

Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine
pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le

Par : Antoine Fontanille

Titre : Financement d'actes de prévention et de nouvelles garanties pour un contrat d'assurance dépendance.

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

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

*Membres présents du jury de l'Institut
des Actuaires:*

Entreprise :
Nom: Swiss Re
Signature :

*Membres présents du Jury du Certificat
d'Actuaire de Paris-Dauphine:*

Directeur de Mémoire en entreprise :
Nom: Alexandre Challal
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)*

Secrétariat :

Signature du responsable entreprise

Bibliothèque :

Signature du candidat

Résumé

La dépendance est une situation qui touche de plus en plus de français étant donné l'augmentation de l'espérance de vie. En effet, l'espérance de vie après 65 ans ne fait qu'augmenter d'année en année. L'INSEE a indiqué dans un rapport que la population des dépendants pourrait doubler dans les 30 prochaines années. Des rapports demandés par le gouvernement ont montré le danger de la forte augmentation de la dépendance et de son impact humain et financier. Ces rapports ont souligné l'importance de la prévention pour réduire le nombre de dépendants. Ces actes de prévention pourraient être organisés par les pouvoirs publics mais aussi par les compagnies d'assurance. En effet, nous verrons dans ce mémoire comment une compagnie d'assurance pourrait financer des actes de prévention dans un contrat d'assurance.

Dans un premier temps, nous sélectionnons des actes de prévention qui permettent de prévenir les pathologies suivantes qui sont la démence et les maladies cardiovasculaires. Ces pathologies représentent plus des trois quarts des causes d'entrée en dépendance. En outre, des actes de prévention basés sur les pathologies liées à la démence et aux maladies cardiovasculaires permettent de diminuer selon une étude allemande le nombre de sinistres et ainsi de baisser le montant total des sinistres attendus. Ces actes de prévention ont un coût. Pour financer ces actes de prévention nous observerons plusieurs types de financement. Nous étudierons un financement direct par l'augmentation des primes et un financement indirect par un changement contractuel des contrats d'assurance dépendance. Le changement contractuel est l'augmentation de la période de franchise. En effet, en augmentant la période de franchise, non seulement le nombre de sinistres diminue mais aussi le nombre de rentes versées.

Puis, dans le mémoire nous étudions l'impact de l'augmentation de la franchise sur la mortalité des dépendants et sur l'incidence. Cette augmentation de franchise permet donc de pouvoir financer les actes de prévention mais aussi d'avoir un résultat d'activité de meilleure qualité. Nous avons aussi regardé comment le résultat d'activité varie selon les impacts sur les paramètres biométriques. Nous observons qu'une diminution de l'incidence est positif pour le résultat d'activité alors qu'une augmentation de l'espérance de vie a un effet négatif sur le résultat d'activité. Il apparaît donc que les actes de prévention doivent surtout impacter la dépendance et non l'espérance de vie des assurés ce qui est compliqué car ces paramètres sont fortement corrélés.

Enfin, nous exposons comment financer des nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance. Ces nouvelles garanties sont un capital lors de l'entrée en dépendance et des services annuels proposés par la compagnie d'assurance avec une augmentation de la franchise de 3 mois. Nous observons que ces garanties peuvent être proposées sans augmenter la prime de l'assuré et sans changer fortement le résultat d'activité de la compagnie d'assurance.

Mots-clés : dépendance, prévention, financement franchise garanties.

Abstract

Dependency is a situation that affects more and more French people as life expectancy increases. Indeed, life expectancy after the age of 65 is only increasing year after year. The INSEE has indicated in a report that the population of addicts could double in the next 30 years. Reports requested by the government have shown the danger of the sharp increase in dependency and its human and financial impact. These reports emphasized the importance of prevention to reduce the number of addicts. These acts of prevention could be organized by public authorities but also by insurance companies. Indeed, we will see in this brief how an insurance company could finance acts of prevention in an insurance contract.

In a first step, we select preventive acts that allow us to prevent the following pathologies which are dementia and cardiovascular diseases. These pathologies represent more than three quarters of the causes of addiction. In addition, prevention measures based on dementia and cardiovascular diseases can, according to a German study, reduce the number of claims and thus lower the total amount of expected claims. These preventive measures have a cost. To finance these acts of prevention we will observe several types of financing. We will study a direct financing by increasing premiums and an indirect financing by a contractual change of the LTC insurance contracts. The contractual change is the increase of the deductible period. Indeed, by increasing the deductible period, not only does the number of claims decrease but also the number of annuities paid.

Then, in the brief we study the impact of the increase in the deductible on the mortality of the dependent and on the incidence. This increase in the deductible therefore makes it possible to finance preventive actions but also to have a better quality result of activity. We have also looked at how the result of activity varies according to the impact on biometric parameters. We observe that a decrease in the incidence is positive for the result of activity while an increase in life expectancy has a negative effect on the result of activity. It therefore appears that preventive actions should mainly impact dependency and not the life expectancy of the insured, which is complicated because these parameters are highly correlated.

Finally, we explain how to finance new guarantees in a long-term care insurance contract. These new guarantees are a capital at the time of the entry in dependency and annual services proposed by the insurance company with an increase of the deductible of 3 months. We observe that these guarantees can be proposed without increasing the premium of the insured and without strongly changing the activity result of the insurance company.

Keywords : long term care insurance, prevention, funding, defered period , guarantees.

Note de Synthèse

La dépendance est une situation qui touche de plus en plus de français étant donné l'augmentation de l'espérance de vie. En effet, l'espérance de vie après 65 ans ne fait qu'augmenter d'année en année. L'INSEE indique dans un rapport que la population des dépendants pourrait doubler dans les 30 prochaines années. Des rapports demandés par le gouvernement montrent le danger de la forte augmentation de la dépendance et de son impact humain et financier. Les pouvoirs publics aident les dépendants avec une aide financière nommée l'APA : l'Allocation Personnalisée d'Autonomie. Cette aide permet aux personnes classées de GIR1 à GIR4 de la grille AGGIR de payer les frais liés à la dépendance. Pour autant, le reste à charge reste élevé notamment pour les personnes classées GIR1 et il s'avère de plus en plus pertinent de souscrire à des contrats d'assurance dépendance. Les assureurs vont, donc, aussi faire face à l'augmentation du nombre de dépendants notamment chez les gens âgés de plus de 85 ans. Le rapport LIBAULT (2019) dirigé par Dominique Libault paru en 2019 et le rapport VACHEY et al. (2020) dirigé par Laurent Vachey paru en 2020 soulignent l'importance de la prévention pour réduire le risque de l'augmentation du nombre de dépendants. Il existe plusieurs types de prévention : la prévention primaire, la prévention secondaire et la prévention tertiaire. Les rapports soulignent aussi qu'il faut favoriser le maintien à domicile le plus longtemps possible des personnes en dépendance. En effet, le coût financier est moins important que lorsqu'elles sont accueillies dans des centres médicalisés. C'est pourquoi, il faut développer des garanties pour aider les aidants ou aménager les domiciles.

Nous étudierons dans ce mémoire différentes solutions pour financer des actes de prévention ou des nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance. Nous envisagerons l'augmentation de la franchise ou du délai de carence en veillant à éviter d'augmenter fortement les primes des assurés. Nous observerons, donc, l'impact d'une augmentation de franchise et du délai de carence sur la sinistralité et le résultat d'activité. Pour étudier la dépendance dans un contrat d'assurance dépendance, nous sélectionnons un modèle à trois états distincts. L'assuré est, donc, soit autonome, soit décédé, soit en état de dépendance. Nous avons, donc, le modèle suivant.

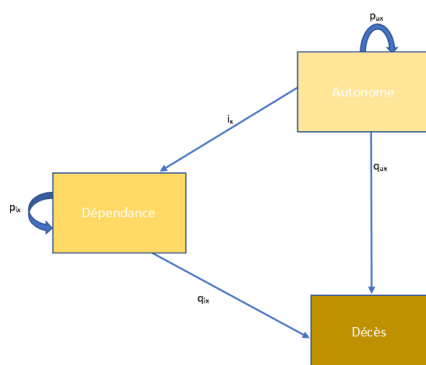


FIGURE 1: Modélisation de la dépendance

Fonctionnement d'un contrat dépendance

Le principe du contrat dépendance est que lorsque l'assuré devient dépendant et reste en vie jusqu'à la fin de la période de franchise la compagnie d'assurance lui verse une rente viagère. La compagnie peut dans un cas ne pas lui verser de rente lorsque l'assuré tombe en dépendance durant le délai de carence mais l'assureur devra rembourser les primes que l'assuré lui a versées. L'âge moyen d'entrée en dépendance est de 81,5 ans. La probabilité de devenir dépendants augmente de manière exponentielle après les 81 ans. L'espérance de vie en dépendance est très faible. Une personne dépendante a pour durée de survie moyenne 2,5 ans. Il arrive souvent que les dépendants décèdent juste après la fin de la période de franchise.

Sélection des données

Dans un premier temps, nous sélectionnons les produits pour étudier l'impact d'une augmentation de franchise et d'une augmentation du délai de carence. Nous prenons des produits qui ont plus de 3000 souscriptions, ainsi qu'un nombre important de sinistres et des informations sur la cause d'entrée en dépendance. Nous sélectionnons 3 produits de 2 portefeuilles différents. Nous nous retrouvons avec un total de 56 322 individus et 2121 sinistres. Pour l'étude des actes de prévention, nous sélectionnons un produit récent qui vient d'être fermé à la souscription. Il comporte 27148 souscriptions. Nous regardons si les populations des produits sont différentes et il apparaît que les populations des deux portefeuilles sont proches pour le profil des assurés et des sinistres.

Impact changement contractuel

Nous étudions l'impact d'une augmentation de franchise ou du délai de carence sur le taux d'incidence dépendance et sur le taux de mortalité des dépendants. Dans un premier temps, nous travaillons sur l'augmentation de la période de franchise. Nous regardons, le pourcentage de diminution des taux d'incidence annuels par tranche d'âge causés par une augmentation de franchise d'1 mois, 3 mois et 6 mois. Nous avons les résultats suivants.

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
70-74	-10%	-17%	-30%
75-79	-6%	-13%	-20%
80-84	-7%	-13%	-24%
85-89	-4%	-10%	-17%
90-94	-7%	-15%	-22%

TABLE 1: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance

Nous avons les résultats suivants sur la diminution en pourcentage des taux de mortalité annuelle de la première année de dépendance. Nous ne regardons l'impact que sur la première année de mortalité car la franchise réduit le nombre de dépendants qui sont morts durant leur première année de dépendance.

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
75-79	-7%	-14%	-23%
80-84	-5%	-7%	-10%
85-89	-2%	-7%	-15%
90-94	-4%	-9%	-17%

TABLE 2: Impact des augmentations de franchise sur la première année de mortalité des dépendants

Pour le délai de carence nous effectuons une augmentation d' 1 an et une augmentation de 2 ans. Nous effectuons la même étude pour le délai de carence, mais, elle n'est pas concluante pour la mortalité des dépendants. Nous n'avons un résultat que sur le pourcentage de diminution des taux d'incidence annuels.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	-10%	-24%
65-69	-6%	-14%
70-74	-5%	-11%
75-80	-1%	-5%

TABLE 3: Impact des augmentations du délai de carence sur les taux d'incidence dépendance

Nous sélectionnons comme changement contractuel une augmentation de franchise de 3 mois. En effet, elle permet de réduire significativement le nombre de dépendants mais aussi d'impacter le résultat d'activité. En effet une augmentation de la franchise permet de diminuer le nombre de dépendants mais aussi le nombre de rentes accordées à l'assuré et ainsi de diminuer le coût des sinistres. Les coûts des sinistres diminuent d'environ 9% et permettent ainsi de financer de nouvelles garanties ou des actes de prévention.

Actes de prévention

Les actes de prévention pour retarder efficacement l'entrée en dépendance doivent impacter les principales causes d'entrée en dépendance. Selon les données des cédantes, les principales causes de la dépendance pour l'assurance sont les maladies neurodégénératives et les maladies cardiovasculaires. Nous sélectionnons, donc, des actes de prévention afin d'impacter et de dépister ces pathologies. Le rôle de la compagnie d'assurance est d'accompagner l'assuré pour accomplir ces actes de prévention qui sont sélectionnés par l'assureur. Nous proposons, par exemple, que la compagnie d'assurance puisse financer des prises de sang ou des électrocardiogrammes. Nous posons comme hypothèse que, dès que les actes de prévention sont proposés, nous avons une diminution de 10% de l'incidence et de 7% de la mortalité des autonomes. Nous sélectionnons cette hypothèse car selon une étude allemande effectuée dans les années 2000, les actes de prévention centrés sur la démence et les maladies cardiovasculaires peuvent diminuer de 10% l'incidence dépendance et de 7% la mortalité des gens autonomes. Nous étudions, donc, le coût total de ces actes de prévention et leur impact sur le montant total des sinistres attendus. Nous choisissons d'étudier quel serait ce coût en variant l'âge minimum du début de ces actes et en y consacrant un montant annuel de 50 euros à travers le produit B2 qui comporte 37 248 souscriptions.

âge minimum de l'acte annuel de prévention	coût total des actes de prévention	Montant des sinistres attendus
45	15 814 164 €	110 902 191 €
50	15 371 399 €	110 900 165 €
55	14 187 292 €	110 897 045 €
60	12 751 138 €	110 885 646 €
65	11 053 879 €	110 856 126 €
70	9 573 271 €	110 865 357 €
75	8 112 266 €	111 030 851 €

TABLE 4: Coûts des actes de prévention selon l'âge minimum de l'acte annuel de prévention

Nous sélectionnons un âge de 70 ans minimum pour commencer les actes annuels de prévention. Nous sélectionnons cet âge en fonction des conseils donnés par les médecins et de l'impact de l'âge sur le coût total des actes de prévention et sur le montant des sinistres attendus.

Pour des actes de prévention commençant à 70 ans, nous avons un coût total de 9 573 271 euros et une diminution des sinistres de 4 265 001 euros. Ensuite, nous regardons les différentes manières de financer ces actes de prévention car ils représentent un réel coût pour l'assureur. Nous étudions deux méthodes de financement :

- Un financement direct par une augmentation de la prime
- Un financement indirect par une augmentation de la franchise

Dans un premier temps, nous regardons le financement des actes uniquement par une augmentation de la prime des assurés. Nous décidons de comparer la prime sans actes de prévention et la prime avec actes de prévention calculée en prenant en compte les impacts sur les paramètres biométriques et en ajoutant le coût des actes de prévention.

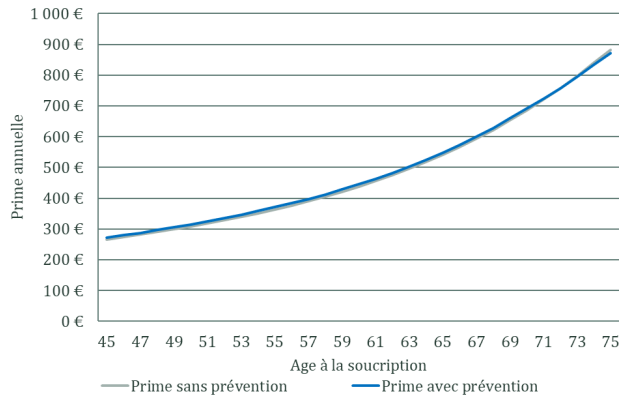


FIGURE 2: Prime annuelle sans prévention et Prime annuelle avec prévention

Nous pouvons observer que les primes sont équivalentes. L'écart moyen entre ces deux primes est d'environ 2%. L'assuré peut, donc, pour une prime équivalente recevoir des actes de prévention. Pour autant le résultat d'activité avec prévention est inférieur de 400 000 euros par rapport à celui sans actes de prévention. Par conséquent, il apparaît que même si nous avons des primes équivalentes nous avons une perte au niveau du résultat d'activité. Le financement par une augmentation de la prime ne semble pas suffisant. Nous regardons comment financer les actes de prévention par une augmentation de la franchise de 3 mois. Nous posons que la nouvelle prime est calculée avec les nouveaux impacts sur les paramètres biométriques, mais, nous n'intégrons pas le coût des actes de prévention dans la prime. Nous obtenons donc une prime inférieure pour chaque âge ce qui est un gain pour l'assuré. De plus, l'augmentation de la franchise de 3 mois et les actes de prévention permettent de diminuer de 14,5 millions d'euros le montant des sinistres. Nous avons, donc, comparé les différents indicateurs entre le produit initial et un produit avec des actes de prévention et une augmentation de franchise de 3 mois. Les différents indicateurs sont le résultat technique, le résultat d'activité et l'indicateur de performance qui correspond au résultat d'activité divisé par les primes accumulées. Le résultat d'activité correspond aux primes accumulées moins les dépenses, les taxes, le coût des actes de prévention et le coût du capital.

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
avec prévention et une augmentation de franchise de 3 mois	33 890 182 €	4 159 559 €	3,1%
sans prévention sans augmentation de franchise	23 949 200 €	3 865 725 €	2,8%

TABLE 5: Impact des actes de prévention financés par le résultat technique

Cette diminution du montant total des sinistres a permis de réaliser un gain sur le résultat d'activité d'environ 0.3 million d'euros. Il apparaît qu'un financement par une augmentation de la franchise de 3 mois permet de financer complètement les actes de prévention et permet à la compagnie d'assurance de pouvoir faire un gain au niveau du résultat d'activité.

