux indépendants, mais à tous les français peu importe la professions.

PER (Loi Pacte) ⁽¹⁾	2015	2016	2017	2018	2019	19/18
Nombre d'assurés en cours (k)	-	-	-	-	89	-
Contrats en cours (k)	-	-	-	-	84	-
Cotisations (M€)	-	-	-	-	492	-
Prestations (M€)	-	-	-	-	0	-
Provisions mathématiques (M€)	-	-	-	-	577	-

FIGURE 81 – Contrats PER de 2015 à 2019

Le PER connaît un véritable succès auprès des français depuis sa mise en place. Au 1er semestre 2021, 668 000 nouveaux assurés sont enregistrés dans les PER (407 000 pour les nouveaux PER souscrits et 260 000 issus de contrats transférés). Fin juin, la FFA en comptabilisés près de 1,9 million. Une croissance des versements de près de +400% par rapport à l’an dernier, selon les chiffres publiés par la FFA ce 1er juillet 2021.

Cette première partie montre la faible couverture pour les TNS, les conduisant à souscrire une complémentaire santé, prévoyance et retraite. Mais elle a révélé aussi la difficulté pour ces derniers à souscrire des contrats différents à l’instar des salariés. C’est la raison pour laquelle il est judicieux de se pencher sur un groupement de garanties sur un même contrat.

De plus, l’introduction d’un cashback, permet à l’adhérent de récupérer une partie de son versement mensuel et dans un sens de mieux se comporter pour pouvoir y arriver.

Sur ces bases, il semble donc important de construire un produit répondant aux attentes actuelles des TNS.

2 Description du produit dans l’idéal

La composition des différents packs contenus dans le produit sera explicitée dans cette partie : l’outil assurance vie, les garanties santé et prévoyance. Également, l’innovation du produit à travers le mécanisme du cashback sera développée.

2.1 Aspect Marketing

Le produit comprend deux options, au choix de l’assuré : le Pack Basic et le Pack Premium.

	Formule Basic	Formule Premium
Assurance vie	✓	✓
Gestion pilotée	✗	✓
Santé	✗	✓
Prévoyance	✗	✓
Cashback	✗	✓

2.1.1 Le Pack Basic

Le Pack Basic comprend le socle du produit uniquement : une assurance vie.

2.1.1.a Généralités sur l’assurance vie

L’assurance-vie est une branche de l’assurance qui fait naître des engagements dont l’exécution dépend de la durée de vie humaine. Par abus de langage, on parle seulement d’épargne.

Deux grandes sous branches sont distinguées : l’assurance vie faisant office d’épargne et l’assurance décès permettant une garantie prévoyance. Moyennant le paiement d’une prime, l’assureur garantie

un versement d'une somme au décès (en capital ou sous forme de rente) aux bénéficiaires désignés. Contrairement à l'assurance vie où à la fin du contrat l'assuré touchera (ou, à son décès, le ou les bénéficiaires désignés) les sommes investies augmentées des gains éventuels et diminuées des frais. L'assurance vie est un placement de moyen/long terme destiné à constituer un capital. La majorité des contrats commercialisés sous l'appellation "assurance vie" sont des contrats mixtes vie et décès. Dans un tel contrat, en contrepartie des primes versées par le souscripteur, l'assureur s'engage à verser un capital ou une rente, soit à l'assuré en cas de survie au terme du contrat, soit à ces bénéficiaires en cas de décès de l'assuré. Les bénéficiaires sont les personnes percevant le capital au déclenchement du risque. Elles sont désignées par l'assuré de son vivant.

Différents frais s'appliquent sur un contrat d'épargne en euros :

- Les frais d'entrée : il s'agit d'une commission prélevée directement sur le montant des sommes déposées.
- Les frais de gestion : frais récurrents, proportionnels au montant confié à l'assureur, prélevés chaque année.
- Les frais sur arbitrage : les contrats d'assurance vie multisupports peuvent supporter des frais spécifiques liés au passage d'un support à l'autre. Ainsi, l'assureur prélève une commission, variable d'un contrat à l'autre, proportionnelle au montant de l'épargne transférée.

Il conviendra de distinguer les termes "assuré" et "souscripteur". De manière générale, sur les contrats d'épargne l'assuré et le souscripteur ne font qu'une personne. Il est envisageable que ce ne soit pas le cas. Par exemple, lorsque des parents souhaitent constituer une économie pour leurs enfants. Dans le périmètre de notre étude, l'assuré est le souscripteur.

Les motifs de souscription d'un contrat d'assurance vie sont principalement : constituer une épargne de précaution (faire face à un imprévu), réaliser un projet futur (achat immobilier, études des enfants,...) ou bien constituer une retraite complémentaire. Les assurés pourront récupérer les placements et les bénéfices associés lors du départ à la retraite.

Pour un produit retraite, la phase de constitution est identique à une assurance vie classique tandis que la phase de restitution est différente. En effet, dans un un contrat d'assurance vie classique, soit l'assuré effectue un rachat, soit l'assuré décède, dans ces cas il percevra un capital, alors que pour la retraite la phase de restitution a lieu au moment de la retraite pendant laquelle l'épargnant percevra une rente.

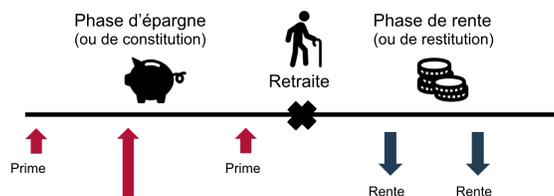


FIGURE 82 – Exemple de fonctionnement d'un produit retraite

Les principales caractéristiques des produits d'épargne sont :

- possibilité d'arbitrer et racheter à tout moment,
- une fiscalité avantageuse (en fonction de l'ancienneté / âge du souscripteur,)
- un large univers de supports,
- différents modes de gestion du contrat : libre, pilotée, sous mandat, conseillée etc.

2.1.1.b Le rachat

Le contrat peut être à durée déterminée ou viagère. Dans les deux cas, le souscripteur peut décider d'y mettre fin à tout moment, et récupérer tout ou partie des capitaux placés, en effectuant une opération de rachat. Deux types de rachat existe : le rachat partiel et le rachat total.

Le rachat **partiel** permet de retirer une partie de l'épargne constituée, tout en laissant le solde fructifier. Le contrat se poursuit. L'argent qui demeure investi sur le contrat conserve tous les avantages fiscaux acquis depuis l'origine. Le rachat **total** correspond à la fermeture définitive du contrat. Le souscripteur peut retirer en une seule fois tous ces capitaux. C'est une décision sans retour et si il souhaite à nouveau épargner dans le cadre de l'assurance vie, il lui faudra ouvrir un nouveau contrat, puis attendre huit ans pour optimiser la fiscalité.

Tous les produits ne sont pas éligibles au rachat. Afin de protéger l'assureur contre l'antiselection, il existe certains types de contrats sur lesquels le rachat est légalement interdit. ¹

2.1.1.c Sortie en capital : impôt sur le revenu

Les gains d'une assurance-vie sont imposables à la sortie. La loi de Finances pour 2018 a changé les règles du jeu en instaurant le Prélèvement Forfaitaire Unique (PFU). Que l'assuré fasse un rachat partiel ou total, la somme reçue est constituée d'une part de capital (il s'agit des versements effectués depuis l'ouverture du contrat) et d'autre part d'intérêts que accumulés sur ce capital au fil des années (il s'agit des gains). L'imposition s'applique seulement sur la part d'intérêts correspondant au capital retiré lors du rachat, ce qui ne représente qu'une partie relativement réduite de la somme retirée. Le capital reste exonéré².

1. Se référer à l'article L. 132.23 du Code des Assurances pour la liste exhaustive

2. Source : Image tirée de l'article "Sortie en capital" par La finance pour tous datant de Janvier 2022

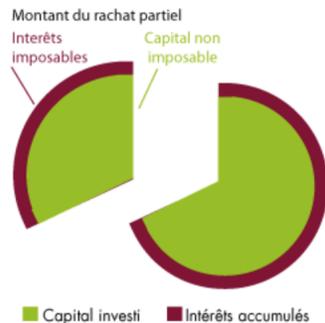


FIGURE 83 – La sortie en capital

Le gouvernement a mis en place le Prélèvement Forfaitaire Unique (PFU), au taux de 30%. Ce taux global intègre l'impôt proprement dit (12,8 %) et les prélèvements sociaux de 17,2 %. Dans le cas spécifique de l'assurance vie, cette enveloppe juridique et fiscale fait l'objet d'un traitement particulier. Les règles pour les gains perçus lors de retraits à compter de 2018 varient, selon la date de versement et l'encours.

Pour les primes versées avant le 27 septembre 2017, les produits des primes restent soumis au régime fiscal antérieur, c'est-à-dire le barème de l'impôt sur le revenu ou l'option pour le prélèvement forfaitaire libératoire au taux dégressif en fonction de l'ancienneté du contrat (35% avant 4 ans, 15% entre 4-8 ans, 7.5% après 8 ans). Toutefois, ils subiront l'augmentation des prélèvements sociaux qui les portent à 17.2%.

Pour les primes versées à compter du 27 septembre 2017, les gains perçus entrent dans le régime fiscal du PFU au taux global de 30% (incluant les prélèvements sociaux) pour les retraits réalisés avant 8 ans ou imposition au barème. Après 8 ans, deux cas de figure se présentent :

- si les sommes versées sur le contrat sont inférieures à 150 000€ : imposition au PFU de 7,5 % auquel s'ajoute les prélèvements sociaux, soit 24,7 %.
- si les sommes versées sur le contrat sont supérieures à 150 000€ : imposition au taux de 7,5 % (pour la partie inférieure à 150 000 €) et ensuite au taux de 12,8 % (30 % au total), comme l'explique le schéma ci-dessous.¹

1. Source : article "Guide complet 2022 de l'assurance vie" publié par Avenue des investisseurs en 2008

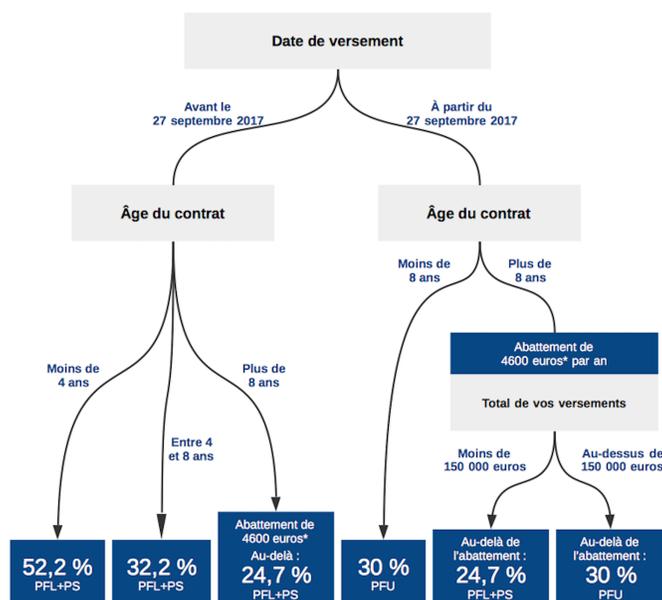


FIGURE 84 – Nouvelle fiscalité des retraits et rachats sur l'assurance-vie

*Il est possible de retirer chaque année 4 600 euros de gains accumulés (9 200 euros pour un couple marié), sans être imposé au titre de l'impôt sur le revenu.