Enfin, nous posons une hypothèse forte sur l'impact des actes de prévention sur les paramètres biométriques. Nous regardons, donc, comment varie le résultat d'activité selon l'impact des actes de prévention sur les paramètres biométriques. Pour effectuer cette étude de sensibilité du résultat d'activité, nous décidons que la prime soit celle calculée sans actes de prévention afin d'observer pour un même niveau de prime de combien doivent diminuer la mortalité des cotisants et l'incidence pour obtenir un gain au niveau du résultat d'activité. Nous obtenons le graphique suivant :

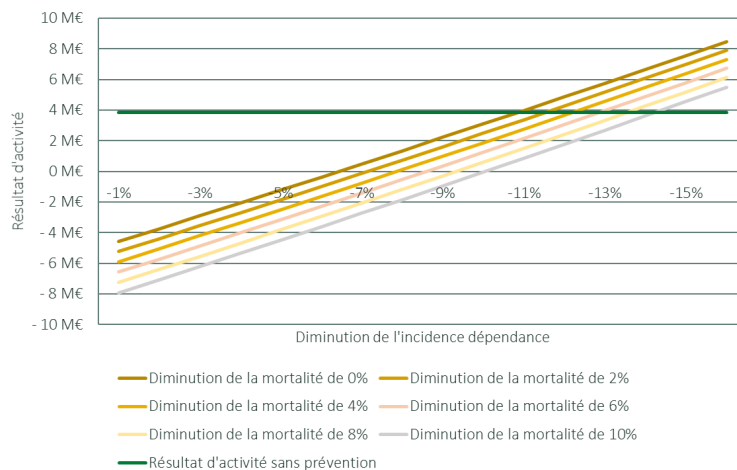


FIGURE 3: Impact des paramètres biométriques sur le résultat d'activité

Nous observons que pour espérer un gain par rapport au produit sans actes de prévention nous devons avoir une diminution de l'incidence d'au moins 11%. En outre, il apparaît qu'une diminution de l'incidence dépendance est bénéfique pour le résultat d'activité alors qu'une diminution de la mortalité des cotisants est néfaste pour le résultat d'activité. Nous pouvons, donc, dire que des actes pour être rentables doivent diminuer fortement l'incidence sans augmenter pour autant l'espérance de vie des cotisants ce qui semble compliqué car ces paramètres sont extrêmement liés.

Nouvelles garanties

Enfin, nous regardons comment financer des nouvelles garanties permettant d'aider les aidants et l'aménagement des domiciles des dépendants sans fortement augmenter la prime des assurés. Lors de l'entrée en dépendance, pour permettre aux assurés d'aider leurs aidants et d'aménager leur domicile, nous ajoutons à la rente prévue de nouvelles garanties constituées de services limités à 200 euros pour les aidants par an et d'un capital de 3000 euros.

Pour financer ces nouvelles garanties, nous décidons d'augmenter la franchise de 3 mois. Nous avons, donc, une différence moyenne de 10 euros entre la prime annuelle sans les nouvelles garanties et la prime annuelle avec les nouvelles garanties et une franchise augmentée de 3 mois. Ce résultat est intéressant, car, il apparaît que nous pouvons ajouter des garanties intéressantes si nous augmentons la franchise. Pour autant, une augmentation de la franchise a pour effet de diminuer la couverture des assurés ce qui a pour effet de diminuer l'attractivité du produit. Cette diminution de l'attractivité peut diminuer le nombre de souscriptions et ainsi diminuer le résultat d'activité du produit. En effet, Une diminution de 10% a pour effet de diminuer d'environ 410 000 euros le résultat d'activité ce qui est très négligeable pour la compagnie d'assurance.

Conclusion

A travers ce mémoire nous voyons que des actes de prévention efficaces peuvent être intégrés aux contrats d'assurance dépendance tout en permettant à la compagnie d'assurance d'améliorer son résultat. Nous voyons que différentes méthodes de financement sont possibles comme un financement direct par une augmentation de la prime ou un financement indirect par une augmentation de la franchise. Enfin, nous constatons que des nouvelles garanties répondant aux nouvelles demandes des assurés qui sont de vivre le plus longtemps chez eux et d'aider leurs proches peuvent être financées sans augmenter fortement leurs primes.

Synthesis note

Dependency is a situation that affects more and more French people as life expectancy increases. Indeed, life expectancy after the age of 65 is only increasing year after year. The INSEE indicates in a report that the population of addicts could double in the next 30 years. Reports commissioned by the government show the danger of the sharp increase in dependency and its human and financial impact. The public authorities help addicts with a financial aid called APA: the Personalized Autonomy Allowance. This aid allows people classified from GIR1 to GIR4 in the AGGIR grid to pay the costs related to dependency. However, the remaining expenses remain high, particularly for people classified GIR1, and it is becoming more and more relevant to take out long-term care insurance policies. Insurers will, therefore, also have to face the increase in the number of dependents, particularly among people over 85 years of age. The report Libault (2019) directed by Dominique Libault published in 2019 and the report Vachey et al. (2020) directed by Laurent Vachey published in 2020 underline the importance of prevention to reduce the risk of an increase in the number of dependent people. There are several types of prevention: primary prevention, secondary prevention and tertiary prevention. The reports also emphasize the need to encourage people with addictions to stay at home as long as possible. Indeed, the financial cost is less important than when they are cared for in medical centers. This is why it is necessary to develop guarantees to help caregivers or adapt homes.

In this paper, we will study different solutions for financing preventive actions or new guarantees in a long-term care insurance contract. We will consider increasing the deferred period or the waiting period, while taking care to avoid a sharp increase in the premiums of the insured. We will therefore observe the impact of an increase in the deferred period and waiting period on the loss ratio and the business result. To study the dependency in a LTC insurance contract, we select a model with three distinct states. The insured is, therefore, either autonomous, deceased or in a state of dependence. We therefore have the following model.

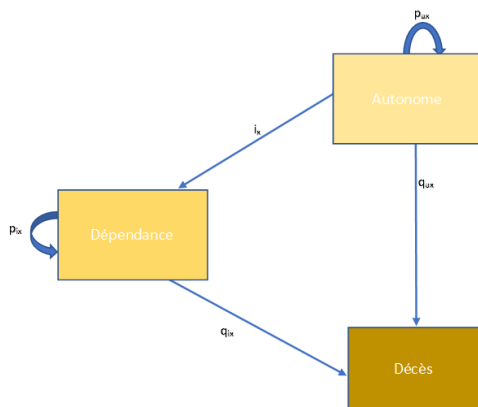


Figure 4: Modélisation de la dépendance

Long term care insurance

The principle of the dependency contract is that when the insured becomes dependent and remains alive until the end of the deferred period, the insurance company pays him a life annuity. The company can in one case not pay him an annuity when the insured becomes dependent during the waiting period but the insurer will have to reimburse the premiums paid by the insured. The average age at which an insured person becomes dependent is 81.5 years. The probability of becoming dependent increases exponentially after age 81. The life expectancy in dependency is very low a dependent person has an average survival time of 2.5 years. Dependents often die just after the end of the deferred period.

Selection of the data

First, we select products to study the impact of an increase in franchise and an increase in the waiting period. We take products with more than 3,000 underwritings, as well as a significant number of claims and information on the cause of entry into dependency. We select 3 products from 2 different portfolios. We end up with a total of 56,322 individuals and 2121 claims. For the study of prevention acts, we select a recent product that has just been closed to underwriting. It has 27148 subscriptions. We look to see if the populations of the products are different and it appears that the populations of the two portfolios are similar in terms of the profile of the insured and the victims.

Impact of a contractual change

We study the impact of an increase in the deferred period or waiting period on the dependency incidence rate and on the mortality rate of dependents. Initially, we were working on increasing the deferred period. Then, we looked at the impacts caused by an increase in the deferred period of 1 month, 3 months and 6 months. We had the following results for the annual dependency incidence rates.

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
70-74	-10%	-17%	-30%
75-79	-6%	-13%	-20%
80-84	-7%	-13%	-24%
85-89	-4%	-10%	-17%
90-94	-7%	-15%	-22%

Table 6: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance

We have the following results on annual mortality for the first year of dependence. We look at the impact only on the first year of mortality because the deferred period reduces the number of dependents who died in their first year of dependence.

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
75-79	-7%	-14%	-23%
80-84	-5%	-7%	-10%
85-89	-2%	-7%	-15%
90-94	-4%	-9%	-17%

Table 7: Impact des augmentations de franchise sur la première année de mortalité des dépendants

For the waiting period we make an increase of 1 year and an increase of 2 years. The same study was carried out for the waiting period, but it is not conclusive for the mortality of the dependent. We only have a result on the incidence rate of dependency.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	-10%	-24%
65-69	-6%	-14%
70-74	-5%	-11%
75-80	-1%	-5%

Table 8: Impact des augmentations du délai de carence sur les taux d'incidence dépendance

We select as a contractual change a 3 month defered period increase. Indeed, it allows us to significantly reduce the number of dependents but also to impact the result of activity. Indeed, an increase in the defered period makes it possible to reduce the number of dependents but also the number of annuities granted to the insured and thus to reduce the cost of claims. The cost of claims is reduced by approximately 9% and thus makes it possible to finance new guarantees or preventive actions.

Prévention acts

Preventive actions to effectively delay the onset of addiction must impact the main causes of addiction. According to ceding companies' data, the main causes of dependency for insurance purposes are neurodegenerative diseases and cardiovascular diseases. We therefore select preventive actions in order to impact and detect these pathologies. The role of the insurance company is to accompany the insured to perform these preventive acts which are selected by the insurer. We propose, for example, that the insurance company can finance blood tests or electrocardiograms. We hypothesize that, as soon as the preventive acts are proposed, we have a 10% decrease in the incidence and a 7% decrease in the mortality of autonomous people. We select this hypothesis because, according to a German study carried out in the 2000s, preventive measures focusing on dementia and cardiovascular diseases can reduce the incidence of dependency and mortality of autonomous people by 10% and 7% respectively. We are therefore studying the total cost of these preventive measures and their impact on the total amount of expected claims. We choose to study what this cost would be by varying the minimum age of the beginning of these acts and by devoting an annual amount of 50 euros to it through the B2 product which includes 37,248 subscriptions.

âge minimum de l'acte annuel de prévention	coût total des actes de prévention	Montant des sinistres attendus
45	15 814 164 €	110 902 191 €
50	15 371 399 €	110 900 165 €
55	14 187 292 €	110 897 045 €
60	12 751 138 €	110 885 646 €
65	11 053 879 €	110 856 126 €
70	9 573 271 €	110 865 357 €
75	8 112 266 €	111 030 851 €

Table 9: Coûts des actes de prévention selon l'âge minimum de l'acte annuel de prévention

We select a minimum age of 70 years old to start the annual prevention acts. We select this age according to the advice given by the doctors and the impact of the age on the total cost of the prevention acts and on the amount of expected claims.

For prevention acts starting at 70 years old, we have a total cost of 9,573,271 euros and a decrease in claims of 4,265,001 euros. Next, we look at the different ways of financing these acts of prevention because they represent a real cost for the insurer. We study two methods of financing:

- Direct financing through an increase in the premium
- Indirect financing through an increase in the franchise

Initially, we look at the financing of the acts only through an increase in the premium of the insured. We decided to compare the premium without preventive acts and the premium with preventive acts calculated by taking into account the impacts on biometric parameters and adding the cost of preventive acts.

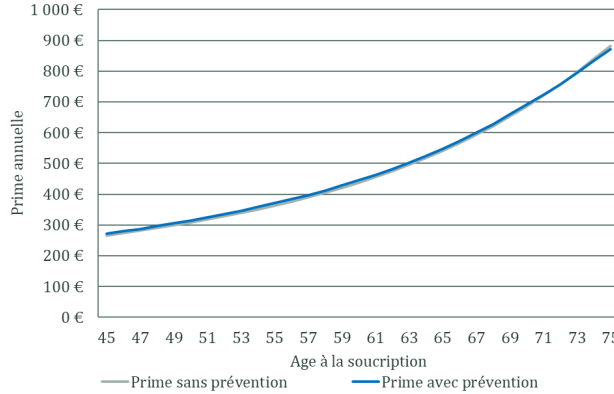


Figure 5: Prime annuelle sans prévention et Prime annuelle avec prévention

We can observe that the premiums are equivalent. The average difference between these two premiums is about 2%. The insured can, therefore, for an equivalent premium receive preventive actions. However, the result of activity with prevention is 400,000 euros less than without prevention. Consequently, it appears that even if we have equivalent premiums, we have a loss in terms of business result. Financing by an increase in the premium does not seem sufficient. We are looking at how to finance the preventive acts by increasing the deferred period by 3 months. We assume that the new premium is calculated with the new impacts on the biometric parameters, but we do not integrate the cost of the preventive actions in the premium. We therefore obtain a lower premium for each age, which is a gain for the insured. In addition, the increase in the 3-month deferred period and the prevention acts allow us to reduce the amount of claims by 14.5 million euros. We have, therefore, compared the different indicators between the initial product and a product with prevention acts and an increase in the 3-month deferred period. The different indicators are the technical result, the activity result and the performance indicator which corresponds to the activity result divided by the accumulated premiums. The result of activity corresponds to the accumulated premiums less expenses, taxes, the cost of preventive actions and the cost of capital.

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
avec prévention et une augmentation de franchise de 3 mois	33 890 182 €	4 159 559 €	3,1%
sans prévention sans augmentation de franchise	23 949 200 €	3 865 725 €	2,8%

Table 10: Impact des actes de prévention financés par le résultat technique

This decrease in the total amount of claims led to a gain on income from operations of approximately 0.3 million euros. It appears that financing through a 3-month increase in the French franc franc allows for the full financing of preventive actions and enables the insurance company to make a gain in the result of activity.

Finally, we have made a strong hypothesis on the impact of preventive actions on biometric parameters. We therefore looked at how the result of activity varied according to the impact of preventive actions on biometric parameters.

To carry out this sensitivity study of the activity result, we decided that the premium would be the one calculated without prevention acts in order to observe, for the same level of premium, how much the mortality of contributors and the incidence must decrease in order to obtain a gain in the activity result. We obtained the following graph:

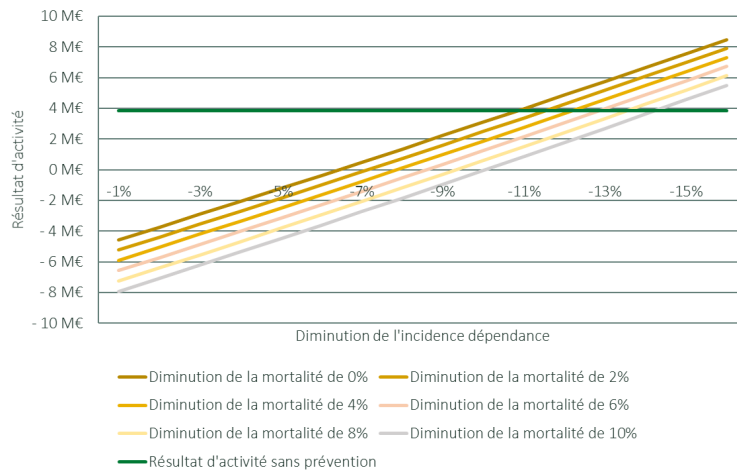


Figure 6: Impact des paramètres biométriques sur le résultat d'activité

We can observe that in order to expect a gain in relation to the product without acts of prevention we must have a decrease in incidence of at least 11%. Moreover, it appears that a decrease in the incidence of dependency is beneficial for the activity result while a decrease in the mortality of contributors is harmful for the activity result. We can, therefore, say that in order to be profitable, actions must strongly reduce the incidence without increasing the life expectancy of the contributors, which seems complicated because these parameters are extremely linked.

New garanties

Finally, we looked at how to finance new guarantees to help caregivers and the furnishing of dependent homes without significantly increasing the premium for the insured. At the beginning of the dependency period, in order to allow the insured to help their caregivers and to furnish their homes, we add to the annuity provided new guarantees consisting of services limited to 200 euros for caregivers per year and a capital of 3000 euros. To finance these new guarantees, we decide to increase the deferred period by 3 months. We have, therefore, an average difference of 10 euros between the annual premium without the new guarantees and the annual premium with the new guarantees and an increased deferred period of 3 months. This result is interesting because it appears that we can add interesting guarantees if we increase the deferred period. However, an increase in the deferred period has the effect of decreasing the coverage of the insured, which in turn decreases the attractiveness of the product. This decrease in attractiveness can reduce the number of subscriptions and thus decrease the product's result of activity. A 10% decrease of subscriptions will have the effect of reducing income from operations by approximately 410 000 euros.

Conclusion

Through this brief we have seen that effective preventive actions can be integrated into LTC insurance contracts while allowing the insurance company to improve its results. We have seen that different methods of financing are possible, such as direct financing through an increase in the premium or indirect financing through an increase in the deferred period. Finally, we have seen that new coverages responding to the new demands of policyholders to live at home longer and to help their loved ones can be financed without increasing their premiums significantly.

Remerciements

Je souhaiterais sincèrement remercier toutes les personnes qui m'ont aidé à écrire ce mémoire.

Je remercie toute l'équipe LifeHealth de Swiss Re pour m'avoir accueilli au sein de l'entreprise.

Merci à Alexandre Challal, Agnès Bauer et Xavier Debras pour avoir répondu à mes questions et m'avoir aidé dans l'écriture de mon mémoire.

Merci à toute l'équipe pédagogique et administrative de l'Université Paris Dauphine pour ces 5 dernières années et plus particulièrement à Jean-François Decroocq.

Je remercie ma famille pour m'avoir soutenu dans mes études et durant cette période de confinement.

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Note de Synthèse	5
Synthesis note	11
Table des matières	19
Introduction	21
1 L'assurance dépendance et la perte d'autonomie en France	23
1.1 Définition et évolution de la dépendance en France	23
1.2 Les différents acteurs de la dépendance en France	30
1.3 Les acteurs de la prévention pour la dépendance	36
1.4 Modélisation de la dépendance et sa tarification	38
2 Etude d'expérience et impact d'un changement contractuel sur la rentabilité de deux portefeuilles	43
2.1 Présentation et sélection des produits	43
2.2 Etudes des caractéristiques statistiques du portefeuille	49
2.3 Impact d'un changement contractuel sur la sinistralité et le résultat technique	60
3 Mise en place d'actes de prévention et de nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance	77
3.1 Quels actes de prévention choisir pour la dépendance?	77
3.2 Financement des actes de prévention	86
3.3 Impact de l'incidence dépendance et la mortalité sur le résultat d'activité	94

3.4	Mise en place des nouvelles garanties avec une augmentation de la franchise	95
	Bibliographie	101
4	Annexes	103

Introduction

Les Français se sentent de plus en plus concernés par la dépendance et le fait de rester en bonne santé le plus longtemps possible. L'espérance de vie des français augmente, mais, l'espérance de vie en bonne santé ne semble pas pour autant augmenter aussi rapidement. La population des seniors va, certes, croître, mais, ces personnes plus âgées auront davantage de problèmes de santé et seront plus souvent en situation de dépendance. En effet, de nombreux rapports publics ont montré que le nombre de dépendants va fortement progresser ces prochaines années et pourrait même doubler dans les trente années qui viennent. Le gouvernement aide financièrement les dépendants avec l'APA : l'Allocation Personnalisée d'Autonomie, mais, cette aide n'est pas suffisante pour payer les coûts liés à la dépendance. Le reste à charge pour les dépendants reste important pour ceux qui sont dans un état de dépendance forte. Le reste à charge annuel moyen est de 2000 euros. Les derniers rapports demandés par le gouvernement soulignent le fait que les Français devraient souscrire davantage à des contrats d'assurance dépendance. En outre, ces rapports ont souligné le fait de l'importance de la prévention pour réduire le nombre de dépendants et l'ajout de nouvelles garanties autres qu'une rente pour les personnes qui deviennent dépendantes. La prévention permettra aux Français de vivre plus longtemps en meilleure santé et ainsi de réduire les coûts liées à leur perte d'autonomie. La prévention peut être effectuée par les pouvoirs publics, mais, aussi par les compagnies d'assurance.

L'enjeu de ce mémoire, après avoir rappelé, dans le premier chapitre, ce qu'est la dépendance et l'assurance dépendance en France est d'étudier comment inclure et financer des actes de prévention et de nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance. C'est un réel défi pour les compagnies d'assurance. En effet, si elles parviennent à contenir les coûts tout en améliorant la santé des Français, leur vie ainsi que celles de ceux qui les soutiennent, elles gagneront en efficacité et en crédibilité auprès de leurs souscripteurs.

Nous étudions par exemple si un changement contractuel comme une augmentation du délai de carence ou une augmentation de la franchise permet de financer des actes de prévention ou de nouvelles garanties. C'est pourquoi, nous calculons dans le deuxième chapitre, l'impact financier et l'impact sur la sinistralité d'un changement contractuel d'un contrat d'assurance dépendance. Pour l'analyser, nous avons sélectionné des produits des portefeuilles des cédantes de Swiss Re. Swiss Re réassure de nombreux produits d'assurance dépendance provenant de différentes compagnies d'assurance ou mutuelle.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous présentons les actes de prévention que nous sélectionnons pour la dépendance et leur impact sur les paramètres biométriques (taux d'incidence dépendance, taux de mortalité). Puis, nous observons si nous pouvons financer des actes de prévention tout en augmentant le résultat d'activité. Enfin, nous constatons si nous pouvons financer des nouvelles garanties avec une augmentation de la franchise sans fortement augmenter la prime.

Chapitre 1

L'assurance dépendance et la perte d'autonomie en France

1.1 Définition et évolution de la dépendance en France

1.1.1 Définition de la dépendance en France

La dépendance n'a pas de définition unique. Elle diffère selon les milieux, mais, de manière générale, on considère que la dépendance c'est, lorsqu'une personne, atteinte d'une maladie invalidante ou incapacitante, a besoin d'une prise en charge par des tierces personnes pour pallier son manque d'autonomie dans les actes élémentaires de la vie courante. C'est-à-dire qu'une personne aurait des problèmes pour effectuer sans aide des actes indispensables dans la vie quotidienne comme se lever, se laver, se déplacer et aussi se soigner. En effet, les individus dépendants sont, souvent, très atteints par une maladie ou une blessure physique qui nécessitent des soins médicaux importants.

La survenance de la dépendance implique que l'état de la personne ne puisse pas s'améliorer et ne fasse que se dégrader au cours du temps. Il est, en effet, très rare de voir des personnes, qui sont en état de dépendance, guérir de leurs états et redevenir autonomes. L'arrivée de la dépendance est la plupart du temps liée au vieillissement des personnes.

La dépendance peut avoir de multiples origines. Elle peut venir d'un accident important comme un lourd traumatisme crânien ou un anévrisme. Elle peut être aussi causée par des maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer ou la sclérose en plaque. Elle peut, donc, avoir des conséquences multiples sur la santé physique, mentale ou physique et mentale du patient.

Grilles et définitions pour mesurer la dépendance

La dépendance peut être mesurée avec l'aide de grilles ou de définitions. La mesure de la dépendance s'effectue généralement par les réponses à des questions sur la capacité d'effectuer les actes élémentaires de la vie courante. Il y a souvent plusieurs niveaux de réponse pour une seule question pour pouvoir classer correctement les personnes dans les grilles. Les assureurs et l'Etat français utilisent généralement la grille AGGIR et les AVQ (actes de la vie quotidiennes) pour évaluer le niveau de dépendance d'une personne. Ces deux mesures sont généralement utilisées pour mesurer la dépendance liée aux actes physiques. De plus, il existe de nombreux tests comme le test de Folstein pour mesurer la dépendance liée à des pathologies qui affectent le psychique comme la maladie d'Alzheimer.

Les Actes de la vie Quotidienne

Les actes de la vie quotidienne (AVQ) désignent les activités de la vie quotidienne ou activités élémentaires qu'une personne est amenée à effectuer quotidiennement en réponse à ses besoins primaires. Ils permettent à l'assureur d'établir un niveau de dépendance d'un individu en regardant si cet individu est capable de réaliser ces actes de manière autonome ou non. Souvent, les assureurs prennent en compte les aides matérielles pour pouvoir accomplir ses actes comme une canne pour se lever ou des lunettes pour se déplacer et s'alimenter. Le nombre des actes de la vie quotidienne a augmenté au cours du temps pour pouvoir cibler correctement chaque acte de la vie élémentaire. Les AVQ sont au nombre de 6 :

- La toilette : satisfaire un niveau d'hygiène et de toilette acceptable.
- L'habillement : s'habiller/se déshabiller seul.
- L'alimentation : se servir et manger de la nourriture préparée.
- La continence : assurer ses besoins.
- Le déplacement : se déplacer à l'intérieur de son logement (surface plane ou aménagée), ou s'en extraire en cas de danger.
- Les transferts : se déplacer d'un lit à une chaise ou un fauteuil et inversement.

La Grille AGGIR

La grille AGGIR est l'outil de référence national Français pour évaluer le degré de dépendance des personnes âgées. La mesure de la perte d'autonomie permet de situer la personne selon son niveau de dépendance appelé GIR pour Groupes Iso Ressources. Il existe six différentes classes. Le niveau 6 correspond à une personne complètement autonome alors qu'à l'opposé le niveau 1 correspond à une perte d'autonomie totale. Sur la base d'une série d'observations et de questions, l'observateur attribue une note (A, B, C) pour chaque acte :

- A : fait seul, totalement, habituellement et correctement.
- B : fait partiellement, ou non habituellement, ou non correctement.
- C : ne fait pas.

L'examineur évalue ainsi les 10 critères liés à la perte d'autonomie. Ce sont ces 10 critères, appelés "variables discriminantes" qui sont analysés pour déterminer le niveau de l'individu dans la grille, c'est-à-dire le GIR. Ces 10 critères sont :

- Cohérence : conserver ou se comporter de façon sensée.
- Orientation : se repérer dans le temps et l'espace.
- Toilette : se laver seul.
- Habillement : s'habiller, se déshabiller, se présenter.
- Alimentation : manger des aliments préparés.
- Elimination : assumer l'hygiène urinaire et fécale.

- Transferts : se lever, se coucher, s'asseoir.
- Déplacements à l'intérieur : mobilité spontanée, y compris avec un appareillage.
- Déplacements à l'extérieur : se déplacer à partir de la porte d'entrée sans moyen de transport.
- Communication à distance : utiliser les moyens de communication, téléphone, sonnette, alarme.

De plus, 7 autres variables, les « variables illustratives » font partie de la grille AGIR, mais, ne servent pas dans le classement de l'individu dans la grille. Elles sont utilisées dans la construction du plan d'aide. Ces activités concernent les activités corporelles, domestiques et sociales. Ces variables sont :

- Gestion : gérer ses propres affaires, son budget, ses biens.
- Cuisine : préparer ses repas et les servir.
- Ménage : effectuer l'ensemble des travaux ménagers.
- Transport : prendre ou commander un moyen de transport.
- Achats : acquisition directe ou par correspondance
- Suivi de traitement : se conformer à l'ordonnance du médecin
- Activité de temps libre : pratiquer des activités sportives, culturelles, sociales, de loisirs ou de passe-temps.

A la fin, du processus l'individu est classé dans un des 6 différents GIR. On considère qu'une personne est en dépendance lourde lorsqu'elle est classée en GIR1 ou GIR2.

Niveau de Gir	Degrés de dépendance
Gir 1	<ul style="list-style-type: none"> • Personne confinée au lit ou au fauteuil, dont les fonctions mentales sont gravement altérées et qui nécessite une présence indispensable et continue d'intervenants • Ou personne en fin de vie
Gir 2	<ul style="list-style-type: none"> • Personne confinée au lit ou au fauteuil, dont les fonctions mentales ne sont pas totalement altérées et dont l'état exige une prise en charge pour la plupart des activités de la vie courante • Ou personne dont les fonctions mentales sont altérées, mais qui est capable de se déplacer et qui nécessite une surveillance permanente
Gir 3	<ul style="list-style-type: none"> • Personne ayant conservé son autonomie mentale, partiellement son autonomie locomotrice, mais qui a besoin quotidiennement et plusieurs fois par jour d'une aide pour les soins corporels
Gir 4	<ul style="list-style-type: none"> • Personne n'assurant pas seule ses transferts mais qui, une fois levée, peut se déplacer à l'intérieur de son logement, et qui a besoin d'aides pour la toilette et l'habillement • Ou personne n'ayant pas de problèmes locomoteurs mais qui doit être aidée pour les soins corporels et les repas
Gir 5	<ul style="list-style-type: none"> • Personne ayant seulement besoin d'une aide ponctuelle pour la toilette, la préparation des repas et le ménage
Gir 6	<ul style="list-style-type: none"> • Personne encore autonome pour les actes essentiels de la vie courante

FIGURE 1.1: Grille AGIR

Test de Folstein ou MMS.

Le MMS ou le test de Folstein permettent l'évaluation des fonctions cognitives et de la capacité mnésique d'une personne. Ce test est effectué par un expert de santé comme un neurologue ou un psychiatre et repose sur une série de questions. Le test de Folstein est noté sur 30 et lorsqu'il est inférieur à 24, il désigne une altération de la conscience. Ce test est utilisé en plus de la grille AGGIR ou des AVQ pour décerner une dépendance à cause d'une maladie neurodégénérative comme la maladie d'Alzheimer.

Dépendance Partielle et Totale

Nous pouvons distinguer deux niveaux de dépendance : la dépendance partielle et la dépendance totale. Pour déterminer si l'individu est en dépendance totale ou partielle, l'assureur peut utiliser la grille AGGIR, les AVQ et les tests permettant d'évaluer les niveaux cognitifs de l'individu. Chaque assureur a sa manière de classer les individus. Pour autant, on peut remarquer une certaine régularité dans leurs classements. Un individu dans les zones GIR 1 et GIR 2 qui a une impossibilité de réaliser une majorité des AVQ sera reconnu dans un état de dépendance totale. Un individu classé dans les zones GIR3 ou GIR4 qui a une impossibilité de faire une majorité des AVQ sera classé en dépendance partielle. Certains assureurs ont aussi une catégorie de dépendance légère qui correspond aux individus classés en GIR5 ou GIR4 qui ne peuvent pas réaliser certains AVQ. En outre, certains assureurs utilisent les tests cognitifs en plus des AVQ. Une note inférieure à 10 implique une dépendance totale et une note entre 10 et 15 implique une dépendance partielle ou une dépendance lourde si l'individu ne peut accomplir que 3 des AVQ.

1.1.2 Etat actuel de la dépendance en France

En 2017 1,3 millions de dépendants touchaient des aides de l'Etat. La population française est une population qui vieillit au cours du temps car l'espérance de vie n'a fait qu'augmenter durant le 20^{ème} et 21^{ème} siècle. En 1970, l'espérance de vie était de 72 ans alors qu'en 2020 l'espérance de vie est de 82 ans. La population touchée par la dépendance est quasi exclusivement la population sénior c'est à dire les plus de 65 ans. L'augmentation de cette population due à l'augmentation de l'espérance de vie n'a fait qu'augmenter le nombre de dépendants en France. De nos jours, 19% de la population française a plus de 65 ans et par conséquent fait face à un risque possible de dépendance.

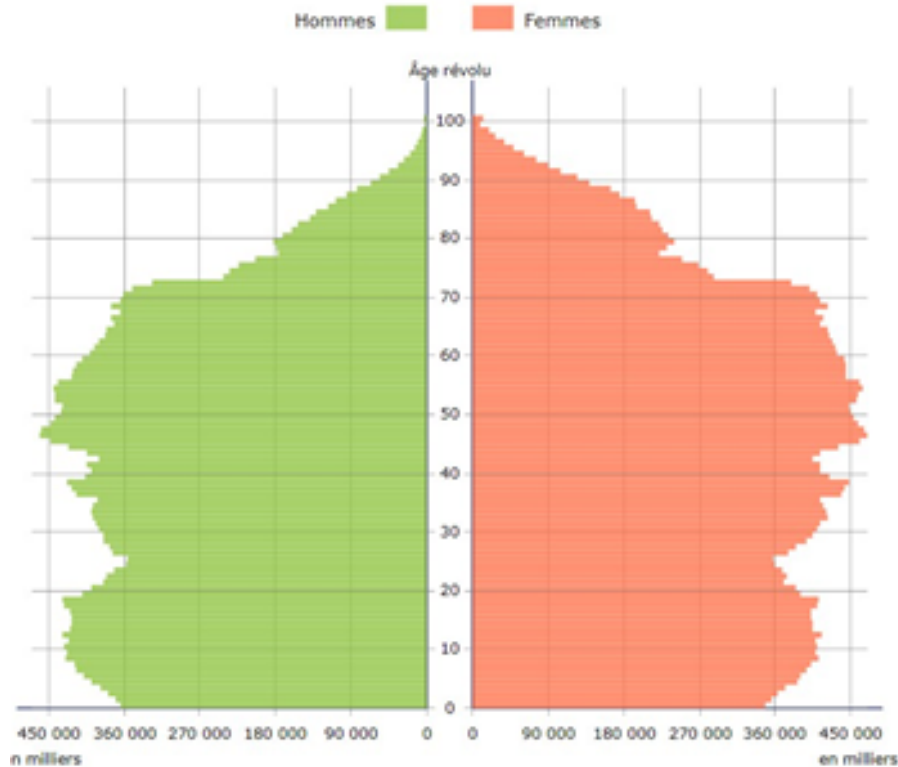


FIGURE 1.2: Pyramide des âges 2020

Cette pyramide des âges illustre bien la répartition de la population française par âge. De même, elle montre qu'une forte partie de la population française s'apprête, dans les 10 prochaines années, à dépasser les 70 ans. En effet, les enfants issus du Baby-boom vont enfin arriver dans des âges où le risque de devenir dépendants devient très important. De plus, en France l'espérance de vie en bonne santé après 65 ans selon une étude menée par le ministère des solidarités et de la santé est de 11,2 ans pour les femmes et de 10,2 ans pour les hommes. C'est-à-dire qu'on vit en moyenne sans incapacité pour un homme jusqu'à 75,2 ans et pour une femme jusqu'à 76,2 ans. La dépendance prend donc une place importante pour les populations âgées de plus de 75 ans. Le rapport de LIBAULT (2019) "La concertation Grand âge et autonomie" dirigé par Dominique Libault paru en 2019 nous indique la proportion de dépendants dans la population des personnes âgées de plus de 65 ans.