Les contrats souscrits avant le 1^{er} janvier 1983 sont exonérés d'impôt sur le revenu (mais pas de prélèvements sociaux), pour les primes versées avant le 10 octobre 2019. La loi de finances pour 2020 met fin à l'exonération totale de ces contrats : pour les primes versées à compter du 10 octobre 2019, la fiscalité actuelle s'applique.

2.1.1.d Les différents supports d'investissement

Un assuré peut choisir entre un contrat monosupport ou multisupport. Le nombre de supports sur lesquels l'épargne est investie peut être différent. Dans un contrat monosupport, l'intégralité du capital de l'assuré est investie dans des actifs de même nature. Les multisupports, quant à eux, sont investis sur différents supports, ils donnent aux assurés la possibilité de sécuriser leur épargne tout en profitant de la performance des marchés financiers. En effet, l'assuré peut réaliser des arbitrages entre fonds en euros et fonds en UC afin d'optimiser ses rendements en fonction de son profil de risque, de ses objectifs et de l'évolution des marchés financiers. Dans ce mémoire, nous traitons seulement les fonds euros.

La possibilité de diversifier son épargne à travers des supports d'investissement proposé par l'assureur est un des avantages de l'assurance vie. Deux types de supports sont principalement distingués : les supports en fonds en euros (aussi appelé euros) et les supports en unité de compte (UC).

Support en fonds euros Historiquement, le fonds euros est le support le plus majoritairement investi. Il s'adresse aux épargnants souhaitant avoir un rendement risque limité. En effet, il garantit à l'assuré son capital à tout moment du contrat : l'assuré récupère son capital de départ augmenté des intérêts capitalisés au fil du temps. De ce fait, il s'agit d'un support sans risque pour l'assuré, c'est l'assureur qui supporte la charge du risque financier inhérent à ce type de garanties. Afin d'honorer l'ensemble de ces engagements, une croissance constante du capital et une régularité de rendements, l'assureur concentre ses investissements sur le marché obligataire, en privilégiant les émetteurs les plus solides du marché. Le succès du fonds euro est bâti sur : la garantie en capital, la liquidité permanente, des rendements supérieurs au livret A, et une fiscalité avantageuse. Sous les normes Solvabilité II et IFRS 17, les fonds propres à immobiliser dépendent de l'actualisation des engagements des flux futurs. Ces flux sont actualisés selon une courbe des taux sans risques, ce qui implique que le poids de ces garanties est inversement corrélé au niveau des taux. Le rendement annuel des fonds en euros est composé de deux éléments : le taux minimum garanti et la participation aux bénéfices.

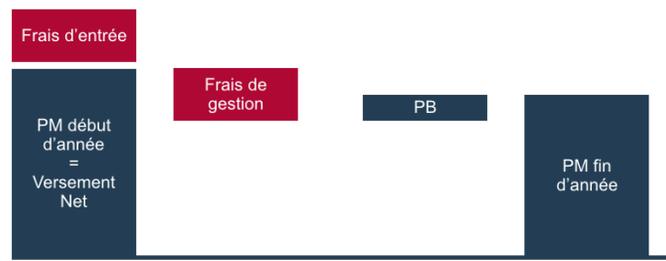


FIGURE 85 – Exemple de vie d'un contrat investi à 100% sur le support Euro (sans arbitrage, versement et rachat)

Un des succès aujourd'hui du fonds euro réside dans son inertie : les nouveaux entrants aujourd'hui bénéficient des rendements généreux dans lesquels l'assureur a investi par le passé. Ce succès peut également être une faiblesse selon les perspectives économiques à venir.

Support en unité de compte (UC) Les supports en unités de compte (UC) constituent une solution d'épargne sur mesure. Elles concernent tous les profils : du sécuritaire au plus dynamique. À l'instar des actions, obligations et parts de fonds communs de placement, l'épargne est investie dans des supports de nature différente. Ces derniers ont été conçus afin de répondre à un besoin de rendement plus élevé par rapport aux fonds en euros. Contrairement au support en Euro, les UC ne sont pas garanties en valeurs (en "Euro") mais en nombre de part investies. L'assureur garantit à l'assuré le nombre de parts sans s'engager sur leur valeur, le risque financier lié est donc assumé par l'assuré qui supporte les moins-values et perçoit entièrement les plus-values. Les supports en UC sont parfois appelés des supports à capital variable. Pour limiter les pertes, les assureurs proposent des garanties supplémentaires comme la garantie plancher ou la garantie cliquet. La garantie plancher est une option qui garantit au souscripteur d'un contrat d'assurance vie en unité de compte que ses bénéficiaires désignés toucheront au minimum le capital investi.

Avec la garantie plancher cliquet, le montant versé aux bénéficiaires sera égal à la valeur la plus élevée atteinte par le contrat.

D'autres types de supports existent en assurance-vie comme par exemple les bons de capitalisation et les fonds euro-croissance.

2.1.1.e L'arbitrage

L'option d'arbitrage en assurance vie est une opération où l'assuré peut répartir une partie ou la totalité de l'épargne disponible sur son contrat entre différents supports disponibles. Cette notion ne vaut que pour les contrats multisupports. Certains assureurs limitent le droit d'effectuer des arbitrages, tandis que d'autres accordent ce droit à tout moment. Lorsqu'un arbitrage est effectué, sur un contrat, c'est la répartition de la provision mathématique qui est modifiée entre les supports proposés dans le contrat.

Un arbitrage peut être manuel et ponctuel, ou bien il peut être automatique et inscrit dans le contrat. De manière générale, l'arbitrage est soumis à des frais. Ces frais prélevés sont calculés soit de manière proportionnelle à la somme arbitrée, soit forfaitairement.

2.1.1.f Les différents modes de gestion du contrat

Lorsque l'assuré fait un apport en capital, il doit décider sur quel(s) support(s) les sommes seront investies. Pour cela, plusieurs modes de gestion existent.

La gestion libre est le mode d'arbitrage par défaut : l'assuré décidera lui-même de faire une allocation entre fonds euro et unités de compte. Il devra :

- sélectionner les supports sur lesquels se positionner (actions, obligations, parts de fonds, produits structurés...) afin de constituer son portefeuille d'actifs,
- déterminer la ventilation de ses avoirs,
- choisir le bon moment pour effectuer ses arbitrages,
- être réactif et surveiller l'évolution des marchés.

La gestion pilotée est une gestion où l'assurée informe quand à son allocation cible et l'assureur effectue des arbitrages afin de le respecter. Elle est aussi appelée "gestion automatisée". L'assuré est libre de modifier la répartition de ses actifs en investissant sur différent support, mais des options d'arbitrage (déterminées au départ) seront activées automatiquement dans certains cas.

Le mandat de gestion privée en assurance vie a longtemps été considéré comme étant haut de gamme. Il n'était alors réservé qu'aux plus gros contrats, dépassant les dizaines (voire les centaines de dizaines) de milliers d'euros. Aujourd'hui, la gestion déléguée est de plus en plus accessible aux plus petits contrats. Il s'agit ici de confier la vie du contrat à un professionnel, qui peut être l'assureur, la banque ou une entité à part, c'est-à-dire un gestionnaire privé spécialisé dans la gestion d'actifs. Dans les faits, la société de gestion choisira à la place de l'assuré les actifs sur lesquels investir et procédera aux arbitrages utiles au cours de la vie du contrat. Elle se basera pour cela sur le profil de risques de l'assuré. Toutefois, le fait de confier la gestion à un professionnel

n'octroie aucune garantie en capital.

2.1.1.g Un avantage séduisant pour les TNS

Souple et sans contrainte, l'assurance vie présente des avantages intéressants. Cet investissement polyvalent permet de répondre à tous les besoins rencontrés par les TNS : épargner pour sa retraite, se couvrir en cas d'accident de la vie, transmettre son patrimoine, ou encore investir dans des projets futurs. . . Ce placement reste toujours rentable qu'il soit considéré à court ou long terme.

En plus d'être polyvalente, l'assurance vie est multisupport. L'épargnant peut choisir ses investissements parmi une gamme variée de supports (fonds euros, actions, immobiliers,..). Ce large choix permet de moduler le risque comme souhaité. En effet, l'assuré peut choisir de sécuriser la majorité de son capital sur un fonds euro garanti et placer un pourcentage minoritaire sur des supports plus volatiles, mais plus rentables. Aussi, la majorité des contrats sont accessible sans montant minimum pour le premier versement et l'assuré n'est pas obligé de procéder à d'autres versements immédiatement. Le capital investit n'est jamais bloqué : un avantage non négligeable pour les indépendants qui doivent faire face à des impératifs à court terme, impliquant de sortir régulièrement des liquidités : paiement de taxes en fin d'année, charges professionnelles importantes, cotisations, les frais de cabinet pour les professions libérales. . .

Cet outil présente une fiscalité avantageuse : elle permet de mettre de l'argent de côté ce n'est qu'en cas de retrait que l'assuré est taxé, mais pas sur l'intégralité : l'impôt ne concerne que les gains et plus-values de ce rachat. Cet imposition diminue à mesure que votre placement prend de l'âge. À partir du huitième anniversaire du contrat, l'assuré pourra bénéficier d'une importante exonération fiscale sur les retraits. C'est la raison pour laquelle il a tout intérêt à ouvrir une assurance-vie au plus tôt (quitte à ne faire aucun versement pendant un moment). Plus vite le seuil des huit ans est atteint, plus vite l'épargnant sera exonéré.

2.1.2 Le Pack Premium

Le Pack Premium est composé du Pack Basic c'est-à-dire de l'assurance vie, auquel s'ajoute la couverture d'une sur-complémentaire santé et couverture complémentaire prévoyance. En souscrivant ce pack, l'assuré bénéficie d'une complémentaire retraite, prévoyance et d'une sur-complémentaire santé. Mais pas que... L'assuré peut bénéficier d'un bonus exceptionnel : dans le cas où il ne consomme ni en santé ni en prévoyance durant 4 années consécutives, son assurance vie sera abondée d'un cashback.

2.2 Les garanties du produit mis en place

L'assuré versera tous les mois une cotisation afin de couvrir l'activité santé-prévoyance. Pour l'activité retraite, il abondera son assurance vie comme bon lui semble.

Le contrat est individuel, c'est à dire qu'il résulte du seul accord passé entre l'assuré et l'assureur, il n'existe aucun intermédiaire entre les deux parties. L'adhésion est souscrite jusqu'à que l'assuré décide de partir.

Le nouveau produit d'assurance mis en place propose les garanties suivantes pour l'option Premium :

- Garantie capital décès
- Garantie capital invalidité (permanente totale et permanente partielle)
- Garantie rente invalidité
- Garantie Indemnités journalières en cas d'Incapacité Temporaire de Travail (ITT)
- Garantie remboursement des frais d'hospitalisation
- Une assurance vie

Les garanties santé prévoyance sont souscrites sous le dispositif Madelin. Celui-ci ouvre droit à des déductions fiscales des primes versées sur leur revenu professionnel imposable.

La déduction des cotisations santé prévoyance s'effectue dans la limite d'un plafond fiscal correspondant à : 3,75% du revenu professionnel + 7% du plafond annuel de la sécurité sociale, plafond annuel de la sécurité sociale, le tout étant limité à 3% de 8 PASS¹.

Par exemple : Pour un avocat libéral âgé de 30 ans ayant un revenu annuel de 47 000€ net, le montant maximum déductible fiscalement s'élève à :

$$3,75\% * 47\ 000 + 7\% * 41\ 136 = 4\ 642,02\ €.$$

Concernant la garantie santé, il s'agit d'une sur-complémentaire couvrant uniquement l'hospitalisation. L'hospitalisation étant ce qui est le plus coûteux, si un TNS veut souscrire une couverture minimale en santé, il optera en ce sens pour l'hospitalisation. L'assureur remboursera alors les frais hospitaliers de l'assuré en fonction de son niveau de garantie. Le délai d'attente est considéré comme nul.

Concernant la couverture prévoyance :

- en cas de décès de l'assuré, le contrat de prévoyance Madelin peut prévoir des garanties en cas de décès. La loi oblige que celles-ci soient versées sous forme de rente. Ainsi, en cas de décès de l'assuré, le ou les bénéficiaires désignés peuvent recevoir une rente calculée en fonction du capital garanti.
- en cas d'invalidité, la garantie couvre l'invalidité permanente partielle et l'invalidité permanente totale. Dans une telle situation, la prévoyance Madelin peut prévoir le versement d'une rente jusqu'à la date de liquidation de la retraite. Son montant dépend du taux d'invalidité reconnu par l'assureur.
- en cas d'incapacité temporaire de travail, la garantie incapacité temporaire du contrat Madelin permet à l'assuré de percevoir des indemnités journalières (IJ). Pour pouvoir y prétendre, l'assuré doit faire médicalement constater l'impossibilité dans laquelle il se trouve d'exercer temporairement son activité professionnelle. L'IJ forfaitaire est versée à l'assuré dès le lendemain de l'expiration du délai de franchise de 15 jours dans notre produit.

1. PASS 2021 = 41 136€

2.3 Le cashback

2.3.1 Conditions d'application

Dans la conception du produit précédente, le cashback était déposé sur un compte courant si aucune hospitalisation ni aucun sinistre en incapacité et invalidité ne survenaient durant quatre années. Ici, il sera versé sous une autre forme : l'ayant droit bénéficiera d'un bonus qui sera ajouté à son épargne retraite pour la cinquième année. Le cashback sera affecté sous forme de bonus de rendement sur le contrat socle d'assurance-vie. Le choix du mécanisme d'un bonus de rendement est plutôt intuitif rien n'est contractualisé. Le cashback sera financé soit par les produits financiers de l'année, soit par la PB si nécessaire.

Afin de comprendre la manière dont le cashback est reversé aux assurés, quelques notions de PB sont fondamentaux à assimiler.

2.3.2 Quelques notions concernant la PB

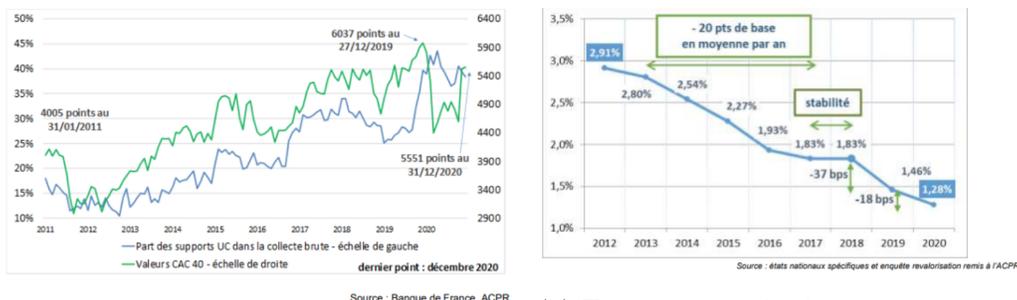
Dans la partie précédente ont été détaillés les principaux supports d'assurance vie, et ce, afin de permettre au lecteur d'avoir une vision globale de ce contexte. Dans le but de présenter la participation aux bénéfices (PB), des notions nécessaires sont introduites. À noter que la PB ne concerne que les sommes investies sur le support euros, une provision inexistante sur les UC.

2.3.2.a Le Taux Minimum Garanti viager (TMG) VS le Taux Minimum Annuel Garanti (TMAG)

Le Taux minimum garanti viager est l'engagement minimum de l'assureur sur une période donnée. Il est anticipé durant toute la durée de vie du contrat et sert à la tarification et au calcul des engagements de l'assureur. Un maximum est fixé de manière contractuelle pour ce taux, de sorte que le rendement des placements effectués par l'épargnant ne puisse descendre au-dessous de cette valeur¹. Ainsi, c'est un paramètre contractuel clé pour l'assureur qui doit être capable d'honorer ses engagements en fin d'année et rester compétitif sur le marché. Le graphique suivant présente l'évolution des rendements moyen des fonds euros depuis 2005².

1. Article A.132-1 et A. 132-3 du Code des Assurances

2. Source : FFA, Fédération Française des Assurances



(a) Part des supports en UC dans la collecte brute et CAC 40 (b) Taux de revalorisation net moyen pondéré par les provisions mathématiques de 2012 à 2020

FIGURE 86 – Contexte économique

Les rendements sont en baisse continue depuis plus de dix ans. Cela est dû à l’environnement des taux durablement bas entraînant une érosion du rendement. En 2012, le taux de revalorisation était près de 3% là où il était bien en dessous à l’époque, la baisse a été contenu grâce à la PB. Le taux du livret A a augmenté le 1^{er} février 2023. A cette date, le taux d’intérêt est passé à 3 %, contre un taux auparavant fixé à 1 % à février 2022. ¹.

Les rendements et la liquidité assurés ne correspondent plus aux conditions de marché où le taux s’approche de 0, il risquerait d’y avoir des rachats (car ce serait plus intéressant pour une assuré de se diriger vers un Livret A qui rapporterait 1% ²). La solution serait de passer par la transformation notamment par le mix Euro/UC, ce qui engendra moins de risque pour l’assureur et sera plus rémunérateur. Actuellement, certains assureurs ferment ou limitent les nouveaux entrants. D’autres établissent une nouvelle version du fond : ne pas garantir le capital investi en fond euros à 100% mais plutôt à 90%. Le fait de diminuer la garantie permettra de diminuer le SCR, l’assureur peut alors prendre plus de risque et ainsi obtenir des rendements plus intéressants.

À l’époque, ce n’était pas un problème pour l’assuré de signer au TMG car les taux était élevé mais à présent c’est un soucis car les taux sont bas. Aussi appelé TMG viager, il est valable durant toute la durée de vie du contrat. La fenêtre d’investissement est liée aux primes : plus les primes sont élevées, plus l’assureur investit. Le rythme de réinvestissement de rendements va dépendre du volume de new cash possédé par l’assureur. Lorsque les conditions de marché sont intéressantes, si l’assureur établit une grande collecte, il va pouvoir réinvestir à des taux intéressants mais en s’engageant sur plusieurs années. Si les taux remontent, l’assureur doit être capable de racheter des obligations et augmenter le taux moyen des investissements.

Le Taux Minimum Annuel Garanti (TMAG) est aussi un taux qui garantit un rendement minimum. Cependant, à la différence du TMG, le TMAG est réactualisé chaque année par l’assureur.

1. ToutSurMesFinances”Livret A et Livret Bleu : historique du taux moyen annuel depuis 1829”, O.BRUNET, 2023

2. Taux du Livret A : 1% depuis le 1er février 2022

Ce taux est réglementé à l'article A132-3 du Code des Assurances et sert à définir une borne minimum pour toutes les sorties. À noter que la garantie d'un capital est une clause brute ou nette de frais de gestion. Dans le cas d'une clause brute de frais de gestion, il n'y a jamais de rendement négatif alors que pour une clause nette de frais de gestion, si le TMAG est à zéro et que l'assureur ne sert pas de PB, l'assuré se retrouve avec un rendement négatif. Le taux de PB représente la rémunération des fonds euros en plus du TMAG.

Le contexte économique impacte fortement à la fois le comportement des assurés et les calculs réglementaires (SCR), ce qui nécessite une gestion actif / passif.