Age	Hommes	Femmes
65-74	1,3%	1,6%
75-84	4,6%	6,0%
85 ans ou plus	16,7%	20,1%

TABLE 1.1: Proportion des dépendants dans les populations seniors

Nous pouvons aussi observer que les femmes font face dans une plus grande proportion à la dépendance. Ceci s'explique puisque l'écart espérance de vie et espérance de vie en bonne santé est plus important pour les femmes que pour les hommes. D'après une étude menée par le ministère de la solidarité et de la santé l'espérance de vie après 65 ans pour une femme est de 23,2 alors que pour un homme elle est de 19,4 ans. Il est donc logique de voir plus de femmes dépendantes que d'hommes dépendants notamment pour les âges élevés.

L'étude de l' INSEE (2020) "Personnes âgées et dépendantes" a réparti la population française dépendante en 2017 dans les différents GIR. En effet, Il est aussi intéressant d'observer comment les dépendants en France sont répartis dans la Grille AGGIR pour observer leurs niveaux de perte d'autonomie.

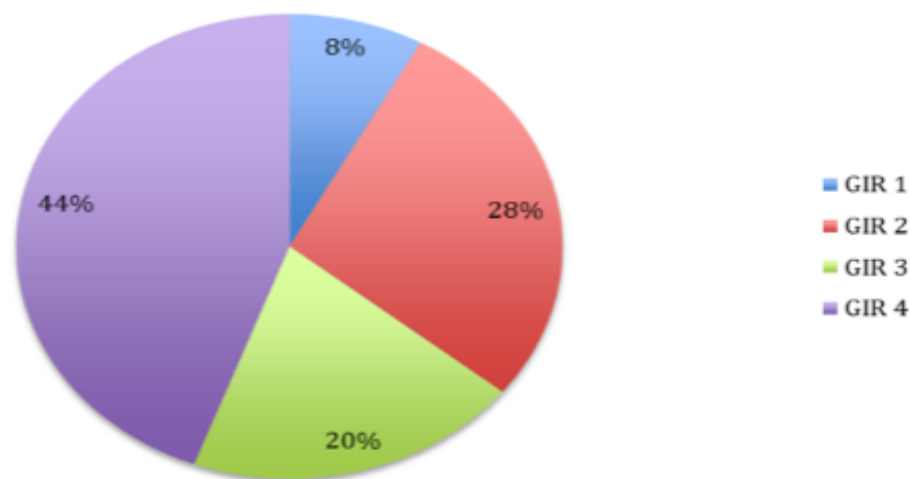


FIGURE 1.3: Repartition des niveaux de dépendance

Nous pouvons observer que 36% des dépendants en France touchant des aides de l'état sont classés GIR1 ou GIR2 c'est-à-dire dans un état de dépendance lourde. Il faut préciser que le GIR4 ne correspond pas tout le temps à de la dépendance partielle pour les compagnies d'assurance, mais les individus classés dans cette catégorie reçoivent des aides de l'Etat via l'APA. Le GIR3 correspond à de la dépendance partielle qui évoluera, souvent, en dépendance totale.

1.1.3 L'évolution de la dépendance en France dans les 40 prochaines années

Dans un premier temps, l'étude BLANPAIN et BUISSON (2016) nous montre comment la population française va évoluer ces prochaines années. Nous avons donc tracé un graphique pour observer comment la population française va évoluer au cours du temps.

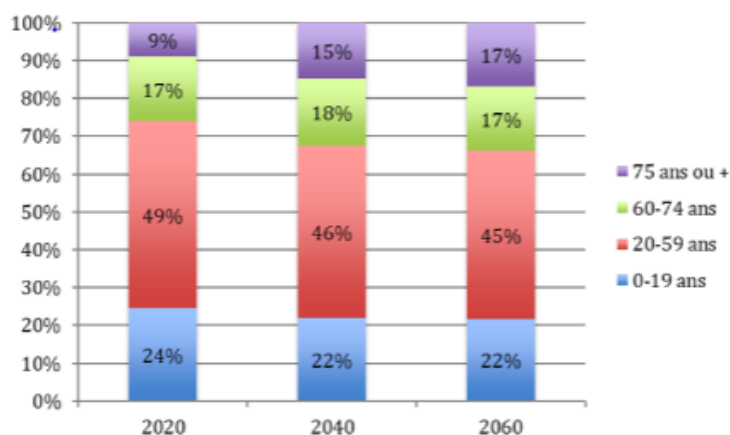


FIGURE 1.4: Population française par tranche d'âge

Nous pouvons examiner que la population des seniors va augmenter ces prochaines années. En 2020, 9% des Français sont âgés de plus de 75 ans, alors qu'en 2060 17% des Français auront un âge supérieur à 75 ans. De plus, des études montrent que l'espérance de vie en bonne santé ne va pas beaucoup augmenter et peut même diminuer ces prochaines années. On peut, donc, observer une forte augmentation de cette population qui est la population la plus sensible face au risque de dépendance. L'INSEE a mené une étude dans le but de projeter l'évolution du nombre de dépendants dans les 30 prochaines années.

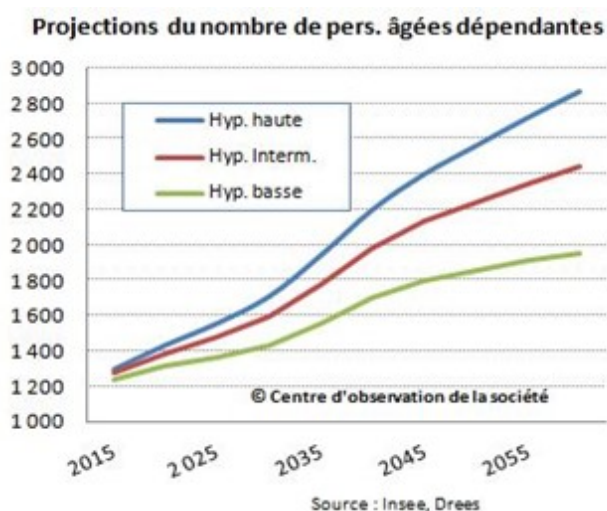


FIGURE 1.5: Projection du nombre des personnes âgées dépendantes

Nous pouvons, donc, estimer qu'à cause du vieillissement de la population, il y aura plus de 2 millions de dépendants en France en 2050. Par conséquent, en 30 ans, le nombre de dépendants pourrait doubler. Ils ont aussi évalué la proportion du nombre de dépendants chez les personnes âgées.

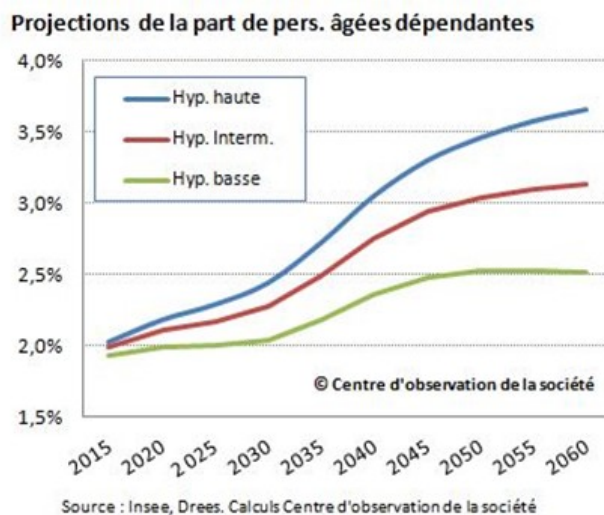


FIGURE 1.6: Projection de la part de personnes âgées dépendantes

Il apparaît, donc, que la proportion de dépendants dans la population sénior va aussi fortement augmenter. Ceci implique que le risque de dépendance va devenir de plus en plus important pour les seniors. Cette augmentation de la proportion est expliquée par l'écart significatif entre l'espérance de vie des seniors et l'espérance de vie en bonne santé des seniors. L'INSEE signale dans son étude que le scénario favorable correspond à des améliorations de la prévention et des traitements des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer. On peut observer qu'avec cette hypothèse la proportion de dépendants dans la population sénior stagne après 2045.

1.2 Les différents acteurs de la dépendance en France

1.2.1 Le rôle de l'état et de la sécurité sociale dans la prise en charge de la dépendance

Dans un premier temps, l'Etat français avec l'aide de la sécurité sociale s'occupe des frais de santé liés à la dépendance. En conséquence, les dépendants ne paient pas de frais de santé lorsqu'ils sont malades. En outre, l'Etat français utilise la grille AGGIR pour connaître le niveau de dépendance des individus et donne des aides supplémentaires aux dépendants. L'aide supplémentaire majoritaire se nomme l'APA (Aide Personnalisée à l'Autonomie). Cette aide est gérée par les départements mais elle reste à peu près uniforme pour chaque département.

Elle est entrée en vigueur en France au 1er janvier 2002 et a été instaurée par Paulette Guinchard-Kunstler, membre du gouvernement du premier ministre Lionel Jospin. Pour pouvoir avoir accès à cette aide il faut :

- Être âgé de 60 ans révolus.

- Justifier d'une perte d'autonomie évaluée par l'équipe médico-sociale de secteur à l'aide d'une grille d'évaluation nationale nommée AGGIR (échelle de 1 à 6). Seuls les GIR 1 à 4 peuvent prétendre à l'allocation personnalisée d'autonomie.
- Résider de façon stable et régulière en France.
- Résider soit à son domicile, soit chez un accueillant familial, soit dans un établissement dont la capacité d'accueil est inférieure à 25 places, soit dans une résidence autonomie pour personnes valides.

Cette aide est utilisée la plupart du temps pour payer une aide à domicile pour les dépendants qui résident chez eux. Elle aide aussi les dépendants résidant dans des structures spécialisées à payer leurs frais. Le montant versé au bénéficiaire dépend de ses revenus et de son niveau de dépendance. Plus le niveau de dépendance est élevé, plus la rente sera élevée. Par conséquent, on a pour chaque niveau de GIR un montant mensuel différent :

Niveau de dépendance	Montant mensuel maximum
GIR1	1 742,35 €
GIR2	1 399,04 €
GIR3	1 010,86 €
GIR4	674,28 €
GIR5	0 €
GIR6	0 €

TABLE 1.2: Montant mensuel maximum en fonction du groupe iso-ressources (GIR)

En retenant uniquement une définition administrative selon le CNSA, en 2015, 1 265 000 personnes de plus de 60 ans étaient bénéficiaires de l'APA. En outre, la LEROUX (2019) estime qu'en 2015 environ 1 459 000 personnes de plus de 60 ans vivant à domicile étaient en perte d'autonomie. Il convient d'y ajouter 584 000 personnes vivant en établissement, soit un peu plus de 2 millions. On peut, donc, dire que 2 millions de personnes en 2015 pouvaient être bénéficiaires de l'APA c'est-à-dire 3 % de la population française en 2015. Cette aide représente un certain montant pour les pouvoirs publics. En effet, 23 milliards d'euros sont dépensés chaque année pour payer les coûts liés à la dépendance. De plus, l'Etat français aide aussi les aidants avec la loi promulguée le 23 mai 2019 qui ouvre aux proches aidants salariés du privé ou du public, des droits sociaux supplémentaires pour leur permettre de concilier leur vie professionnelle et leur vie personnelle par l'aménagement d'un congé. Cette loi va permettre à des gens d'avoir trois mois de vacances pour pouvoir aider leurs proches dépendants et aussi de l'argent pour pouvoir compenser une partie des pertes financières.

Le coût de la dépendance en France

La dépendance a un coût certain pour les personnes dépendantes malgré les aides comme l'APA ou le remboursement de la santé par la sécurité sociale. Les dépendants ont principalement deux choix lorsqu'ils tombent en dépendance :

- Soit rester à domicile et être aidé par leurs proches ou un aide-soignant.
- Soit aller dans des structures spécialisées comme un EPADH.

Le reste à charge en moyenne pour un pensionnaire en EPADH est d'un montant de 4000€ et peut aller jusqu'à 6000€. De même, les dépendants à domicile ont un reste à charge en moyenne de 2000€ mais qui est très variable et qui reste nettement inférieur à celui des dépendants dans des structures spécialisées. Il n'est pas rare de voir aussi les proches dépenser un certain montant pour une personne dépendante ou prendre des congés pour aider cette personne. La dépendance a un coût pour les dépendants mais aussi pour leurs proches. La dépendance a un fort coût pour l'Etat qui ne risque pas de diminuer puisque le nombre de dépendants va fortement croître dans les prochaines années. Il est estimé qu'en 2060 le coût total de la dépendance privé ou public s'élèverait à 50 milliards d'euros alors qu'en 2020 ce coût total est estimé à 30 milliards soit 1,4 points du PIB français.

1.2.2 Le rôle des compagnies d'assurance dans la prise en charge de la dépendance

Les compagnies d'assurances françaises n'ont pas pour but de guérir la dépendance, mais, d'accompagner les dépendants et leur entourage financièrement dans les coûts liés à la dépendance. Nous avons vu que le reste à charge est élevé notamment pour les dépendants dans des structures spécialisées. Pour cette raison, la compagnie d'assurance peut leur fournir une aide financière, des services et des aménagements leur permettant de diminuer l'impact de la dépendance sur leur vie. Ces aides peuvent être une rente ou un capital, une aide à domicile, un aménagement du domicile ou des aides pour les aidants. Elles peuvent être dispensées à domicile ou dans des structures spécialisées comme un EPHAD (établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes). L'assurance dépendance n'est pas une assurance très commune en France. En effet, une très faible partie de la population française a souscrit à une assurance dépendance. Fin 2017, selon la FFA (2018) 7,1 millions de personnes étaient couvertes contre le risque de perte d'autonomie par la détention d'un contrat auprès d'un organisme d'assurance. Parmi tous ces contrats 2,7 millions étaient couverts par une compagnie d'assurance. Le nombre de dépendants augmentera si fortement ces prochaines années que les contrats d'assurance seront multipliés. Aussi, le marché de l'assurance dépendance sera considérablement impacté.

De plus, le marché de l'assurance dépendance connaît différents produits. On peut noter trois grands types d'assurance dépendance : les contrats de prévoyance « pure », les contrats d'épargne et les contrats d'assurance vie avec option de dépendance.

- Les contrats de prévoyance « pure » offrent un montant ou une rente si l'assuré devient dépendant.
- Les contrats d'épargne couvrent le risque contre la dépendance tout en offrant une certaine rémunération. Les contrats d'épargne peuvent être des contrats à garanties combinées c'est-à-dire qu'il y a un capital spécifique pour la garantie dépendance et la garantie décès. Les contrats d'épargne peuvent être à capital polyvalent c'est-à-dire que le même capital est garanti pour le décès, la vie ou la dépendance. Ces contrats ont pour habitude de fixer à la souscription un âge auquel l'assuré touchera son capital. Si l'assuré est en vie à cet âge, l'assurance lui verse le capital accumulé. Si l'assuré décède avant l'âge fixé, le capital accumulé est versé aux bénéficiaires. Si l'assuré tombe en dépendance avant l'âge fixé, le contrat s'arrête et le capital accumulé lui est versé et il ne touchera pas le capital décès. Cependant, certains contrats d'épargne offrent la possibilité d'un versement d'un pourcentage du capital décès.
- Les contrats d'assurance vie avec une garantie complémentaire de dépendance. Ce type de contrat a pour avantage d'éviter la cotisation à perte.

Nous pouvons donc noter différents contrats qui permettent d'assurer la dépendance avec des garanties différentes.

Type de contrat	Contrat de prévoyance pure	Contrat avec des garanties combinées	Contrat à « capital polyvalent »	Contrat avec proportion du capital affecté à la dépendance
Garanties principales	– Rente ou capital dépendance. – Capital équipement ou supplémentaire.	– Capital décès. – Rente ou capital dépendance. – Capital équipement ou supplémentaire.	– Capital décès. – Rente ou capital dépendance. – Capital équipement ou supplémentaire.	– Capital décès. – Rente (capital converti) ou capital dépendance. – Capital équipement ou supplémentaire.

TABLE 1.3: Présentation des différents produits d'assurance dépendance sur le marché français

Il existe aussi des garanties complémentaires qui sont :

- La garantie capital décès lorsque le décès n'est pas couvert au titre de la garantie principale.
- La garantie capital fracture : elle offre le versement d'un capital déterminé par le contrat en cas de fracture accidentelle.
- La garantie obsèques : elle prévoit le versement d'un capital pour financer les obsèques de l'assuré décédé.
- La garantie hospitalisation : elle prévoit le versement d'une somme d'argent en cas d'hospitalisation de l'assuré.