2.3.2.b Réglementation

Afin d'honorer ses engagements, l'assureur a besoin de piloter son activité sous différentes contraintes :

- Concurrentielle (servir un taux dans un corridor acceptable).
- Stratégie de pilotage (produit, étudier rentabilité, politique de souscription, stratégie d'investissement, algorithme de PB).
- Réglementaire (Immobilisation des fonds propres, devoir de conseil). Cette dernière est importante en France où tout les assureurs doivent immobiliser des fonds propres afin d'assurer les différents engagements sur plusieurs années.

L'actif est composé d'obligations et d'actions qui vont interagir avec les fonds propres (FP). La réglementation SII, impose aux assureurs d'immobiliser un capital SCR¹ et MCR². Cette réglementation a été créée pour mesurer la solvabilité d'une société d'assurance.

L'interaction entre le Passif et l'Actif dépend fortement de la stratégie de participation aux bénéfices :

- Décisions annuelles de participations
- Gestion de la richesse latente (plus-value de nos obligations sur l'année).

Actif	Passif
Obligations	Fonds propres : Capital excédentaire SCR MCR
Actions	----- Provisions techniques : Marge pour risque Best Estimate (BE)

FIGURE 87 – Tableau du bilan économique Solvabilité 2

1. SCR (Solvency Capital Requirement) représente le capital cible nécessaire pour absorber le choc provoqué par un risque majeur

2. MCR (Minimum de Capital Requis) correspond à l'exigence minimale de fonds propres en dessous de laquelle l'intervention de l'autorité de contrôle est automatique

L'outil permettant d'anticiper, de déterminer les différents éléments qui viendront composer le bilan SII ou IFRS17 est l'outil ALM. Les tables de scénarios économiques sont composées de trois éléments principaux : les rendements, la courbe des taux et l'inflation. Ces éléments entrent dans le moteur ALM pour interagir avec le model points de passif et ainsi déterminer le comportement de la compagnie sur plusieurs années.

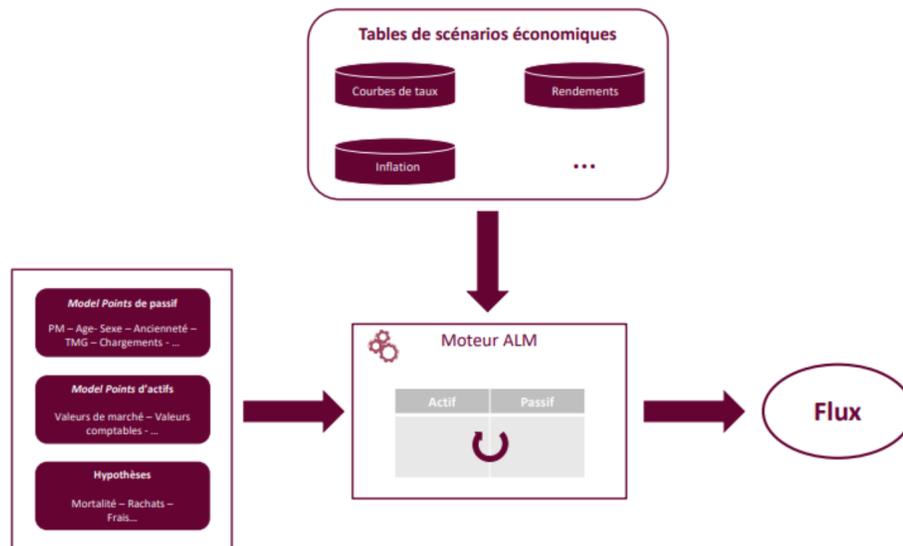


FIGURE 88 – Fonctionnement d'un modèle ALM

2.3.3 Mécanisme de la PB

D'après l'article A331-3 du Code des Assurances, "les entreprises d'assurance sur la vie ou de capitalisation doivent faire participer les assurés aux bénéfices techniques et financiers qu'elles réalisent". L'assureur a l'obligation légale de redistribuer au moins 85% des résultats financiers aux assurés et 90% des bénéfices techniques. Ces derniers proviennent de la différence entre les frais réels et les frais prélevés à l'assuré, et des bénéfices dits de mortalité constatés par différence avec les tables de mortalité. Ces deux catégories forment ce qu'on appelle le minimum de participation aux bénéfices. Toutefois, l'assureur détient une certaine liberté quant au versement de la PB. En effet, celle-ci s'établit non pas de manière individuelle (par contrat) mais se distribue au niveau du portefeuille avec un délai de maximum 8 ans. De ce fait, il est possible pour l'assureur d'avantager certains contrats au détriment d'autres afin d'atteindre une quelconque cible ou alors de transférer une partie de la PB en provision, appelée provision pour participation aux bénéfices (PPB).

Un contrat d'assurance vie donne lieu de garantir l'épargne de l'assuré en lui faisant bénéficier d'un taux de revalorisation. Grâce aux primes collectées, l'assureur génère de la plus-value des placements des capitaux. Il va de soi, que ces derniers reviennent abonder la provision mathématique de l'assuré. Le taux de revalorisation annuel est dû à la participation aux bénéfices financiers de l'assureur.

Dans le cas où le montant des produits financiers distribuables ne suffit pas à servir le besoin TMG, l'assureur est amené à dégager plus de produits financiers afin d'atteindre le besoin TMG. Le graphique suivant permet de montrer les différentes règles abordées pour déterminer le montant de la participation aux bénéfices à servir¹.

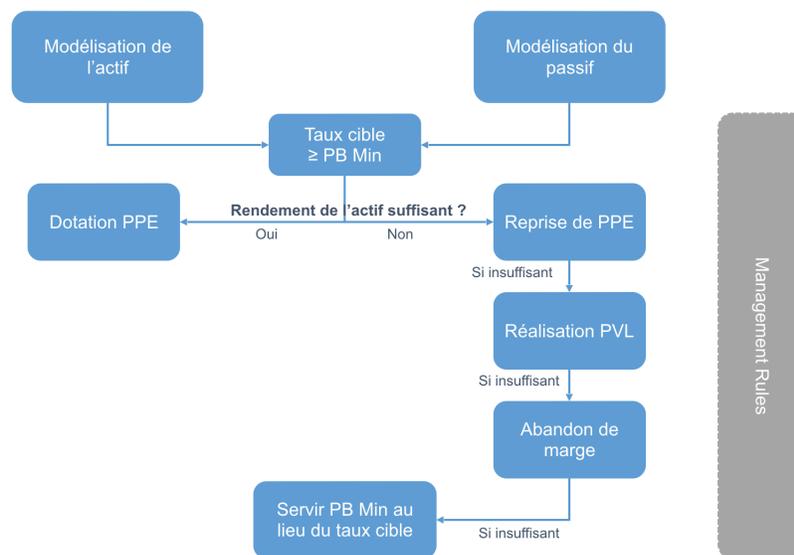


FIGURE 89 – Représentation schématique des étapes de calcul du montant de la participation aux bénéfices

En fonction du rendement de l'actif grâce aux primes et aux encours investis, l'actif général de l'assureur (le fond euros) générera des produits de placements. En fonction des primes et des contraintes réglementaires, concurrentielles et de stratégie de pilotage, l'assureur cherchera à servir un taux cible.

Cas 1 : Le rendement de l'actif est insuffisant pour servir un taux cible \geq PB minimum

Dans le cas où la production financière est insuffisante pour servir l'intégralité des taux cibles, une reprise de PPE au niveau produit peut être réalisée.

Si malgré la reprise PPE, le besoin cible n'est toujours pas atteint, on peut utiliser les plus values latentes (PVL) disponibles à la vente. Les PVL sont des profits non encore réalisés. Elles sont évoquées lorsque la valeur de marché des actifs est supérieur à la valeur d'acquisition. La réalisation des PVL permet d'augmenter la production financière de l'assureur.

Dans le cas où le besoin cible n'est toujours pas atteint, un dernier levier peut être utilisé pour atteindre le besoin cible. Ce levier est la réduction de la marge financière.

1. L'Actif correspond à l'ensemble des biens (incorporels, mobiliers, immobiliers) de l'entreprise et le Passif correspond à l'ensemble des dettes (vis-à-vis des actionnaires ou des membres fondateurs pour la partie des fonds propres et vis-à-vis des assurés pour la partie provisions).

Si malgré la réduction de la marge financière, le besoin cible n'est toujours pas atteint, ce sera la PB minimale qui sera servie à la place du taux cible.

Cas 2 : Le rendement de l'actif est suffisant pour servir un taux cible \geq PB minimum

Le montant de participation aux bénéfices est supérieur au besoin cible. Tous les taux cibles du produit sont déjà atteints. Par conséquent, l'assureur peut, soit servir entièrement le montant de la participation aux bénéfices, soit de distribuer une partie et de doter l'autre partie dans la PPB (aussi appelé PPE, provision pour participations aux excédents).

Afin de lisser les rendements des contrats et d'offrir une rémunération stable ou de faire face aux résultats d'une année difficile, l'assureur préfère distribuer une partie du montant de la PB et doter l'autre partie dans la PPE.

La dotation de PPE peut arriver, soit en utilisant les leviers (la baisse des taux servis, réduction de marge,...) pour atteindre les taux cibles, soit lors de la distribution de la production financière.

La provision pour participation aux bénéfices (PPB)

La PPB est une réserve permettant de lisser les variations de rendements sur plusieurs années en fonction de contraintes réglementaires, commerciales ou de stratégie de pilotage. Par exemple, les taux servis par la concurrence ou bien dans un environnement de taux très bas où les compagnies auront de plus en plus de difficulté à rémunérer leurs clients et verront leurs ratios de solvabilité se dégrader. Cette provision appartient aux assurés et doit être redistribuée sous 8 ans.

La PB réglementaire minimale est la part des richesses devant être obligatoirement reversée aux assurés. La PB contractuelle détermine, quant à elle, le montant défini de manière contractuelle. L'assureur est alors contraint de respecter les clauses contractuelles de revalorisation. En fonction des différentes contraintes, l'assureur fixera le taux de PB cible ou alors piochera dans la PPB et par la suite dégagera une marge.

Intégration de la PPB dans les fonds propres

La PPB a fait l'objet d'un arrêté le 24 décembre de 2019 venant modifier l'article 132-16 du code des assurances. Ce dernier prévoit que "dans des circonstances exceptionnelles, la provision pour participation aux bénéfices peut être reprise après autorisation de l'Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR)". Les textes envisagent, ainsi, un "emprunt" momentané de la PPB lorsque l'assureur se trouve en grande difficulté.