Ces garanties peuvent être différentes en fonction du niveau de dépendance de l'assuré. Par exemple, un niveau de rente différent est attribué si l'individu tombe en dépendance partielle ou en dépendance totale. De plus, les compagnies d'assurances imposent, à partir d'un certain âge, que les individus voulant souscrire à une assurance dépendance répondent à un questionnaire médical. Ce questionnaire médical a pour but d'éviter les personnes à risque, déjà dépendantes ou dans un état proche de la dépendance. Il existe dans la plupart des contrats des limites d'âges inférieures comme supérieures. Il est très risqué pour une compagnie d'assurance de souscrire des assurances dépendances à des personnes qui ont un âge où l'éventualité de tomber en dépendance est très élevé.

Label GAD

L'assurance dépendance n'est pas une assurance très souvent souscrite, car, elle est souvent jugée très abstraite et elle est peu comprise par la population française. Pour pouvoir favoriser la souscription et la compréhension des contrats, la fédération française d'assurance a décidé en 2013 de créer un label, le label GAD. Ce label selon la plaquette de la FFA (2016) garantit la fiabilité d'un contrat d'assurance. En effet, chaque contrat qui s'y réfère présente une même définition de perte d'autonomie. Il doit, de plus, être compréhensible. Enfin, le label impose des garanties minimales.

Pour bénéficier du label GAD, la garantie dépendance doit couvrir la dépendance lourde au minimum. Un individu est déclaré en dépendance lourde si l'assuré ne peut pas accomplir certains des 5 actes élémentaires de la vie quotidienne. Il est intéressant que, pour les contrats du label GAD, il n'y ait que 5 actes de la vie quotidienne. Un contrat labélisé GAD doit considérer qu'un individu est en dépendance lourde si cet individu est dans l'une des trois situations suivantes :

- L'individu se trouve dans l'incapacité totale et définitive médicalement constatée, d'accomplir seul, c'est-à-dire sans l'assistance physique d'un tiers, 4 des 5 actes élémentaires de la vie quotidienne.

- L'individu à cause de l'altération de ses fonctions cognitives doit être constamment surveillé ou soutenu pour l'accomplissement d'au moins 2 des 5 actes élémentaires de la vie quotidienne. Son résultat au test de Folstein doit être inférieur à 10 ou avoir un score similaire à un test cognitif équivalent.
- L'individu ne peut pas accomplir 3 des 5 actes de la vie quotidienne et a un score inférieur à 15 au test de Folstein ou un score similaire à un test cognitif équivalent.

De plus, pour qu'un contrat soit labélisé GAD, la rente doit être viagère. Le versement de la rente est au minimum mensuel. Elle doit être versée tant que l'assuré est en état de dépendance et à partir de la date de reconnaissance de la dépendance par l'assureur. La franchise ne peut dépasser les 3 mois et le montant de la rente ne peut être inférieur à 500 euros par mois.

Le Label GAD oblige que la compagnie d'assurance ne puisse résilier le contrat que si l'assuré ne paye plus ses cotisations. Le label GAD impose aussi des conditions sur la souscription du contrat d'assurance. L'adhésion ou la souscription de la garantie dépendance doit être possible au moins jusqu'à l'âge de 70 ans.

L'assureur peut décider si l'individu peut souscrire selon ses résultats aux questionnaires de santé. Cependant, un individu de moins de 50 ans ne doit répondre à aucune formalité médicale tant que cet individu :

- Ne reçoit pas d'aide ou prestation pour un type d'invalidité.
- Ne bénéficie pas de l'exonération du ticket modérateur au titre d'une affection de longue durée.
- N'a pas de demande en cours pour une d'aide pour un type d'invalidité ou une demande d'exonération du ticket modérateur au titre d'une affection de longue durée.

Pour déterminer que l'individu est en état de dépendance trois conditions doivent être réunies :

- La perte d'autonomie est stabilisée en l'état actuel des connaissances médicales
- L'état de santé de l'individu demande l'assistance d'une tierce personne de manière définitive pour pouvoir effectuer les AVQ.
- L'état de dépendance doit être déterminé par le Médecin conseil de l'assureur.

Le Label GAD permet au contrat d'assurance d'avoir des délais de carence. Il est de maximum 3 ans pour les sinistres qui sont dus à une affection neuro dégénérative ou psychiatrique dont la première constatation médicale est survenue dans la période des 3 ans et de 1 an pour les autres sinistres. Un individu perdant son autonomie durant le délai de carence ne pourra demander une indemnisation mais les primes versées au titre de la garantie dépendance seront remboursées.

Les contrats du Label GAD doivent prévoir des clauses pour revaloriser les garanties, les prestations et les cotisations. De plus, ces contrats doivent préciser un nombre d'années minimum de cotisation pour pouvoir garder un maintien partiel de la garantie prévue si l'assuré tombe en dépendance lourde.

Le label GAD prévoit, donc, aussi un accompagnement de l'assuré. Après la souscription d'un contrat, l'assuré doit pouvoir bénéficier d'informations ou d'actions de prévention pour sa personne ou son entourage. Un service d'assistance doit exister afin d'accompagner les assurés qui sont en dépendance.

Finalement, il est intéressant de noter que les contrats label GAD doivent utiliser un vocabulaire commun répertorié dans un document créé pour rendre compréhensibles les contrats d'assurances dépendances. Les contrats labélisés label GAD correspondent à 60% des ventes du marché de l'assurance dépendance et permettent, donc, d'avoir une bonne vision des offres faites sur le marché de l'assurance dépendance.

1.2.3 Arbitrage du rôle des pouvoirs publics et des compagnies d'assurance

Les acteurs qui prennent majoritairement en charge la dépendance sont les acteurs publics qui sont la sécurité sociale et l'Etat via l'APA et le remboursement des frais de santé. Aujourd'hui, sur les 30 milliards d'euros des dépenses effectuées pour la dépendance, 23 milliards de ces dépenses sont faites par les pouvoirs publics. Pour autant, l'Etat voudrait que plus de français souscrivent à des contrats d'assurance dépendance pour pouvoir faire face à ce risque, car, l'APA comme nous l'avons vu ne suffit pas à payer tous les frais liés à la dépendance. En outre, pour répondre à l'augmentation du nombre de dépendants le gouvernement se posait la question en 2019 de savoir si l'adhésion à un contrat d'assurance dépendance ne devrait pas être obligatoire à partir d'un certain âge. En effet, une forte hausse de la dépendance pourrait, selon les différents rapports gouvernementaux, doubler les dépenses des pouvoirs publics pour financer la dépendance. Le rapport LIBAULT (2019) rejette cette idée d'obligation de l'assurance dépendance. En outre, le rapport propose pour augmenter le nombre de souscriptions que les contrats santé soient forcément accompagnés d'une complémentaire dépendance avec un montant de rente minimum qui n'a pas encore été fixé mais qui devrait être entre 300 et 500 euros. On remarque, donc, une certaine volonté de l'Etat à vouloir que les compagnies d'assurances ou les mutuelles interviennent de plus en plus dans la prise en charge de la dépendance en France.

De plus, selon un sondage IFOP 85% des français voudraient vieillir le plus longtemps à domicile. Ce sondage souligne aussi que les individus questionnés sont prêts à consacrer plus de 2000 euros par an pour pouvoir vieillir à domicile. Pour pouvoir vieillir chez eux, les assurés devront aménager leur logement. Le coût important de ces aménagements ne pourra pas être payé avec les montants de l'APA d'aujourd'hui. Les assureurs pourraient facilement répondre à ce besoin alors qu'il serait plus compliqué pour l'Etat de répondre à cette demande tout en gardant un budget stable. Les assureurs pourraient offrir des garanties dans leurs contrats d'assurance dépendance permettant d'adapter les logements des dépendants pour qu'ils vivent plus longtemps chez eux.

Le rapport Libaut proposait aussi que l'état s'engage à payer tous les frais liés à la dépendance des individus ayant vécu 4 ans de dépendance totale. Cette proposition ne pourrait concerner que très peu d'individus car moins de 15% selon DUÉE et REBILLARD (2006) ont un temps de survie en dépendance dépassant les 5 ans. Enfin, le rapport LIBAULT (2019) souligne que les aidants devraient être plus aidés. L'Etat avec la loi des aidants offre la possibilité aux aidants de prendre des jours de congés pour aider les dépendants. Ces dernières années, de nouveaux produits ont été commercialisés par les compagnies d'assurance afin de favoriser l'aide aux aidants.

Enfin, le rapport Libaut indiquait que la prévention de la perte d'autonomie n'est pas assez mise en avant par l'Etat français. Ce rapport souligne que, d'une part, l'Etat devrait investir davantage dans la prévention et que, d'autre part, les compagnies d'assurance devraient ajouter des actes de préventions dans leurs contrats d'assurance dépendance.

En effet, ce rapport souligne que l'Etat et les compagnies d'assurance devraient accompagner les français dans leur santé pour que les personnes âgées vieillissent en meilleure santé et ainsi retarder l'âge d'entrée en dépendance. Il apparaît donc que l'Etat souhaite que les compagnies d'assurances prennent un plus grand rôle dans la prise en charge de l'assurance dépendance.

1.3 Les acteurs de la prévention pour la perte d'autonomie des personnes âgées en France

1.3.1 Définition de la prévention et exemple de politiques de prévention santé en France

La prévention primaire

La prévention primaire selon l'OMS correspond à l'ensemble des actes destinés à diminuer l'incidence d'une maladie ou d'un problème de santé. Elle permet, donc, de réduire le nombre d'apparition des nouveaux cas dans une population saine par la diminution des causes et des facteurs de risques. Par conséquent, la prévention primaire est utilisée sur l'ensemble de la population. On ne cherche pas à faire de la prévention sur des individus ciblés qui sont à risque. On peut citer comme exemple de prévention primaire les campagnes de vaccinations obligatoires.

La prévention secondaire

La prévention secondaire a l'objectif de détecter, à un stade précoce, des maladies ou pathologies qui n'ont pas pu être décelées par les méthodes de prévention primaire. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère aussi la prévention secondaire comme un ensemble de mesures destinées à interrompre un processus morbide en cours pour prévenir de futures complications et séquelles, limiter les incapacités et éviter le décès. Elle comprend tous les actes destinés à diminuer la prévalence d'une maladie dans une population. Elle permet, donc, de détecter une maladie avant l'apparition des symptômes, de façon à pouvoir intervenir pour ralentir ou arrêter sa progression. Ces méthodes permettent de diminuer la durée et la gravité d'évolution de la maladie et leurs impacts sur les individus. Si la prévention primaire s'intéresse aux populations, la prévention secondaire vise plus particulièrement l'individu à haut risque et peut faire appel à l'intervention clinique en évitant la progression de la pathologie et des lésions. La prévention secondaire est principalement concentrée sur le dépistage. De plus, par un diagnostic précoce, elle permet d'intervenir rapidement afin de trouver la pathologie ou la maladie afin de trouver un traitement à la suite de l'intervention clinique. Pour autant, ce dernier sera adapté aux besoins de chaque individu, et toute mesure prise doit entrer dans le cadre d'un traitement médical d'ensemble tenant compte de l'état clinique du patient et de son mode de vie antérieur. On peut citer comme exemple de prévention secondaire le dépistage d'un cancer du poumon pour les fumeurs.

La prévention tertiaire

La prévention tertiaire désigne l'ensemble des moyens mis en œuvre pour éviter qu'un individu atteint d'une ancienne maladie ait de nouvelles complications. Elle comprend :

- Tous les actes destinés à diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou handicaps et l'incidence des rechutes.
- Toutes les activités cliniques menées après le diagnostic de la maladie et destinées à empêcher la détérioration de l'état du malade ou les complications.

Cette conception étend la prévention au domaine de la réadaptation : elle cherche à favoriser la réinsertion professionnelle et sociale après la maladie. De plus, la prévention tertiaire permet de diminuer la surmédication des individus qui ont connu une maladie qui a fortement impacté leur vie. On peut citer comme exemple de prévention tertiaire le suivi systématique des malades du cancer, car la probabilité de rechute est importante pour les anciens cancéreux.

1.3.2 Le rôle de l'état dans la mise en place des politiques de prévention pour la perte d'autonomie des personnes âgées.

L'Etat français organise de nombreuses politiques de prévention afin d'améliorer la santé des français et faire des économies sur le long terme. On peut citer les politiques de prévention contre le tabagisme ou les nombreuses politiques des dépistages de cancers (cancer du sein, cancer du côlon...) qui sont totalement remboursés par la sécurité sociale à partir d'un certain âge. Pour contrer la hausse du nombre de dépendants, l'Etat a décidé d'organiser en 2015 avec l'aide de Jean-Pierre AQUINO (2015) le plan national d'action de prévention de la perte d'autonomie. Ce plan propose des propositions de prévention qu'elles soient primaires, secondaires ou tertiaires. Ce plan propose des actes afin de prévenir la dépendance. Ces actes se concentrent sur la santé des individus, l'alimentation, le passage de la vie active à la retraite, la sociabilisation des personnes âgées. L'Etat veut organiser non seulement de la prévention par des actes concrets, comme le dépistage d'une maladie ou le remboursement de certains médicaments, mais aussi viser à diminuer la dépendance par le biais de politiques d'informations. Ces politiques d'informations pourront avoir comme sujet l'alimentation et son impact sur le fait de bien vieillir ou le bienfait des activités physiques sur la dépendance. Ce plan souligne aussi l'utilité de la prévention tertiaire pour permettre aux personnes en dépendance de pouvoir vivre leur fin de vie correctement. Ce rapport souligne aussi le manque de formation en France de travailleurs qualifiés pour pouvoir faire de la prévention ou détecter les facteurs de risque de la dépendance.

Il est aussi intéressant de noter que la prévention santé constitue un réel investissement sur le long terme. En effet, une étude européenne menée pour l'agence européenne pour la santé et la sécurité du travail a montré que les politiques européennes de prévention contre les risques psychosociaux permettent de gagner de l'argent. Cette étude montre qu'un euro investi dans la prévention des risques psychosociaux, rapporte jusqu'à 13 euros. Il est, donc, notable d'observer que la prévention permet à la fois de diminuer le risque dépendance pour la population française et de faire des économies. De plus, les politiques de prévention contre le tabac ont, par exemple, causé une diminution de la population des fumeurs ce qui aura un impact positif sur la santé des seniors et sur les coûts liés à leur dépendance.

1.3.3 Les actions de prévention santé mises en place par les compagnies d'assurance.

L'assurance et la prévention sont très liées. En effet, le but d'une assurance est de couvrir un risque et le rôle de la prévention est d'éviter ou de réduire le risque. Les assurances utilisent la prévention pour diminuer le risque afin de réduire le nombre de sinistres. Par exemple, les vaccins servent à empêcher qu'une maladie se déclenche. Certains vaccins ont permis la disparition de maladies en France comme la variole.

La prévention est aussi utilisée pour diminuer l'impact du sinistre afin de faire un gain comme le dépistage qui permet de mieux traiter une maladie et de diminuer les coûts médicaux. Ces nombreux dépistages financés par les compagnies d'assurance ont permis de diminuer l'impact des sinistres sans les éviter totalement.

Pour la dépendance, il est important de noter que la prévention ne peut évidemment pas supprimer le risque de dépendance, mais, qu'elle peut le diminuer. Une politique de prévention aura pour but de diminuer la probabilité de tomber en dépendance, de retarder l'entrée en dépendance et de diminuer le nombre de dépendants. Aujourd'hui, on peut observer que les compagnies d'assurance investissent de plus en plus dans la prévention. Pour cela, certaines compagnies d'assurance favorisent leurs assurés qui effectuent des actes ou s'équipent afin de diminuer le risque ou son impact. Par exemple, aux Etats-Unis des assurances accordent des bonus à leurs assurés qui font du sport ou diminuent leur poids afin d'être en meilleure santé. Les objets connectés permettent aux compagnies d'assurances d'observer et d'analyser le comportement de ses assurés. Aux Etats-Unis toujours, une compagnie d'assurance vend des contrats d'assurance-vie avec des réductions de cotisations. Le client peut voir une réduction sur ses primes s'il accepte de faire régulièrement de l'exercice physique et si ses performances sont surveillées par la compagnie d'assurance qui les évalue à travers un appareil connecté comme une montre ou un bracelet pour le sport. En France, une compagnie d'assurance rembourse toutes les solutions à base de nicotine afin que ses assurés arrêtent de fumer. On peut donc noter que les assureurs utilisent la prévention afin de diminuer leurs risques. Ils l'utilisent aussi pour améliorer leur image. Une compagnie d'assurance aura une meilleure image si elle aide ses assurés à être en meilleure santé ou contribue à lutter contre une pathologie qui affecte de manière importante leur vie. La population française est favorable à ce que les assurances aident ses assurés à se maintenir en bonne santé. Un sondage réalisé sur le site d'AXA montre que 67% des personnes ayant répondu au sondage pensent que les compagnies d'assurance sont légitimes pour aider leurs clients à rester en bonne santé. Certaines compagnies d'assurance proposent de la prévention dans leurs contrats d'assurances dépendance mais cette prévention se résume surtout à des informations données à leurs souscripteurs pour diminuer les facteurs de risques qui sont liés à la dépendance. Enfin, la fédération française de l'assurance voudrait que la prévention soit rajouter comme condition pour être labélisé Label GAD.

1.4 Modélisation de la dépendance et sa tarification

1.4.1 Modélisation des différents états dans un contrat d'assurance dépendance

Le travail sur la prévention que nous allons effectuer va porter sur la population du contrat qui paie toujours des cotisations c'est-à-dire la population que l'on considère en non-perte d'autonomie. Il est, donc, important de regarder comment la dépendance est modélisée et de savoir les états et l'évolution de ses états au cours du temps. Pour modéliser la dépendance nous avons plusieurs hypothèses. Dans un premier temps, la population étudiée ne peut se situer que dans 3 états bien distincts :

- L'assuré est autonome et est toujours en vie.
- L'assuré est en dépendance.
- L'assuré est décédé.

De plus, un assuré en état en dépendance ne peut pas redevenir autonome. On considère qu'il n'y a qu'un état de dépendance. Une personne en dépendance peut donc soit rester en dépendance soit décéder. Nous avons par conséquent les taux suivants pour un individu à l'âge x :

- i_x taux d'entrée en dépendance.
- p_{ix} taux de dépendants qui restent dépendants.
- p_{ax} taux de cotisants qui restent autonomes.
- q_{ax} taux de mortalité des cotisants.
- q_{ix} taux de mortalité en dépendance.

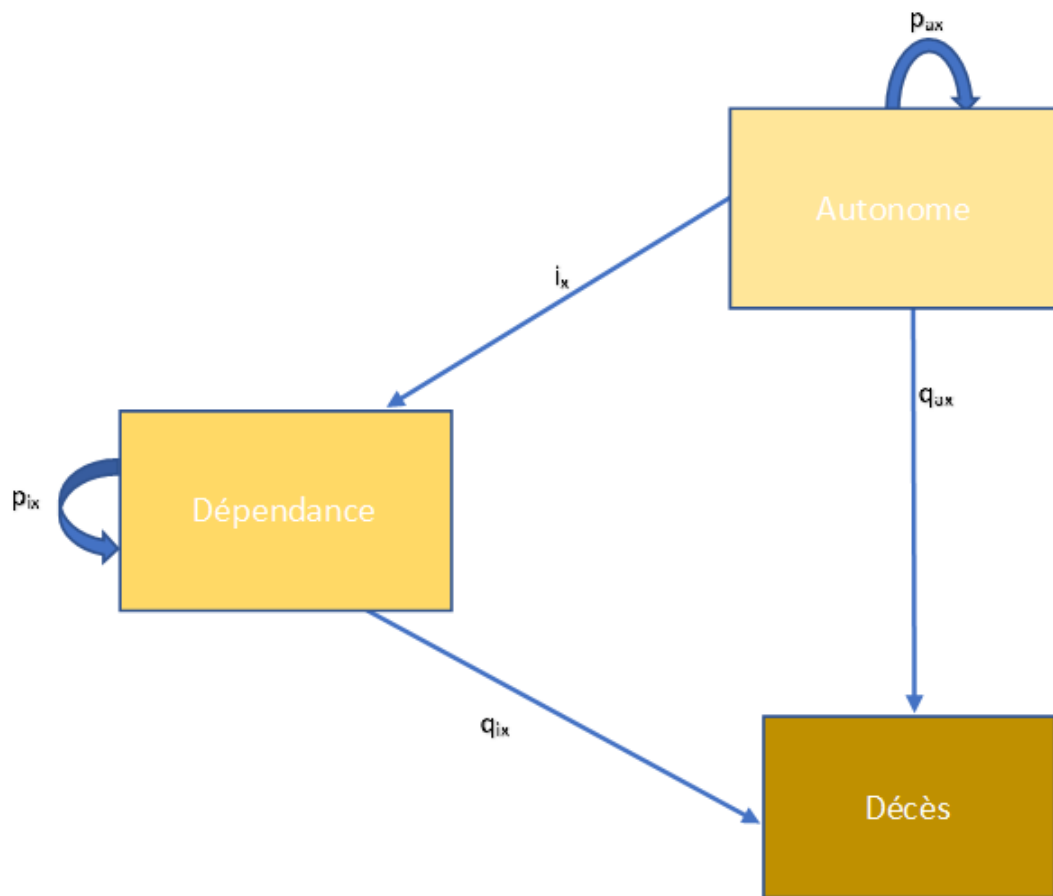


FIGURE 1.7: Modélisation de la dépendance

De plus, nous avons des relations entre ces différentes probabilités :

$$\begin{aligned} p_{ix} + q_{ix} &= 1 \\ q_{ax} + p_{ax} + i_x &= 1 \end{aligned}$$

Les contrats d'assurance proposent plusieurs options pour les rentes en fonction d'une dépendance totale ou d'une dépendance totale ou partielle. Nous allons donc introduire les taux d'incidence suivants :

- i_x^{dt} taux d'entrée en dépendance en étant autonome ou en dépendance partielle.
- i_x^{dpdt} taux d'entrée en dépendance partielle ou totale en étant autonome.

Nous allons définir les différentes variables que nous allons utiliser dans le modèle pour pouvoir tarifier un contrat d'assurance dépendance et regarder l'impact d'un changement contractuel ou d'une politique de prévention sur la sinistralité du contrat et sur son résultat. Nous avons donc comme variable :

- x l'âge de l'assuré lors de la souscription .
- s l'âge de l'assuré lors du sinistre.
- t le temps écoulé depuis la souscription du contrat.
- R la rente.
- Ch le taux de chargement.
- l_x^{val} la population valide à l'âge x .
- l_x^{valdp} la population valide ou en dépendance partielle à l'âge x .
- $l_{x:k}^{dt}$ la population en dépendance totale entrée à l'âge x et toujours en vie après k années.
- $l_{x:k}^{dpdt}$ la population en dépendance totale et partielle entrée à l'âge x et toujours en vie après k années.
- v le facteur d'actualisation.
- m le fractionnement de la rente.

1.4.2 Tarification d'un contrat d'assurance

Dans un premier temps, pour simplifier les formules nous n'allons pas prendre en compte le sexe de l'assuré et nous posons que la rente est de 1 euro. Pour tarifier un contrat d'assurance dépendance, nous posons que la prime sera payée en début d'année et que la rente sera versée après le délai de franchise. En outre, pour calculer la prime nous avons besoin de connaître les engagements de l'assureur si l'assuré tombe en dépendance. Nous poserons comme hypothèse que la garantie est uniquement une rente. Elle peut être mensuelle ou trimestrielle ou annuelle. La garantie se déclenche lorsque l'assuré devient dépendant. Nous noterons $ai_s^{(m)}$ l'engagement de la compagnie d'assurance lorsque l'assuré tombe en dépendance. Par conséquent, pour une option dépendance totale nous avons :

$$ai_s^{dt(m)} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{v^{s+i} \times l_{s:j}^{dt}}{v^s \times l_{s:0}^{dt}} + \frac{m-1}{2m}.$$

Pour une option dépendance totale et partielle :

$$ai_s^{dpdt(m)} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{v^{s+i} \times l_{s:j}^{dpdt}}{v^s \times l_{s:0}^{dpdt}} + \frac{m-1}{2m}.$$

Maintenant que nous avons l'engagement de l'assureur, nous allons calculer la prime pure lorsque le paiement est unique pour une option dépendance totale :

$$PUP_x^{dt} = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{valdp} \times i_{x+j}^{dt} \times ai_{x+j}^{dt(m)}}{v^x \times l_x^{valdp}}.$$

Pour une option dépendance totale et partielle :

$$PUP_x^{dpdt} = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{val} \times i_{x+j}^{dpdt} \times ai_{x+j}^{dpdt(m)}}{v^x \times l_x^{val}}.$$

Pour une prime unique où la personne reçoit 50% de sa rente s'il tombe en dépendance partielle et l'entièreté de sa rente s'il tombe en dépendance totale :

$$PUP_x = 0,50\% \times PUP_x^{dpdt} + 0,50\% \times PUP_x^{dt}$$

La prime pure à paiement unique n'est pas suffisante pour tarifier un contrat d'assurance dépendance. En effet, la plupart des compagnies d'assurance proposent des contrats d'assurance dépendance avec des primes payées annuellement. Par conséquent, pour calculer la prime nous avons besoin de connaître l'engagement de l'assuré s'il paye une prime annuelle pendant toute la durée de la vie du contrat. L'assuré arrête de payer les primes si l'assuré est considéré comme dépendant. On va noter \ddot{a}_x l'engagement de l'assuré. Nous avons, donc, pour une option dépendance totale :

$$\ddot{a}_x^{dt} = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{valdp}}{v^x \times l_x^{valdp}}.$$

Option dépendance partielle et totale :

$$\ddot{a}_x^{dpdt} = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{val}}{v^x \times l_x^{val}}.$$

Nous posons PP_x^{dt} la prime pure annuelle pour une rente en cas de dépendance totale :

$$PP_x^{dt} = \frac{PUP_x}{\ddot{a}_x^{dt}}.$$

Pour une prime annuelle où la personne reçoit 50% de sa rente s'il tombe en dépendance partielle et l'entièreté de sa rente s'il tombe en dépendance totale nous posons :

$$PP_x = \frac{PUP_x}{\ddot{a}_x^{dpdt}}.$$

Nous allons calculer la prime commerciale d'un contrat d'assurance dépendance avec une option de rente partielle et totale. Tout d'abord, certains produits d'assurance dépendance imposent des délais de carence pour leurs contrats d'assurance dépendance. Si un assuré tombe en dépendance pendant ce délai, l'assureur rembourse les primes de l'assuré, mais, il ne prend pas en charge la dépendance de l'assuré. Il est, donc, très important de prendre en compte le délai de carence dans le calcul de la prime du contrat d'assurance dépendance. Le délai de carence n'est pas unique et il est différent selon les causes de l'entrée en dépendance. La plupart des compagnies d'assurance ont deux délais de carence l'un pour les maladies neurodégénératives et l'autre pour les autres causes.

Généralement, le délai de carence pour les maladies neurodégénératives est de 3 ans, mais, pour le calcul nous le notons $d1$ et il est de 1 an pour les autres causes que nous allons noter $d2$. De plus, on note p_1 la proportion d'assurés qui tombent en dépendance à cause d'une maladie neurodégénérative pendant le délai de carence et on note p_2 le nombre de personnes tombant en dépendance pendant $d2$ pour une autre cause qu'une maladie neurodégénérative. Nous avons, donc, pour le calcul de la prime avec le délai de carence la prime suivante :

$$P_x^{dpdt(CA)} \times (\ddot{a}_x - CA_x) = PUP_x.$$

avec :

$$CA_x = p_1 \times \sum_{j=0}^{d1-1} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{val} \times i_{x+j}^{dpdt} \times (j+1)}{v^x \times l_x^{val}} + p_2 \times \sum_{j=0}^{d2-1} \frac{v^{x+j} \times l_{x+j}^{val} \times i_{x+j}^{dpdt} \times (j+1)}{v^x \times l_x^{val}}.$$

La réglementation européenne interdit de différencier les hommes et les femmes lors de la vente de produits d'assurance dépendance. Le risque de dépendance n'est pas le même entre les femmes et les hommes, car, les femmes vivent plus longtemps que les hommes. Il est donc intéressant de regarder comment intégrer les différentes primes et engagements pour calculer la prime du contrat sans différencier le sexe des individus. Nous avons donc pour variables :

- $\ddot{a}_x^{dpdt(f)}$ engagement de l'assuré si c'est une femme pour un âge à la souscription x .
- $\ddot{a}_x^{dpdt(h)}$ engagement de l'assuré si c'est un homme pour un âge à la souscription x .
- $PUP_x^{dpdt(f)}$ prime pure unique pour une femme pour un âge à la souscription x .
- $PUP_x^{dpdt(h)}$ prime pure unique pour un homme pour un âge à la souscription x .
- CA_x^f prise en compte du délai de carence femme pour un âge à la souscription x .
- CA_x^h prise en compte du délai de carence homme pour un âge à la souscription x .
- α la proportion de femme à la souscription.

Nous avons, donc, pour prime pour un contrat d'assurance dépendance sans les chargements en prenant compte de la proportion de femmes et d'hommes à la souscription :

$$P_x^{dpdt(CA)} = \frac{\alpha \times PUP_x^{dpdt(f)} + (1 - \alpha) \times PUP_x^{dpdt(h)}}{\ddot{a}_x - CA_x}$$

$$\ddot{a}_x = \alpha \times \ddot{a}_x^{dpdt(f)} + (1 - \alpha) \times \ddot{a}_x^{dpdt(h)}$$

$$CA_x = \alpha \times CA_x^f + (1 - \alpha) \times CA_x^h$$

Il apparait, donc, que la proportion de femmes dans un contrat aura un impact significatif sur le calcul de la prime. Nous avons finalement la prime commerciale qui est :

$$P_x = P_x^{dpdt(CA)} \times (1 + Ch)$$

Chapitre 2

Etude d'expérience et impact d'un changement contractuel sur la rentabilité de deux portefeuilles

2.1 Sélection et présentation des portefeuilles et des produits sélectionnés

2.1.1 Sélection des portefeuilles et produits sélectionnés

Swiss Re est une compagnie de réassurance qui réassure des produits d'assurance dépendance depuis 1988. Nous avons, donc, de multiples produits d'assurance dépendance avec leurs caractéristiques contractuelles propres, un réseau de distribution différent, une population d'assurés différente, des périodes de commercialisation différentes et des natures de donnée différentes.

Pour effectuer l'étude d'un impact d'un changement contractuel sur la rentabilité nous devons sélectionner des portefeuilles et des produits spécifiques. Nous choisissons de sélectionner plusieurs produits pour avoir un plus grand nombre de profil d'adhérents et un plus grand nombre de sinistres ce qui permettra d'avoir une vision plus générale. Pour choisir ces produits nous allons nous baser sur 4 critères :

- Le pourcentage de sinistres doit être supérieur à 3% du nombre d'adhésions pour avoir un nombre de sinistre suffisant pour effectuer l'étude.
- Les produits doivent avoir plus de 3000 souscriptions pour avoir une population assez importante.
- Les produits ont des données sur la cause d'entrée en dépendance.
- Les produits doivent être commercialisés au minimum en 2005 pour avoir au moins 15 ans d'expérience ,car, le risque dépendance est un risque qui se déclenche 15 à 20 ans après la souscription.
- Les données doivent être précises sur la date d'entrée en dépendance et la date de décès de l'individu.

Nous avons sélectionné selon ces critères trois produits différents. Ces trois produits proviennent de deux portefeuilles différents.

Nous nommerons le premier portefeuille le portefeuille A et le deuxième portefeuille le portefeuille B. Pour le portefeuille A nous aurons le produit A1 et le produit A2. Pour le portefeuille B nous aurons le produit B1. Le produit A1 et A2 ont respectivement 3010 adhésions et 27147 adhésions. Le produit B1 a 26175 adhésions. Ces trois produits ont tous une sinistralité supérieure à 3% du nombre d'adhésions. Ces trois produits ont été commercialisés il y a plus de 20 ans. Enfin, nous possédons pour ces produits des données précises et claires sur la cause d'entrée en dépendance, les dates d'entrée en dépendance et les dates de décès des assurés.

Nous allons aussi pour le mémoire effectuer un travail sur l'impact d'actes de préventions pour un contrat d'assurance dépendance. Pour sélectionner les produits pour cette étude nous allons nous baser sur les critères suivants :

- Le pourcentage de cotisants doit être supérieur à 70% du nombre de souscriptions.
- Nous devons avoir des données sur la cause d'entrée en dépendance.
- Le produit doit avoir plus de 3000 souscriptions

Nous avons sélectionné un produit qui correspond à ces critères. Ce produit provient du portefeuille B et nous le nommerons B2. Ce produit a 37248 adhésions et 72% des assurés de ce produits sont toujours des cotisants. Le produit B2 est aussi intéressant à sélectionner, car, c'est un contrat qui représente bien les contrats dépendance du marché français. Les produits que nous avons sélectionnés possèdent des différences contractuelles. En effet, ils ne proviennent pas de la même compagnie d'assurance ou se sont vendus sur des périodes de commercialisation différentes. Nous présentons ici les différences contractuelles des contrats sélectionnés. L'idée est de pouvoir faire les changements de base contractuelle et de regarder leur impact sur la sinistralité.