Pour y recourir, quatre conditions doivent être regroupées : se trouver en situation de perte, courir un risque d'insolvabilité, prouver le retour à une meilleure situation financière et s'engager à restituer cette provision sous huit ans aux assurés (avec l'ambiguïté du mécanisme des huit ans qui préexiste déjà pour une telle provision). Cependant, un problème pratique de taille se pose : les

critères envisagés ne précisent pas clairement de quelle manière transposer cette mesure dans un contexte normatif propre à Solvabilité 2. Cette mesure ouvre, de plus, la porte à une interprétation comptable critiquable¹.

Ainsi, la politique de PB est un mécanisme qui définit la manière dont la richesse est distribuée aux assurés par l'assureur. Elle agit comme outil de pilotage de la compagnie d'assurance. Les assureurs ayant généré une perte annuelle pourront reconnaître la PPB dans les fonds propres éligibles au calcul du ratio.

2.3.4 Un cashback sous forme de PB

Après avoir rappelé les notions importantes de la PB ainsi que son mécanisme, la manière dont le cashback est reversé sera à présent explicitée.

Le cashback est versé sous forme de PB. Si l'assuré n'a pas consommé pendant 4 ans, il recevra un bonus la 5^{ème} année, s'ajoutant à la PB associée à l'année en question. Le cashback est contractualisé comme étant un bonus versé sous forme de PB, dans la mesure du possible. Le montant n'étant pas précisé afin de ne pas augmenter les engagements de l'assureur en immobilisant les fonds propres associés. Par conséquent, le cashback ne sera pas puisé des primes mais sera financé par l'excédent de résultat financier. Dans le cas où la production financière est insuffisante pour couvrir un quelconque bonus, l'assuré ne percevra pas de cashback.

2.3.5 Mutualiser les risques : un avantage comptable

En assurance vie, le paiement de la prime sert d'avantage à réaliser un placement financier plutôt que de se couvrir et être dédommagé par la suite. Les assureurs ont donc recours à la mutualisation et regroupent différents groupes de contrats afin d'avoir un levier supplémentaire sur la gestion des contrats et les placements financiers de leurs assurés. Ils permettent aux assurés de participer à une assiette de produits financiers issus d'un actif non cantonné et diversifié et de partager les coûts. Cette diversification du risque et compensation entre groupe de contrats impactent les gains distribués aux assurés et le résultat réalisé par l'assureur. Les provisions étant comptabilisées uniquement si elles sont positives, plus l'agrégation se fera au global, plus le montant des provisions sera faible.

L'activité épargne génère du résultat financier tandis que le risque santé-prévoyance génère du résultat technique. Par mécanisme comptable, l'assureur peut reconnaître une partie des résultats obtenus en épargne (résultat sur lequel il souhaite atterrir) et ainsi doter à la PPB seulement le reste du résultat. En santé-prévoyance, ce n'est pas le cas, la marge dégagée donnera le résultat reconnu par l'assureur.

Mutualiser les risques permet d'avoir une stabilité dans les résultats et permet un lissage sur les

1. Tiré de l'article "Intégration de la PPB dans les fonds propres : une interprétation comptable critiquable" paru dans l'Argus de l'assurance en janvier 2020

impôts payés. Aussi, du fait de ne pas seulement avoir que de la santé prévoyance, cela permet à l'assureur de reconnaître moins de résultat que s'il y avait les deux activités (santé et prévoyance séparé) et ainsi de distribuer les montants minimum à reverser.

2.3.6 Benchmark de produits existants sur le marché

Il existe à ce jour un produit s'adressant aux TNS réunissant la santé, la prévoyance et la retraite. Il s'agit du Plan Professions libérales commercialisé par Générali.

En souscrivant à ce contrat, l'adhérent bénéficie du cadre fiscal avantageux de la loi Madelin pour la retraite. Suite à la loi Pacte, nous pouvons nous demander si ce produit est toujours commercialisé à l'heure d'aujourd'hui. Après avoir contacté un courtier en assurance, celui-ci a confirmé que ce produit était toujours commercialisé aujourd'hui et à tous types de TNS. Il y a toutefois eu des changements concernant la garantie retraite qui bénéficie du cadre d'un PER. D'après le courtier, il s'agit d'un produit assez demandé par les TNS, ce qui montre un certain intérêt de leur part pour un produit mutualisant les garanties.

Sixième partie

Conclusion

Dans le but d'améliorer la protection sociale des TNS, population ne cessant de croître au fil des années, ce mémoire vise à élaborer un nouveau produit afin de répondre à leurs attentes.

Une étude de tarification a lieu dans un premier temps afin de déterminer le montant des primes en santé et en prévoyance. Une base de données santé est mise à notre disposition comportant des données sur les assurées ainsi que sur leurs prestations. Ces dernières ne concernent que les soins hospitaliers. Les primes santé ont été déterminées à travers la méthode des GLM par l'approche *fréquence × coût*, après avoir modélisé la fréquence et le coût moyen pour chacun des actes hospitaliers. Le montant du cashback en santé a été déterminé de la même façon.

Concernant la prévoyance, un modèle de calcul a été construit étant donné l'absence de base de données, nous permettant d'obtenir le montant du cashback en prévoyance.

Ainsi, nous avons pu obtenir les montants, de manière statistique, des primes en absence et en présence de cashback dans le cas où le cashback est intégré dans les primes. Si l'assuré n'a pas consommé en santé et en prévoyance pendant quatre années, il sera éligible au cashback.

Dans un second temps, il a été question d'optimiser la satisfaction des assurés. Pour cela, nous avons supposé qu'il existait un lien entre le ratio sinistres sur primes S/P et la satisfaction du client afin d'analyser l'impact de la dégradation de points de S/P sur la satisfaction du client. Il a fallu déterminer tout d'abord la courbe $f(x)$ représentant la relation entre le niveau de l'assuré et le niveau de S/P suivant des critères spécifiques. Suite à cela, différentes simulations ont été effectuées dans le but d'observer si l'assureur maintenait ou non une rentabilité du contrat en acceptant de perdre quelques points de S/P . Concernant les contraintes des assureurs, nous nous sommes limités au ratio sinistres sur primes S/P mais cela dépend du pilotage de chaque assureur. Une première simulation est de fixer le paramètre $c2$ à 90%, comme étant la cible pour une satisfaction moyenne et de dégrader ainsi les S/P individuels inférieurs à 90% et en ayant une seule courbe de satisfaction pour tous les assurés. Cette simulation peut être améliorée en prenant plusieurs courbes de satisfaction en faisant varier le paramètre $c2$ en fonction de l'âge de l'assuré. Enfin, la seconde simulation comprend d'optimiser le portefeuille dans sa globalité en dégradant les ratios S/P uniquement là où la dérivée est maximale.

Dégrader le ratio S/P permet de fidéliser le client mais peut aussi mettre en perte l'assureur.

Enfin, en guise d'approfondissement de ce mémoire, il peut être intéressant d'intégrer le risque retraite au produit et ainsi analyser la rentabilité mutualisée avec les risques santé et prévoyance, ce qui permettrait ainsi aux TNS d'anticiper une meilleure retraite. Reverser le cashback sur le contrat épargne retraite permettrait de fidéliser d'avantage les assurés.

Septième partie

Annexe A : Théorie de la fréquence de consommation

Afin d'analyser la fréquence de consommation des actes hospitaliers, la théorie du modèle de fréquence sera présentée.

Théorie du modèle de fréquence

A l'aide de modèles linéaires généralisés (GLM), la fréquence de consommation sera modélisée. La théorie concernant les GLM ne sera pas approfondie ici, ne faisant pas partie de l'objet de notre mémoire. L'intérêt pour nous se trouvera dans l'interprétation des résultats.

Dans la modélisation des processus de comptage, ici de la fréquence de consommation, deux sortes de modèle sont couramment mis en œuvre en assurance ; le modèle de poisson et le modèle binomial négatif.¹

1 Le modèle de Poisson

Dans un modèle de Poisson, la probabilité pour qu'une variable aléatoire N prennent la valeur k est donnée par :

$$P(N = k) = \exp(-\lambda) \frac{\lambda^k}{k!}$$

où le paramètre λ désigne l'espérance de la variable N .

L'utilisation de cette loi suppose que l'espérance de la variable soit égale à sa variance. Cette hypothèse d'équidispersion (homogénéité du portefeuille par rapport au risque) est très restrictive. Dans la pratique, du fait d'une abondance de valeurs nulles et/ou de la présence de quelques valeurs extrêmes, la variance est souvent supérieure à la moyenne. Dans ce cas, on parle d'une sur-dispersion de la variable N .

Face à cette situation l'utilisation de ce modèle peut être remise en cause, par une sous-estimation des variances des paramètres du modèle. D'où l'utilisation d'un modèle de comptage alternatif, basé sur la loi binomiale négative. Celle-ci prend en compte cette sur-dispersion à travers un paramètre supplémentaire permettant d'ajuster la variance indépendamment de la moyenne et donc de capter l'hétérogénéité inobservée.

1. Articles GREENE (1996), WOOLDRIDGE (1997), CAMERON et TRIVEDI (1998), WINKILMANN (2000), YUA et Al. (2003), YANG et Al.(2007), VASECHKO et al. [13], Mémoire Callac.E (2019).

2 Le modèle binomiale négatif

Dans un modèle binomial négatif, on définit la probabilité pour que N prenne la valeur k par :

$$P(N = k) = \frac{\Gamma(k + \frac{1}{\alpha})}{k! \Gamma(\frac{1}{\alpha})} \left(\frac{1}{1 + \alpha\lambda}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{\lambda}{\frac{1}{\alpha} + \lambda}\right)^k$$

où α représente un paramètre mesurant le degré de sur-dispersion.

La loi Binomiale négative tend vers la loi de Poisson quand α tend vers zéro.

Le modèle de poisson est rejeté au profil du modèle binomial négatif, Si $\alpha > 0$.

La sur-dispersion peut être testée :

- soit par le ratio $D/(np)$, où D désigne la déviance, n le nombre d'observations et p le nombre de paramètres dans le modèle,
- soit par le ratio $\chi^2/(np)$, où χ^2 correspond à la statistique du chi-deux de Pearson.