Pour chaque produit sélectionné, nous présentons les éléments suivants :

- La période de commercialisation ;
- Les âges à la souscription ;
- Les définitions de la dépendance totale ou de la dépendance partielle ;
- Les délais de carence ;
- La période de franchise du contrat

Pour le portefeuille A, nous affichons les produits ainsi que les caractéristiques ci-dessous :

	Portefeuille A	
	A1	A2
Commercialisation	1990-1999	1999-2014
Age à la souscription	49-69 ans	50-70 ans
AVQ pris en compte	S'alimenter, de se déplacer, se laver, s'habiller	S'alimenter, de se déplacer, se laver, s'habiller
Dépendance totale	Impossibilité de réaliser seul 3AVQ/4	Impossibilité de réaliser seul 3AVQ/4
Dépendance partielle	Aucune	Aucune
Délai de carence	2 ans pour les maladies physiques ou mentales	3 ans en cas de démence sénile invalidante pour Alzheimer, Parkinson et sclérose en plaques, 1 an pour les autres maladies.
Franchise	90 jours	90 jours

TABLE 2.1: Caractéristique contractuelle des produits du portefeuille A

Pour le portefeuille B, nous affichons les produits ainsi que les caractéristiques ci-dessous :

	Portefeuille B	
	B1	B2
Commercialisation	1996-2009	2009-2018
Age à la souscription	45-75 ans	50-75 ans
AVQ pris en compte	S'alimenter, se déplacer, se laver, s'habiller	S'alimenter, se déplacer, se laver/s'habiller, se transférer, assurer l'hygiène de l'élimination
Dépendance totale	Impossibilité d'accomplir 3AVQ/4	Etre classé en GIR 1 ou 2 et impossibilité d'accomplir 3AVQ/5
Dépendance partielle	Impossibilité d'accomplir 2AVQ/4	Impossibilité d'accomplir seul 2AVQ/5 et être classé en GIR 3
Délai de carence	3 ans en cas de démence sénile invalidante ou présence d'Alzheimer, 2 ans pour les autres maladies	3 ans pour les maladies cognitives, 1 an pour les autres maladie
Franchise	Aucune franchise	90 jours

TABLE 2.2: Caractéristique contractuelle des produits du portefeuille B

Dans un premier temps, nous pouvons constater que les limites d'âges entre les produits sont proches et que les périodes de commercialisation se suivent entre les produits de chaque portefeuille. Nous avons des données pour chaque produit jusqu'à fin 2019. Nous avons, donc, que le produit A1 a 30 années d'expérience, le produit A2 a 21 années d'expériences, le produit B1 a 24 années d'expérience et le produit B2 a 11 années d'expérience.

Nous pouvons noter une similarité dans la définition de la dépendance totale pour les produits A1, A2 et B1. Cette similarité des définitions va nous permettre de comparer des individus qui sont déclarés dépendants par rapport à une même définition. Il n'y aura donc pas de biais provoqué par une différence de définition de la dépendance totale.

Les délais de carence sont différents pour chaque produit mais nous remarquons une homogénéisation d'un délai de 3 ans pour les sinistres causés par des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer.

Il est important de noter que le produit B1 ne possède pas de période de franchise alors que les autres produits possèdent tous la même période de franchise qui est de 3 mois.

Par conséquent, un assuré de B1 qui déclare sa perte d'autonomie recevra sa rente après l'acceptation de son dossier alors qu'une personne des autres contrats devra attendre 90 jours afin de recevoir sa rente pour son entrée en dépendance.

Nous pouvons comparer les caractéristiques contractuelles du produit B2 avec celle du label GAD. Il apparaît que le produit B2 a la même définition que le label GAD pour définir la dépendance totale et partielle. Le délai de carence et la période de franchise respectent tous deux les critères imposés par le label GAD. Le produit B2 est donc un produit proche des produits labélisés label GAD.

Les produits du portefeuille A n'ont pas de définition pour la dépendance partielle car ils ne proposent pas de garantie qui offre une rente lors d'une perte d'autonomie partielle. Ceci montre une limite de notre étude car nous n'aurons pas assez d'éléments pour pouvoir faire une étude sur la dépendance partielle.

Les produits que nous avons sélectionnés sont des produits commercialisés par les cédantes de la compagnie Swiss Re. Le principal rôle du réassureur est donc d'accompagner et de conseiller les cédantes dans la gestion et la commercialisation des produits dépendance. Les données utilisées proviennent des cédantes car le réassureur accumule les données de plusieurs compagnies pour réaliser sa mission. Nous sommes, donc, limités à une certaine restriction sur les données, notamment, parce que ce sont des données liées à la santé des assurés. Le réassureur gère plusieurs produits de dépendance et, donc, a une plus grande expérience que les compagnies d'assurance. Cette expérience importante permet au réassureur de développer des tables d'expérience. Nous avons utilisé trois tables : la table de mortalité des cotisants, la table d'incidence et la table de mortalité des dépendants. Les tables d'expérience de Swiss Re sont confidentielles et ne peuvent pas être divulguées. En effet, elles représentent le service le plus important qu'offre Swiss Re en tant que réassureur et elles ne sont pas divulguées sur le marché. En effet, le réassureur ne partage pas avec ses clients ses tables d'expériences mais envoie juste des informations comme les tarifs purs pour pouvoir créer et développer les produits.

2.1.2 Présentation des données des portefeuilles

Les produits viennent de deux portefeuilles différents ce qui implique que les natures des données des produits sont différentes. Dans un premier temps, nous n'avons aucune différence entre les produits A1 et le produit A2 au niveau des données. Les produits B1 et B2 ont des données différentes notamment sur la sinistralité car le produit B1 ne possède pas de délai de franchise. Nous avons des informations sur le sexe, la date de naissance de l'assuré et la date de la souscription du contrat d'assurance dépendance. Pour les 4 produits nous possédons la date de déclaration du sinistre et la date de début de versement de la rente. Nous prenons comme date d'entrée en dépendance la date de début de versement de la rente car c'est à cette date que la compagnie d'assurance considère que l'assuré est en état de perte d'autonomie et que la compagnie d'assurance lui verse une rente. Les 4 produits ont toutes les informations pour savoir si l'assuré cotise toujours, s'il est sorti du contrat, s'il est en dépendance ou s'il est décédé. Les données que nous utilisons sont des données récentes, car, elles ont été mises à jour jusqu'au 31 décembre 2019. Nous pouvons, donc, savoir dans quel état pour chaque produit se trouvait chaque assuré le 31 décembre 2019.

Nous avons pour chaque produit des causes d'entrée en dépendance plus ou moins spécifiques. Pour le portefeuille A les causes d'entrée en dépendance sont plutôt précises. En effet, nous avons les causes d'entrée en dépendance suivantes :

- Accidents

- Atteinte du système cardiovasculaire
- Atteinte du système digestif
- Atteinte du système immunitaire
- Atteinte du système nerveux central
- Atteinte du squelette
- Atteinte du système respiratoire
- Atteinte du système urinaire
- Troubles nerveux
- Tumeurs, cancers
- Atteinte des fonctions visuelles
- Autres

Les causes d'entrée en dépendance du portefeuille B sont, quant à elles, beaucoup moins précises. Elles ne sont classées qu'en deux catégories :

- Démence
- Maladie

Pour autant, ces causes d'entrée en dépendance nous permettent de savoir si le sinistre est déclaré durant le délai de carence, car, les délais changent en fonction de la nature de la cause du sinistre. Nous avons aussi des renseignements sur le montant de la rente de l'assuré s'il tombe en dépendance. Nous pourrions, donc, connaître le gain sur le montant des sinistres si le sinistre n'est plus considéré comme un sinistre avec le changement des bases contractuelles, car, nous avons connaissance de la rente et de la durée de dépendance de l'assuré.

Pour pouvoir analyser les différents produits, nous avons utilisé un code développé sur Rstudio afin de connaître les taux d'incidence et de mortalité de chaque produit. Pour pouvoir effectuer ce travail, les cédantes ont envoyé des données sur leurs sinistres, leurs chutes et leurs primes. Nous avons effectué un nettoyage des bases de données pour pouvoir effectuer ce travail, car, elles n'étaient pas homogènes entre elles et, parfois, les bases de données contenaient des erreurs sur les informations sur les assurés ou les sinistres. Puis, nous avons calculé pour chaque produit ce qui nous a le taux d'incidence dépendance, le taux de sortie, le taux de mortalité des cotisants et le taux de mortalité des dépendants. Nous avons, donc compilé et analysé ces données ce qui nous a permis d'avoir des statistiques sur la souscription, les cotisants, les sorties et leurs sinistralités.

Pour calculer les taux d'incidence et les taux de mortalité nous avons développé un code sur Rstudio* pour connaître l'exposition des assurés pour chaque produit. Nous avons deux types d'exposition : l'exposition durant la période de cotisation et l'exposition durant la période de dépendance. Nous avons développé un code qui calcule l'exposition durant la période de cotisation de l'individu selon la date d'anniversaire du contrat, l'année civile et la date d'anniversaire de l'assuré. L'assuré n'est plus exposé au risque de dépendance lorsqu'il devient dépendant, décède ou résilie son contrat. Lorsque l'assuré devient dépendant et survit à la période de franchise, sa période d'exposition en tant que dépendant commence et finit à son décès.

*Un exemple de code est illustré en annexe

Maintenant nous allons montrer comment nous calculons l'exposition du risque des cotisants avec l'aide de Rstudio. Le raisonnement est similaire pour le risque de mortalité des dépendants. Dans un premier temps, une unité d'exposition correspond à une durée d'un an. On notera comme variable doE , la date de début d'exposition donc la date d'effet du contrat. La date de fin d'exposition sera notée doX . Nous prenons la date de versement des rentes comme date d'entrée en dépendance, ce qui correspond à la date de déclaration plus la période de franchise. En outre, toutes les cédantes nous donnent les dates de versement des rentes nous n'avons donc pas de retraitement pour ajouter la franchise originelle et donc avoir la date de versement des rentes. Nous avons donc :

- doE = Date d'effet du contrat.
- doX = Date de fin de la garantie, date de résiliation en cas de sortie
- doX = Date d'entrée en dépendance (date de versement des rentes), en cas de dépendance.
- doX = Date de décès durant la période de cotisation.
- doX = Date de fin d'observation pour les autres possibilités.
- $duration$ = durée de vie du contrat

L'exposition du contrat est découpée en trois parties la date d'effet de la police, l'âge de l'assuré et l'année civile. Nous allons montrer ce découpage dans le tableau des calculs d'exposition. L'exposition est calculée entre les deux dates doe et dox . La première valeur de doe est égal à doE , donc la date d'effet du contrat. Les autres valeurs que prennent doe sont les dates de fin de la période précédente. La date de fin de période que nous notons dox prendra comme valeur soit la date d'anniversaire de l'assuré, soit la date d'anniversaire du contrat, soit la date de début d'année. Enfin, la dernière valeur que prendra dox sera la valeur doX , donc la date de fin d'exposition du contrat. Pour exemple, nous allons prendre un assuré qui a pour date de naissance le 03/07/1935, date d'effet de contrat le 01/01/1998 et date d'entrée en dépendance le 01/10/2003. Nous avons donc $doE=01/01/98$ et $doX=01/10/2003$. Par conséquent, la première valeur de doe sera 01/01/98 et la dernière valeur de dox sera 01/10/03. Nous nous retrouvons, donc, avec le découpage suivant.

date_de_naissance	date_effet_police	date_dependance	date_de_decès	doX	doe	dox	exposure	year	age	duration
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/98	03/07/98	0,5013698630	1998	62	1
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/98	01/01/99	0,4986301370	1998	63	1
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/99	03/07/99	0,5013698630	1999	63	2
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/99	01/01/00	0,4986301370	1999	64	2
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/00	03/07/00	0,5041095890	2000	64	3
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/00	01/01/01	0,4986301370	2000	65	3
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/01	03/07/01	0,5013698630	2001	65	4
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/01	01/01/02	0,4986301370	2001	66	4
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/02	03/07/02	0,5013698630	2002	66	5
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/02	01/01/03	0,4986301370	2002	67	5
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	01/01/03	03/07/03	0,5013698630	2003	67	6
03/07/35	01/01/98	01/10/03	13/02/09	01/10/03	03/07/03	01/10/03	0,2465753425	2003	68	6

TABLE 2.3: Découpage de l'exposition

Nous avons comme formule pour le calcul des expositions :

$$exposition = \frac{\text{nombre de jours exposés}}{\text{nombre de jours dans l'année}}$$

Nous pouvons observer sur le tableau ci-dessus que par exemple pour l'âge de 62 ans nous avons une exposition de 0,501. L'assuré durant sa 62^{ème} année est exposé durant 183 jours donc nous avons une exposition de $\frac{183}{365}=0,501$ pour un âge de 62 ans.

Enfin, nous avons effectué des modèles points pour regrouper les sous populations afin de calculer leur exposition totale, leur nombre de dépendants, leur nombre de résiliations, leur nombre de décès durant la cotisation et leur nombre de décès durant la dépendance.

Nous modifierons, dans ce mémoire, les caractéristiques contractuelles des contrats d'assurance dépendance comme la franchise ou le délai de carence. Nous modifierons, donc, les données pour pouvoir effectuer nos études. Pour l'augmentation de franchise, nous modifierons la date d'effet de la rente en y ajoutant une période de franchise de 3 mois que nous avons sélectionnée. Par exemple, si un individu rentre en dépendance le 30/04/2010, sa date d'entrée en dépendance après une augmentation de franchise sera, par conséquent, le 30/07/2010. Puis, nous observons si sa date de décès est avant la nouvelle date d'entrée en dépendance. Si c'est le cas, nous considérons que l'individu n'est pas un sinistre mais qu'il est décédé durant la période de franchise et, si ce n'est pas le cas, nous considérons que l'individu est tombé en dépendance. Puis, pour étudier l'impact de la nouvelle franchise sur la mortalité des dépendants, nous ne considérons que les personnes considérées comme dépendantes avec l'augmentation de la franchise. Nous sélectionnerons comme date d'entrée en dépendance la date de versement de la rente plus augmentation de la franchise.

Enfin, pour étudier l'impact sur le montant total des sinistres, nous regarderons le montant total des sinistres sans augmentation de franchise, puis nous observerons le montant total des sinistres avec augmentation de franchise. Une augmentation de franchise aura pour effet de diminuer le nombre de sinistres, mais aussi le nombre de rentes versées aux assurés. Pour recalculer le nombre de rentes versées aux assurés, nous calculerons la durée de vie en dépendance après augmentation de la franchise et, ainsi, nous recomptons le nombre de rentes versées. Nous pouvons noter comme limite sur l'étude de l'impact de la franchise que les contrats n'ont pas tous la même période de franchise notamment le produit B1 qui n'a pas de période de franchise. Par conséquent, quand nous augmenterons la franchise nous ne partirons pas sur la même base. Il sera donc intéressant de regarder les différences entre les produits selon leur franchise initiale.

Nous étudierons aussi l'augmentation du délai de carence. Le délai de carence change selon les pathologies ce qui complique le fait de savoir si l'assuré tombe en dépendance durant le nouveau délai de carence. Il faut, donc, regrouper les causes d'entrée en dépendance selon les causes suivantes : accidents, démence et maladies autres que démence. Nous ferons, donc, un test pour savoir si l'individu correspond à la bonne pathologie pour le délai de carence. Par exemple, pour un assuré qui tombe en dépendance durant la 5ème année de son contrat, nous devons savoir si la cause d'entrée en dépendance est une maladie cognitive pour savoir s'il tombe en dépendance durant le délai de carence. En effet, si la cause d'entrée en dépendance est une maladie cardiaque, alors, l'entrée en dépendance ne sera pas durant le délai de carence et l'assuré pourra bénéficier d'une rente viagère.

2.2 Etudes des caractéristiques statistiques du portefeuille

2.2.1 Etudes descriptives des produits sélectionnés

Il est important avant de regarder un impact de changement des bases contractuelles d'étudier l'état des produits et le profil des adhérents aux produits. Cette étude des produits va pouvoir nous donner des informations sur le profil de la population des produits et regarder si ces populations sont semblables ou sont différentes en fonction du produit. En effet, nous allons dans un premier temps étudier la population qui a souscrit pour chaque produit, puis, nous étudierons l'état des produits (nombre de cotisants, sinistres, sorties et décès). Nous ferons cette étude par portefeuille. C'est-à-dire que nous allons étudier en premier les produits du portefeuille A puis les produits du portefeuille B.

Etude du portefeuille A.

Nous avons dans le portefeuille A 30147 individus qui ont souscrit à une assurance dépendance. Le portefeuille A est composé du produit A1 et du produit A2. Par conséquent, nous allons observer comment sont répartis les assurés par produit dans le portefeuille A.

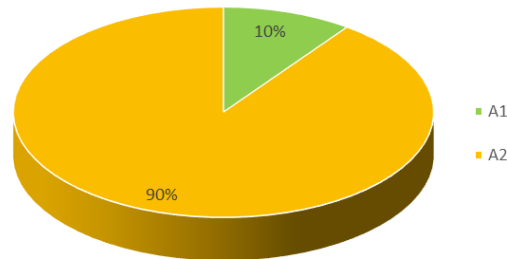


FIGURE 2.1: Répartition portefeuille A

Nous pouvons voir que le nombre d'assurés du produit A2 est largement supérieur avec 27137 individus à celui du produit A1 qui est de 3010 individus. Les deux produits du portefeuille A ont des périodes de souscriptions qui se suivent. Le produit A2 a, donc, été créé pour pouvoir remplacer le produit A1. C'est pour cela qu'il n'y a pas de grand changement contractuel entre ces deux produits car A2 a été créé sur les bases du produit A1. Nous pouvons, donc, penser que la population du produit A1 et du produit A2 ne sont pas très différentes. Nous allons, donc, observer l'évolution de la souscription pour ces deux produits. Dans un premier temps, nous allons regarder l'évolution des souscriptions et du pourcentage de souscription féminin, puis, pour chaque année de souscription, nous regarderons l'évolution du montant de rente moyen et de l'âge moyen à l'adhésion.