Les données représentent une sur-dispersion si ces ratios sont supérieurs à 1 et une sous-dispersion si ces ratios sont inférieurs à 1.

3 Test d'adéquation : le test du χ^2

La loi ajustée à la distribution statistique d'un échantillon fait commettre une erreur d'adéquation du fait de sa représentation approximative de la population étudiée. Plusieurs lois peuvent être appliquées à une série et donner des résultats divergents. L'un des tests les plus en vigueur est celui de χ^2 , où χ^2 correspond à la statistique du chi-deux de Pearson. Ce test peut constituer un premier mode de sélection par comparaison de l'adéquation de ces lois.¹

La méthode consiste à construire un indice mesurant l'écart entre l'effectif constaté et l'effectif théorique :

$$d = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

Avec :

n : l'effectif global,

k : le nombre de classes,

n_i : l'effectif observé de la classe i ,

p_i : la probabilité pour une observation d'être dans la classe i ,

np_i : l'effectif théorique dans la classe i .

L'hypothèse testée est H_0 : " la distribution observée est conforme à la distribution théorique ".

La statistique de test est :

1. T GOULA BI TIE , BROU KONAN (2010)

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - np_i)^2}{np_i}$$

Sous l'hypothèse H0, la statistique de test D suit une loi χ_{k-r-1}^2 où r désigne le nombre de paramètres qui ont été estimés pour que la loi théorique soit entièrement déterminée.

Notons α la probabilité de rejeter H0 lorsque H0 est vraie : $\alpha = P(\chi_{k-r-1}^2 > h)$.

Avec h déterminé à partir de la loi du χ^2 .

Ainsi, si $h > d$, l'hypothèse H0 est acceptée.

4 Modèles de régression à inflation de zéro : ZIP et ZINB

Le modèle de régression de Poisson est souvent d'une utilité limitée quand les données de comptage présentent une dispersion excessive et/ou un nombre important de zéros. Comme vu précédemment, le premier problème peut être résolu en utilisant le modèle binomial négatif. Cependant, bien que ce modèle puisse capturer la sur-dispersion, il n'est pas suffisant pour modéliser les zéros en excès.

Les modèles de régression à inflation de zéros résolvent ce problème. En effet, ils prennent en compte la sur-dispersion ainsi que le pic de valeurs nulles.

Dans le cadre de nos données, une comparaison peut être faite pour l'acte concernant les forfaits journaliers hospitaliers. En effet, il y a un grand nombre de non consommateurs dû à la faible survenance de cet acte dont les besoins sont exceptionnels.

Afin de modéliser la régression zéro inflatée, deux modèles sont utilisés. Tout d'abord un modèle logit expliquant la probabilité que le nombre de sinistre prenne la valeur de zéro ou non. Ensuite, un modèle de comptage rendant compte des effectifs : Poisson (ZIP) ou Binomial négative (ZINB).

La fonction de densité du modèle ZIP est :

$$f(Y_i/X_i) = \begin{cases} p_i + (1 - p_i)e^{-\mu_i}, Y_i = 0 \\ (1 - p_i) \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{Y_i}}{Y_i!}, Y_i > 0 \end{cases}$$

Avec pour $i = 1, \dots, N$:

- $\log(\mu_i) = X_i\beta + \log(N_i)$

- $p_i = \frac{\lambda_i}{1+\lambda_i}$, où $\lambda_i = \exp(\gamma_0 + \sum_{j=1}^q \gamma_j z_{i,j})$

- $(1-p_i)$ est la probabilité que Y_i suive une loi de poisson de paramètre μ_i .

Où :

- γ_0 et les γ_j sont les coefficients estimés par maximum de vraisemblance,

- $z_{i,j}$ est la valeur prise par la modalité j de l'observation i,
- q est le nombre de modalités autres que la modalité de référence
- μ_i est l'estimation de la fréquence de consommation.

La moyenne et la variance de la variable aléatoire du modèle ZIP sont :

$$E(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i \text{ et } V(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i(1 + p_i\mu_i).$$

Le modèle ZINB se définit comme suit :

$$f(Y_i/X_i) = \begin{cases} p_i + (1 - p_i)\left(\frac{1}{1+\alpha\mu_i}\right)^{\pi^{-1}}, Y_i = 0 \\ (1 - p_i)\frac{\Gamma(\alpha^{-1}+Y_i)}{\Gamma(\alpha^{-1})(Y_i!)}\left(\frac{\alpha\mu_i}{1+\mu_i}\right)^{Y_i}, Y_i > 0 \end{cases}$$

Où α est le paramètre de sur-dispersion.

La moyenne et la variance de la variable aléatoire du modèle ZINB sont :

$$E(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i \text{ et } V(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i(1 + (\alpha + p_i)\mu_i).$$

Le modèle ZINB se réduit au modèle ZIP lorsque $\alpha \rightarrow 0$.

Test de Vuong

Le test de Vuong est utilisé pour la sélection de modèles, en particulier pour comparer deux modèles non emboîtés et notamment pour comparer un modèle avec inflation de zéro (ZIP ou ZINB) contre un modèle sans inflation de zéro (Poisson ou binomial négatif).

Soient f_1 la densité du modèle avec inflation de zéro et f_2 la densité du modèle sans inflation de zéro. On note m_i , le rapport de vraisemblance :

$$m_i = \log\left(\frac{f_1(y_i)}{f_2(y_i)}\right)$$

La statistique de Vuong, pour tester le modèle avec inflation de zéro, contre celui sans inflation de zéro, est :

$$V = \frac{\sqrt{n\bar{m}}}{s_m}$$

Avec :

$$- \bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i$$

$$- s_m^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2$$

- n : le nombre d'observations

On teste l'hypothèse $H_0 : E[m_i] = 0$ contre $H_1 : E[m_i] = 1$.

Etant donné que la statistique de Vuong tend asymptotiquement vers la loi normale standard, à partir de cela on peut déterminer en fonction de la valeur de V quel modèle privilégier :

- si la valeur de V est positive et supérieure au seuil déterminé, alors on préférera le modèle avec inflation de zéro,

- si la valeur de V est négative et inférieure à un seuil déterminé, le modèle sans inflation de zéro sera choisi,

- si $|V|$ est inférieure à la valeur associée au seuil de confiance choisi (ex : 1,96 pour un seuil de confiance à 95%), alors le test ne permettra pas de trancher.

Suite au test de Vuong, le modèle ZINB a été retenu dans le modèle.

Huitième partie

Annexe B : Théorie du coût moyen des sinistres

En pratique, pour modéliser le coût des sinistres en assurance on utilise souvent la loi gamma ou log-normale.

1 La loi log normale

La loi log normale est une loi qui permet la modélisation de données à peu près symétriques ou asymétriques vers la droite. Une variable aléatoire X suit une loi log normale lorsque son logarithme suit une loi normale. La densité de probabilité de cette loi s'écrit de la manière suivante :

$$f(x) = \frac{1}{x} \frac{1}{\beta\sqrt{\pi}} e^{-1/2(\frac{\ln(x)-\alpha}{\beta})^2}, \quad x > 0$$

Avec :

$-\alpha = E[\ln(X)]$, l'espérance de $\ln(X)$

$-\beta = \sigma_{\ln(X)}$, l'écart type de $\ln(X)$.

D'où les moments de la variable aléatoire X sont :

La moyenne :

$$\delta_x = E[X] = e^{(\delta_{\ln(X)} + \frac{\sigma_{\ln(X)}^2}{2})}$$

La variance est :

$$\sigma_x = V[X] = e^{(\delta_{\ln(X)} + \sigma_{\ln(X)}^2)} \left(\frac{e^{\frac{\sigma_{\ln(X)}^2}{2}} - 1}{\sigma_{\ln(X)}^2} \right)$$

2 La loi Gamma

Une variable aléatoire réelle de paramètres $\gamma > 0$ et $a > 0$, suit une loi de gamma si et seulement si sa densité de probabilité est donnée par la formule suivante :

$$f(x) = \frac{\gamma^a}{\Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\gamma x}, \quad x \geq 0$$

D'où les moments de la variable aléatoire réelle X sont :

La moyenne :

$$\Theta_x = E[X] = \frac{a}{\gamma}$$

La variance :

$$\sigma_x = V[X] = \frac{a}{\gamma^2}$$

Neuvième partie

Annexe C : Résultats des modèles associées aux chambres particulières

```
> summary(bin_mod1)

Call:
glm(formula = Freq_mod1 ~ AGE + SITUATION_MARITALE + SEXE + offset(EXPO),
     family = binomial(link = "logit"), data = data_freq1)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.4284 -0.3267 -0.2845 -0.2385  2.7287

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -2.83320    0.01654 -171.317 < 2e-16 ***
AGE55+             0.22278    0.02021  11.022 < 2e-16 ***
AGE50-55          -0.06326    0.02189  -2.890 0.00385 **
AGE45-50          -0.26302    0.02206 -11.922 < 2e-16 ***
AGE40-45          -0.37453    0.02252 -16.633 < 2e-16 ***
AGE35-40          -0.27136    0.02242 -12.103 < 2e-16 ***
AGE15-30          -0.30335    0.02142 -14.164 < 2e-16 ***
SITUATION_MARITALEdivorcé(e)  0.15711    0.02536   6.194 5.85e-10 ***
SITUATION_MARITALEmarié(e)   0.19724    0.01296  15.215 < 2e-16 ***
SEXEMasculin     -0.49066    0.01140 -43.056 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 272829  on 783612  degrees of freedom
Residual deviance: 269068  on 783603  degrees of freedom
AIC: 269088

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Figure C.1 - Coefficients associés au modèle binomial pour les chambres particulières

```

Call:
glm(formula = Freq_mod1 ~ AGE * SEXE + SITUATION_MARITALE + offset(EXPO),
     family = binomial(link = "logit"), data = data_freq1)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.4554 -0.3297 -0.2801 -0.2163  2.8560

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -2.45551    0.01831  -134.112 < 2e-16 ***
AGE55+           -0.50603    0.02781   -18.194 < 2e-16 ***
AGE50-55         -0.70056    0.03079   -22.753 < 2e-16 ***
AGE45-50         -0.83131    0.03078   -27.004 < 2e-16 ***
AGE40-45         -0.79568    0.03029   -26.269 < 2e-16 ***
AGE35-40         -0.46672    0.02823   -16.533 < 2e-16 ***
AGE15-30         -0.43228    0.02531   -17.079 < 2e-16 ***
SEXEMasculin    -1.48637    0.03419   -43.475 < 2e-16 ***
SITUATION_MARITALEdivorc  (e)  0.20552    0.02527    8.134 4.17e-16 ***
SITUATION_MARITALEmari  (e)  0.15430    0.01296   11.907 < 2e-16 ***
AGE55+:SEXEMasculin  1.63027    0.04283   38.064 < 2e-16 ***
AGE50-55:SEXEMasculin  1.48597    0.04635   32.062 < 2e-16 ***
AGE45-50:SEXEMasculin  1.37014    0.04682   29.262 < 2e-16 ***
AGE40-45:SEXEMasculin  1.11559    0.04759   23.441 < 2e-16 ***
AGE35-40:SEXEMasculin  0.64311    0.04794   13.416 < 2e-16 ***
AGE15-30:SEXEMasculin  0.31297    0.04787    6.538 6.24e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 272829  on 783612  degrees of freedom
Residual deviance: 266521  on 783597  degrees of freedom
AIC: 266553

Number of Fisher Scoring iterations: 6

```

Figure C.2 - Coefficients associés au modèle binomial avec la variable d'interaction entre l'  ge et le sexe pour les chambres particulières

```

Call:
glm(formula = COUT_MOYEN_LOG ~ AGE_cout * SEXE + SITUATION_MARITALE_cout +
     offset(EXPO), family = Gamma(link = "identity"), data = data_complet1)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.98226 -0.20630 -0.00287  0.12763  0.82313

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      5.471695   0.022955 238.370 < 2e-16 ***
AGE_cout55+     -0.178890   0.034246  -5.224 1.77e-07 ***
AGE_cout50-55  -0.296181   0.037389  -7.922 2.42e-15 ***
AGE_cout45-50  -0.298341   0.037588  -7.937 2.13e-15 ***
AGE_cout40-45  -0.301439   0.036901  -8.169 3.22e-16 ***
AGE_cout35-40  -0.112706   0.035083  -3.213  0.00132 **
AGE_cout15-30  -0.071884   0.031523  -2.280  0.02259 *
SEXEMasculin   -0.460192   0.041154 -11.182 < 2e-16 ***
SITUATION_MARITALE_coutdivorc  (e)  0.094272   0.031261   3.016  0.00257 **
SITUATION_MARITALE_coutmari  (e) -0.114188   0.015404  -7.413 1.26e-13 ***
AGE_cout55+:SEXEMasculin  0.479623   0.051894   9.242 < 2e-16 ***
AGE_cout50-55:SEXEMasculin  0.433582   0.055717   7.782 7.35e-15 ***
AGE_cout45-50:SEXEMasculin  0.398822   0.056312   7.082 1.45e-12 ***
AGE_cout40-45:SEXEMasculin  0.376255   0.057204   6.577 4.86e-11 ***
AGE_cout35-40:SEXEMasculin  0.162734   0.057943   2.809  0.00498 **
AGE_cout15-30:SEXEMasculin  0.007465   0.057517   0.130  0.89674
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.0575393)

Null deviance: 1887.4 on 32854 degrees of freedom
Residual deviance: 1857.2 on 32839 degrees of freedom
AIC: 105609

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Figure C.3 - Coefficients associés au modèle log gamma modélisant le c  t des chambres particulières

Dixième partie

Annexe D : Résultats des modèles associées au forfait journalier hospitalier

```
Call:
zeroinfl(formula = Freq_mod2 ~ AGE * SEXE + SITUATION_MARITALE + offset(EXPO), data = data_freq2,
  dist = "negbin", link = "logit")

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.1896 -0.1443 -0.1265 -0.1130 207.3729

Count model coefficients (negbin with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.138692   0.046308  24.590 < 2e-16 ***
AGE55+         0.847110   0.053035  15.973 < 2e-16 ***
AGE50-55       0.554915   0.056176   9.878 < 2e-16 ***
AGE45-50       0.520428   0.056504   9.210 < 2e-16 ***
AGE40-45       0.299478   0.057099   5.245 1.56e-07 ***
AGE35-40       0.077183   0.059086   1.306 0.191460
AGE15-30      -0.217025   0.058180  -3.730 0.000191 ***
SEXEMasculin   0.135882   0.056830   2.391 0.016801 *
SITUATION_MARITALEdivorcé(e) 0.025299   0.036956   0.685 0.493625
SITUATION_MARITALEmarié(e) -0.300120   0.020055 -14.965 < 2e-16 ***
AGE55+:SEXEMasculin 0.010030   0.068443   0.147 0.883491
AGE50-55:SEXEMasculin 0.065851   0.072929   0.903 0.366554
AGE45-50:SEXEMasculin -0.110561   0.073379  -1.507 0.131883
AGE40-45:SEXEMasculin -0.008012   0.075175  -0.107 0.915123
AGE35-40:SEXEMasculin 0.185992   0.078376   2.373 0.017640 *
AGE15-30:SEXEMasculin 0.030033   0.077782   0.386 0.699407
Log(theta)    -1.505760   0.028703 -52.461 < 2e-16 ***

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    2.315803   0.035621  65.012 < 2e-16 ***
AGE55+        -0.479741   0.036342 -13.201 < 2e-16 ***
AGE50-55      -0.312157   0.038788  -8.048 8.43e-16 ***
AGE45-50      -0.172838   0.038639  -4.473 7.71e-06 ***
AGE40-45      -0.124384   0.039324  -3.163 0.00156 **
AGE35-40      -0.074073   0.040977  -1.808 0.07066 .
AGE15-30      0.265624   0.040266   6.597 4.20e-11 ***
SEXEMasculin  0.214442   0.038878   5.516 3.47e-08 ***
SITUATION_MARITALEdivorcé(e) -0.182201   0.025008  -7.286 3.20e-13 ***
SITUATION_MARITALEmarié(e)  0.006037   0.013544   0.446 0.65578
AGE55+:SEXEMasculin -0.450741   0.046708  -9.650 < 2e-16 ***
AGE50-55:SEXEMasculin -0.310473   0.049821  -6.232 4.61e-10 ***
AGE45-50:SEXEMasculin -0.252118   0.049958  -5.047 4.50e-07 ***
AGE40-45:SEXEMasculin -0.096285   0.051259  -1.878 0.06033 .
AGE35-40:SEXEMasculin -0.008128   0.053549  -0.152 0.87936
AGE15-30:SEXEMasculin -0.263899   0.053337  -4.948 7.51e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta = 0.2218
Number of iterations in BFGS optimization: 42
Log-likelihood: -2.73e+05 on 33 Df
```

Figure D.1 - Coefficients associés au modèle zinb modélisant la variable nombre de jours pour l'acte forfait journalier hospitalier

```

Call:
glm(formula = result_mod2_LOG ~ AGE + offset(EXPO), family = Gamma(link = identity),
     data = (data_freq2))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.055385 -0.008493 -0.000179  0.007136  0.055531

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.3048867  0.0001042 22117.9 <2e-16 ***
AGE55+       0.2699153  0.0001503  1795.3 <2e-16 ***
AGE50-55     0.1566560  0.0001532  1022.5 <2e-16 ***
AGE45-50     0.0971644  0.0001463   664.2 <2e-16 ***
AGE40-45     0.0511178  0.0001447   353.3 <2e-16 ***
AGE35-40     0.0271973  0.0001472   184.8 <2e-16 ***
AGE15-30    -0.0227537  0.0001375  -165.5 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.0002051697)

Null deviance: 1400.73 on 783612 degrees of freedom
Residual deviance: 160.36 on 783606 degrees of freedom
AIC: -3063367

Number of Fisher Scoring iterations: 3

```

Figure D.2 - Coefficients associés au modèle log gamma des tarifs pour l'acte forfait journalier hospitalier

Onzième partie

Annexe E : Résultats des modèles associées au frais de séjour hospitalier

```
Call:
glm(formula = Freq_mod3 ~ AGE + SEXE + SITUATION_MARITALE + offset(EXPO),
     family = binomial(link = "probit"), data = data_freq3)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.4288 -0.3601 -0.3513 -0.3371  2.4495

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -1.612096   0.007114  -226.623 < 2e-16 ***
AGE55+            0.058181   0.008850    6.574 4.89e-11 ***
AGE50-55          0.033984   0.009126    3.724 0.000196 ***
AGE45-50          0.018918   0.008823    2.144 0.032023 *
AGE40-45          0.009447   0.008761    1.078 0.280912
AGE35-40         -0.003479   0.008921   -0.390 0.696585
AGE15-30         -0.026938   0.008518   -3.162 0.001565 **
SEXEMasculin      0.053329   0.004694   11.361 < 2e-16 ***
SITUATION_MARITALEdivorcé(e) 0.075354   0.010518    7.164 7.81e-13 ***
SITUATION_MARITALEmarié(e) -0.007922   0.005151   -1.538 0.124074
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 355825 on 783612 degrees of freedom
Residual deviance: 355481 on 783603 degrees of freedom
AIC: 355501

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Figure E.1 - Coefficients associés au modèle binomial modélisant la fréquence de consommation des frais de séjour hospitalier

```

Call:
glm(formula = COUT_MOYEN_LOG ~ AGE_cout + SEXE + SITUATION_MARITALE_cout +
     offset(EXPO), family = Gamma(link = "identity"), data = data_complet2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.7790  -0.4372  -0.1321   0.3021   0.9333

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      5.28024    0.02969 177.864 < 2e-16 ***
AGE_cout55+      0.54774    0.03775  14.508 < 2e-16 ***
AGE_cout50-55    0.42156    0.03879  10.867 < 2e-16 ***
AGE_cout45-50    0.31087    0.03729   8.336 < 2e-16 ***
AGE_cout40-45    0.21019    0.03669   5.728 1.02e-08 ***
AGE_cout35-40    0.10429    0.03715   2.807 0.00500 **
AGE_cout15-30   -0.13447    0.03497  -3.846 0.00012 ***
SEXEMasculin    -0.20919    0.02031 -10.298 < 2e-16 ***
SITUATION_MARITALE_coutdivorc  (e) 0.11203    0.04570   2.452 0.01422 *
SITUATION_MARITALE_coutmari  (e) -0.04220    0.02201  -1.918 0.05517 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.1506226)

Null deviance: 7159.5 on 46941 degrees of freedom
Residual deviance: 7066.4 on 46932 degrees of freedom
AIC: 196038

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Figure E.2 - Coefficients associés au modèle log gamma modélisant le c  t des frais réels en séjour hospitalier

Douzième partie

Annexe F : Taux d'entrée en incidence (incapacité)

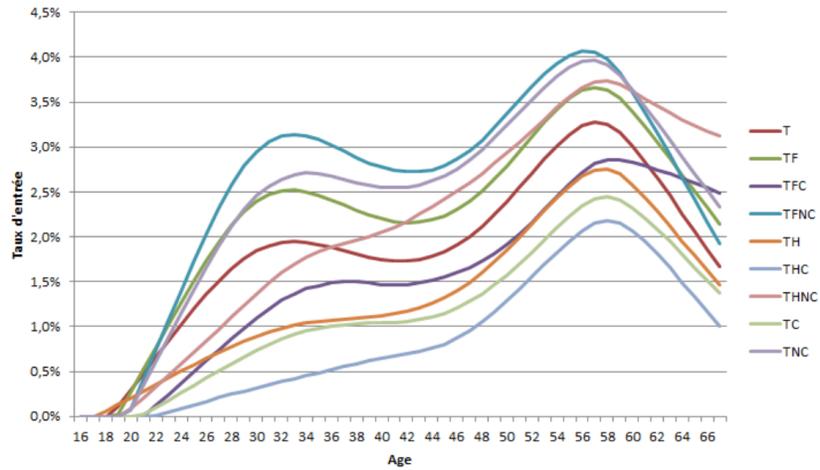


Figure F.1 - Courbe des taux d'entrée en incapacité issu du mémoire "Elaboration d'une loi d'entrée en arrêt de travail et étude de l'impact de l'hétérogénéité sur le coefficient de sécurité", 2015, C. Vestri

Treizième partie

Annexe G : Tableaux récapitulatifs des taux de remboursement en santé

Taux de remboursement des honoraires de médecin et auxiliaires médicaux pris en charge par l'Assurance Maladie			
Professionnel de santé	Exemple de consultation	Prise en charge	Taux de remboursement
Praticiens : médecins, chirurgiens- dentistes, sages- femmes	Consultation d'un médecin généraliste à 25 €	L'Assurance Maladie prend en charge 17,5 €, soit 70 % remboursés. Une participation forfaitaire de 1 € est également retenue et restera à votre charge car la mutuelle ne peut pas la rembourser. La somme de 6,5 € restante peut être prise en charge par votre mutuelle (ou complémentaire santé).	70 %
Auxiliaires médicaux : infirmières, masseurs- kinésithérapeutes, orthophonistes, orthoptistes, pédicures- podologues	Consultation d'un masseur- kinésithérapeute pour une série de séances prescrites par votre médecin. Ses honoraires sont de 16,13 € la séance.	L'Assurance Maladie prend en charge 9,68 €, soit 60 % remboursés. Une franchise médicale de 50 centimes est également retenue et restera donc à votre charge car la mutuelle ne peut pas la rembourser. La somme de 5,95 € restante peut être prise en charge par votre mutuelle (ou complémentaire santé).	60 %

Figure G.1 - Les honoraires de médecins et auxiliaires médicaux¹

Taux de remboursement des analyses et examens de laboratoire par l'Assurance Maladie	
Actes en laboratoire	Taux de remboursement
Actes cotés B (actes de biologie)	60 %
Actes cotés P (actes d'anatomie et de cytologie pathologiques)	70 %
Prélèvements effectués par les médecins, chirurgiens-dentistes, sages-femmes	70 %
Prélèvements effectués par les directeurs de laboratoire non médecins, les auxiliaires médicaux, les auxiliaires de laboratoire non infirmiers	60 %
Frais d'analyse et d'examen de laboratoire relatifs au dépistage sérologique du VIH et de l'hépatite C	100 %

Figure G.2 - Analyses et examens de laboratoire

Taux de remboursement des médicaments par l'Assurance Maladie	
Médicaments	Taux de remboursement
Médicaments reconnus comme irremplaçables et particulièrement coûteux	100 %
Médicaments à service médical rendu majeur ou important	65 %
Médicaments à service médical rendu modéré	30 %
Préparations magistrales (PMR)	65 %
Préparations magistrales à base de spécialités déconditionnées ayant un taux de prise en charge à 30 % (PMA) (Préparation médicamenteuse effectuée par le pharmacien quand le médicament n'est pas produit par l'industrie.)	30 %

Figure G.3 - Les médicaments

Taux de remboursement des frais d'optique, appareillage et prothèses par l'Assurance Maladie	
Optique / Appareillage / Prothèse	Taux de remboursement
Optique	60 %
Prothèses auditives	60 %
Pansements, accessoires, petit appareillage	60 %
Orthopédie	60 %
Grand appareillage (prothèses oculaires et faciales, ortho-prothèses, véhicules pour handicapé physique)	100 %
Produits d'origine humaine (sang, lait, sperme)	100 %

Figure G.4 - Autres frais médicaux : optique, appareillages, prothèses

Taux de remboursement des frais d'hospitalisation par l'Assurance Maladie	
Frais d'hospitalisation	Taux de remboursement
Hospitalisation (à l'hôpital ou en clinique privée conventionnée)	80 %
Frais d'hospitalisation	80 %
Transfert d'un établissement hospitalier vers un autre établissement hospitalier, sauf maison de retraite ou de convalescence	65 %

Figure G.5 - Hospitalisation

Taux de remboursement des cures thermales par l'Assurance Maladie	
Cure thermale	Taux de remboursement
Honoraires médicaux (forfait de surveillance médicale, pratiques médicales complémentaires)	70 %
Frais d'hydrothérapie	65 %
Frais d'hébergement, frais de transport	65 %
Cure thermale avec hospitalisation	80 %

Figure G.6 - Cure thermale

Références

- DIALLO, A. (2018). « Inférence statistique dans des modèles de comptage à inflation de zéro. Applications en économie de la santé ».
- A.BUZYIN (2020). « Réforme du régime social des indépendants - 10 janvier 2020 ».
- APICIL (2021). « Les IJ des professions libérales : une réforme bienvenue, mais une protection qui demeure insuffisante ».
- BALLESTAR (2016). « Consumer behavior on cashback websites : Network strategies. ».
- BI TIE A.GOULA, I.SAVANE, B.KONAN, V.FADIKA ET G.KOUADIO (2006). « Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de n'zo et n'zi en côte d'ivoire ».
- CNAPVL, LA RETRAITE DES PROFESSIONS LIBÉRALES (2021). « Arrêts maladie : les professionnels libéraux indemnisés ».
- C.PLATIAU (2017). « François hurel : "pour une réelle équité entre tous les actifs" ».
- C.VESTRI (2015). « Elaboration d'une loi d'entrée en arrêt de travail et étude de l'impact de l'hétérogénéité sur le coefficient de sécurité ».
- D.LAMBERT (1992). « Zero-inflated poisson regression, with an application to defects in manufacturing ».
- E.CALLAC (2019). « Application de la réforme 100 % santé sur un portefeuille assureur et étude de l'impact sur sa sinistralité, son résultat technique et sa solvabilité ».
- EDICOM (2020). « Moins d'1 indépendant sur 2 protégé par un contrat de prévoyance ».
- G.PERRIN (2019). « Indépendants : toujours plus d'acteurs sur les rangs ».
- GUEDON, LOISEAU (2011). « Modélisation de la sinistralité des contrats temporaire décès de MAAF assurances ».
- HAUT CONSEIL DU FINANCEMENT DE LA PROTECTION SOCIALE (2020). « Rapport sur la protection sociale des travailleurs indépendants ».
- H.CIVEL (2015). « Modélisation du comportement client en assurance des emprunteurs sur le rachat anticipé de crédit ».
- HERBER, SCHIPPER, KOOPMANSCHAP, PROPER, POLER, UITERS, BOSHUIZEN, VAN DER LUCHT (2020). « Health expenditure of employees versus self-employed individuals; a 5 year study ».
- INSTITUT POUR L'ÉDUCATION FINANCIÈRE DU PUBLIC (IEFP) (2023). « Sortie en capital : impôt sur le revenu ».
- LA MUTUELLE GÉNÉRALE (2020). « Qui sont les travailleurs indépendants? ».
- LEGALIFE (2016). « L'essentiel à savoir sur le statut de travailleur non-salarié (TNS) ».
- LEGIFISCAL, FISCALITÉ DE L'ENTREPRISE ET DU PATRIMOINE (2022). « Déduction des contrats madelin retraite ».
- LEGIFRANCE (2019). « Décret n° 2018-174 du 9 mars 2018 relatif à la mise en œuvre de la réforme de la protection sociale des travailleurs indépendants prévue par l'article 15 de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2018 ».

- LEGIFRANCE (2021). « Décret n° 2020-621 du 22 mai 2020 procédant au regroupement et à la mise en cohérence des dispositions du code de la sécurité sociale applicables aux travailleurs indépendants ».
- LEGIFRANCE (2023). « Code de la sécurité sociale ».
- N. ARORA, T.HENDERSON (2007). « Embedded premium promotion : Why it works and how to make it more effective ».
- N.DIOP (2020). « Tarification des risques agricoles au sénégal ».
- N.PEROT (2021). « Le PER : la solution retraite idéale pour les indépendants ». Yomoni.
- OLGA A. VASECHKO, M.GRUN-REHOMME (2010). « L'impact de la sinistralité passée sur la sinistralité future : Approche empirique en assurance automobile ».
- SERVICE PUBLIC DE LA DIFFUSION DU DROIT (2022). « Arrêt maladie : indemnités journalières versées au salarié ». République française, site officiel de l'administration française.
- S.PIEDALUE, T.LESAGE (2016). « Equilibre entre rémunération de l'actionnaire et eev d'un portefeuille d'epargne individuelle ».
- T.CLERMONT (2020). « Le statut de travailleur non salarié (TNS) en détail ».
- VANA, LAMBRECHT, BERTINI (2018). « Cashback is cash forward : Delaying a discount to entice future spending. ».
- WIKICREA (2022). « Activité non salariée, travailleur non salarié : définitions ».