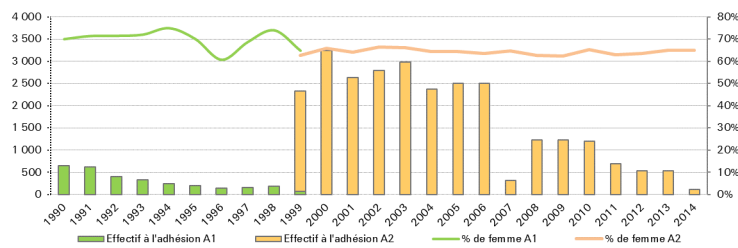


FIGURE 2.2: Effectif à la souscription de femme à la souscription

On peut observer que le produit A1 s'est beaucoup moins vendu que le produit A2 et a vite perdu de l'attractivité. Il ne s'est correctement vendu que les 3 premières années ouvertes à la souscription. Le produit A2 a connu une période de forte adhésion entre 1999 et 2006 et a connu un nouveau cycle de production après 2007. Il est aussi important de noter la différence entre les proportions de femmes des deux contrats. La proportion de femmes chez A1 est beaucoup plus importante que pour le produit A2. Elle est de 70% alors que pour A2 la proportion de femmes est de 65%. Il apparaît que les femmes souscrivaient beaucoup plus à des contrats d'assurance dépendance que les hommes dans les années 90 que dans les années 2000. Maintenant nous allons regarder comment l'âge moyen et le montant de rente varient en fonction de l'année de souscription.

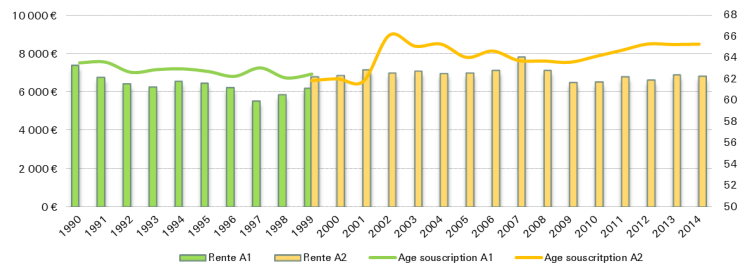


FIGURE 2.3: Montant de rente à l'adhésion et âge moyen à la souscription

Nous pouvons observer que les montants de rentes sont nettement plus élevés pour A2. Le montant de rente moyen à l'adhésion est égal à 6941 euros pour A2 alors que le montant de rente moyen à l'adhésion pour A1 est de 6591. Nous pouvons noter que les individus qui souscrivent pour A2 sont plus âgés que ceux qui souscrivent pour A1. L'âge à l'adhésion moyen, pour A1, est de 63,1 ans, tandis que, pour A2, il est de 63,9 ans. Il apparaît, donc, que la population du produit A1 n'est pas très éloignée de la population du produit A2, mais, qu'il y a certaines différences notamment sur la proportion de femmes à la souscription. Maintenant que nous avons vu la population qui a souscrit aux contrats du portefeuille A, nous allons regarder l'état de ce portefeuille aujourd'hui.

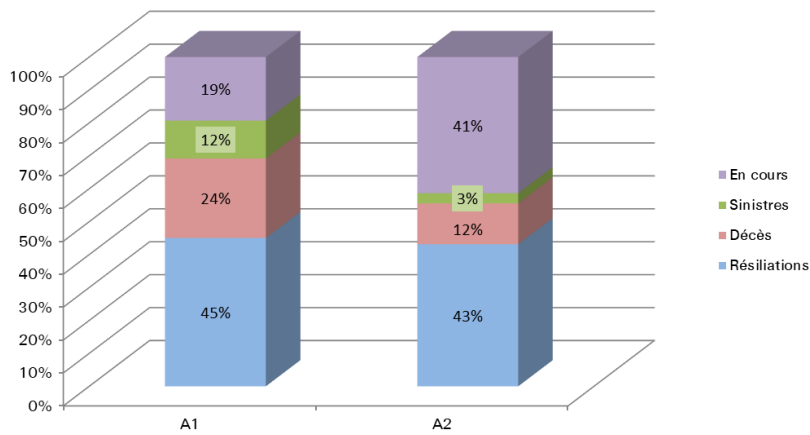


FIGURE 2.4: Composition du portefeuille A

Nous pouvons observer que le produit A1 a une plus grande proportion de sinistres que le produit A2 ce qui semble logique vu que le produit A1 s'est fermé lors de l'ouverture du produit A2. Nous pouvons observer qu'il y a la même proportion de résiliations entre les deux produits, mais, qu'il y a plus une plus grande proportion de cotisants pour le produit A2. Il apparaît que le produit A1 a eu une faible utilité, car, pour l'instant, 69% des personnes ayant souscrit à ce contrat sont décédées ou ont résilié leur contrat d'assurance dépendance. Enfin, le taux de résiliation pour ces deux contrats est assez important ce qui montre qu'une grande partie des individus souscrivant à un contrat d'assurance dépendance cessent de cotiser et rachètent leurs contrats, car, ils ne lui trouvent pas une grande utilité.

Nous pouvons observer ci-dessous l'évolution des taux de sortie selon l'ancienneté du contrat.

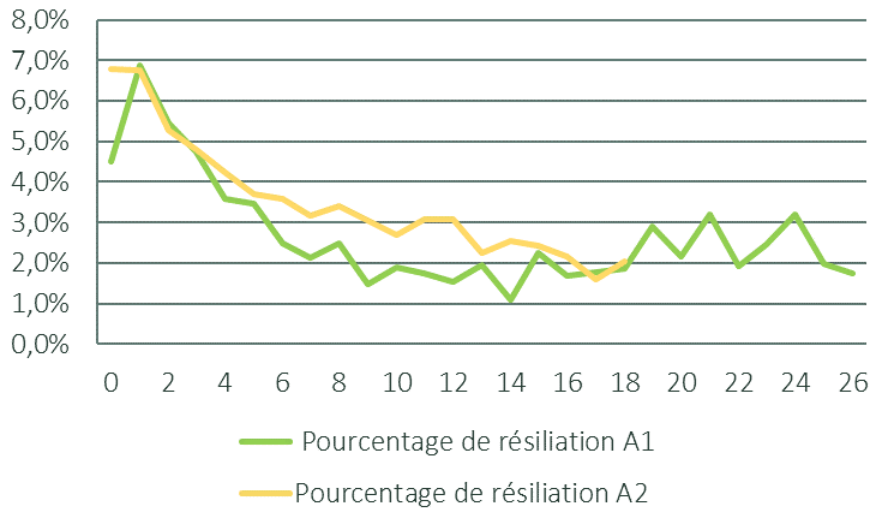


FIGURE 2.5: Evolution de la proportion de résiliation par ancienneté de contrat

Nous avons une forte résiliation les premières années et elle se stabilise vers les 2% après 8 années de vie du contrat. Finalement nous allons étudier le profil des individus qui tombent en dépendance et les comparer avec les profils des individus qui souscrivent à ces contrats d'assurance dépendance.

	A1		A2	
	Sinistres	Souscription	Sinistres	Souscription
Nombre de dépendants	347		842	
% femmes	73%	71%	69%	65%
Age moyen à la souscription	65,7	63,1	68,9	63,9
Rente	7 096	6 591	6 971	6 941
Age moyen à la survenance du sinistre	82,9		80,9	
Ancienneté moyenne de la police	17,1		12,1	

TABLE 2.4: Profil des sinistrés du portefeuille A

Nous avons donc pour le portefeuille A un total de 1189 sinistres pour le portefeuille A. Le tableau nous donne certaines indications sur le profil des sinistrés pour chaque produit. Dans un premier temps, nous pouvons observer un problème d'antisélection pour le produit A1 car les montants des rentes à l'adhésion des dépendants sont plus importantes en moyenne de 505 euros. De plus, nous pouvons aussi remarquer que les sinistres se déclarent pour les deux produits en moyenne vers les 81,5 ans et que les femmes sont majoritaires dans la population des sinistrés. Enfin, l'âge moyen à la souscription des individus tombés en dépendance est plus important que l'âge moyen à la souscription. Il est difficile d'établir une conclusion sur ce dernier point. En effet, les premières personnes qui tombent en dépendance sont les plus âgées lors de l'adhésion aux contrats ce qui augmente la moyenne des âges moyen à la souscription des sinistrés.

Etude du portefeuille B

Nous avons dans le portefeuille B 65398 individus qui ont souscrit à une assurance dépendance. Le portefeuille B est composé du produit B1 et du produit B2. Par conséquent, Nous allons observer comment sont répartis les assurés par produit dans le portefeuille B.

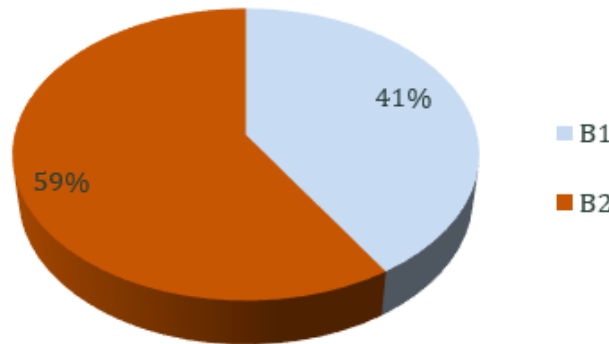


FIGURE 2.6: Evolution de la proportion de résiliation par ancienneté de contrat

Nous pouvons voir que le nombre d’assurés du produit B2 est supérieur avec 37248 individus à celui du produit B1 qui est de 26175 individus. Il est intéressant d’étudier la souscription pour ces deux produits. Le produit B1 a été ouvert à la souscription entre 1996 et 2009 puis le produit B2 a été ouvert à la souscription entre 2009 et 2018. Le produit B2 a, donc, été créé pour pouvoir remplacer le produit B1. Il y a eu certains changements contractuels entre ces deux contrats notamment la franchise qui est passé de 0 à 90 jours. Nous allons, donc, observer l’évolution de la souscription pour ces deux produits.

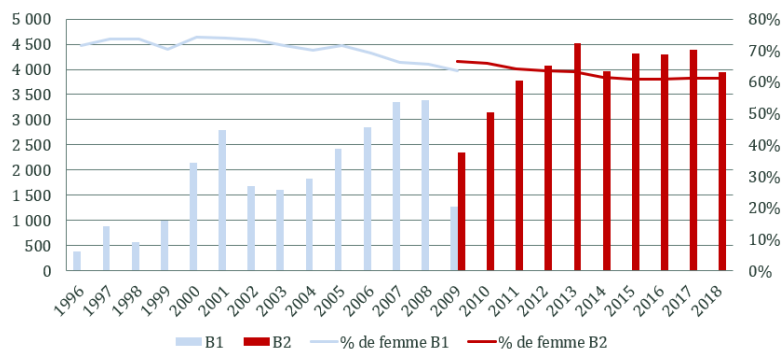


FIGURE 2.7: Evolution de la proportion de résiliation par ancienneté de contrat

Nous pouvons observer que la population du produit B1 est beaucoup plus féminine que la population du produit B2. Nous constatons que 70% des assurés du produits B1 sont des femmes tandis que 63% des assurés du produit B2 sont des femmes. Nous pouvons constater que, comme dans le portefeuille A, les femmes souscrivaient beaucoup plus que les hommes dans les années 90.

Maintenant regardons comment l'âge moyen et le montant de rente varient en fonction de l'année de souscription.

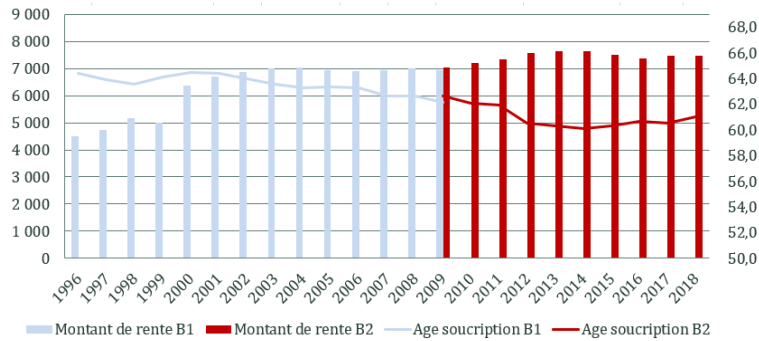


FIGURE 2.8: Evolution de la proportion de résiliation par ancienneté de contrat

Nous observons, donc, que les montants de rente à l'adhésion sont supérieurs pour le produit B2. La rente moyenne pour B2 est de 7430 euros alors que la rente moyenne est de 6656 euros pour le produit B1. De même, l'âge moyen à l'adhésion pour le produit B1 est supérieur à l'âge moyen pour le produit B2. L'âge moyen pour le produit B1 est de 63,5 ans et l'âge moyen pour le produit B2 est de 61 ans. Nous pouvons observer que pour les produits le montant de rente à la souscription et l'âge à l'adhésion ne varient pas beaucoup en fonction de l'année de souscription ce qui montre une stabilité de la population des adhérents.

Il apparait que les profils des populations à l'adhésion des deux produits sont proches. Nous pouvons dire que le profil type d'un assuré qui souscrit à l'un des produits des deux portefeuilles est une femme qui a entre 61 ans et 63 ans et qui souscrit à une rente d'un montant d'environ 7000 euros.

Nous avons vu la population qui a souscrit aux contrats du portefeuille B maintenant nous allons regarder l'état de ce portefeuille fin décembre 2019.

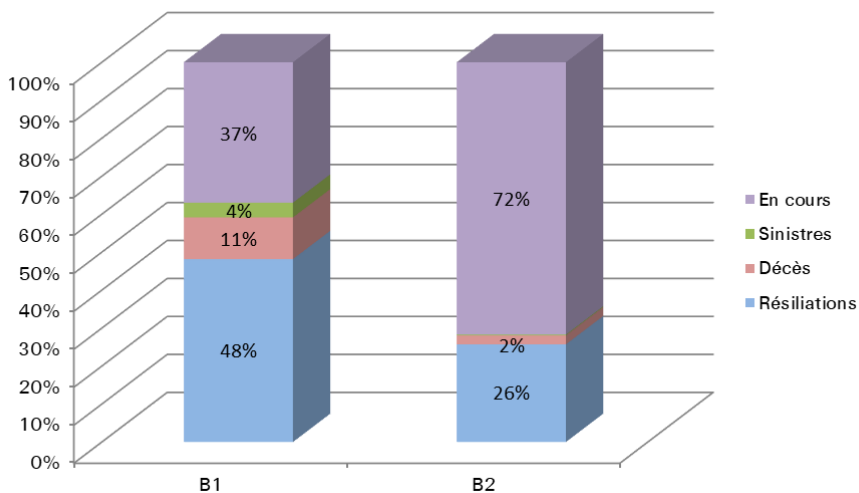


FIGURE 2.9: Composition du portefeuille B

Nous pouvons observer qu'il y a eu des sinistres dans le produit B1 et que le produit B2 n'a connu que très peu de sinistres. Seul 0,2% du produit B2 est sinistré. Nous pouvons voir que 72% des assurés sont toujours des cotisants pour le produit B2 ce qui est intéressant pour pouvoir observer l'impact d'une politique de prévention. Le produit B1 comme le produit A1 a une très faible utilité puisque 59% des assurés ont résilié leur contrat ou sont décédés. Il est aussi intéressant de voir comment les assurés résilient leur contrat d'assurance pour le produit B1. Nous pouvons observer ci-dessous l'évolution des taux de sortie selon l'ancienneté du contrat.

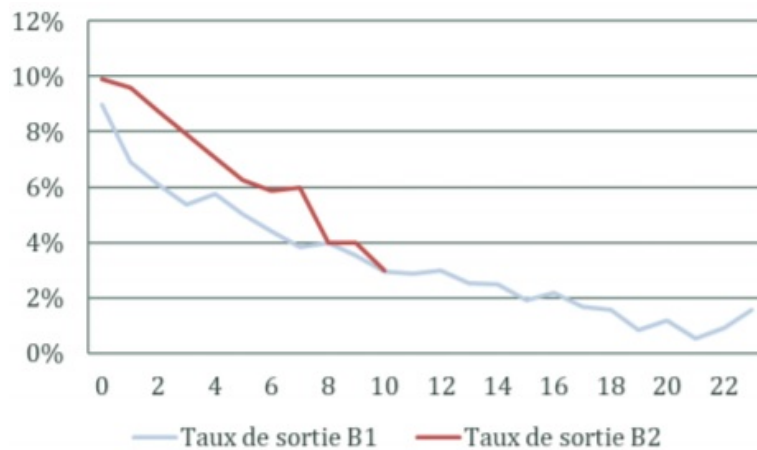


FIGURE 2.10: Evolution de la proportion de résiliation par ancienneté de contrat

Il apparaît que, dans les premières années du contrat, il y a une forte résiliation pour les deux produits. La résiliation diminue fortement pour le produit B1. Ceci montre qu'au moins 20% des assurés ne cotisent pas plus de 4 ans avant de résilier leur contrat d'assurance dépendance. Le taux de résiliation du produit B1 est un peu plus faible que celui du produit A1 mais reste proche du taux de résiliation des produits du portefeuille A. Nous avons, donc, une résiliation très proche entre les produits A1, A2 et B1.

Finalement, nous allons étudier le profil des individus du produit B1 qui tombent en dépendance et les comparer avec les profils des individus qui souscrivent à ces contrats d'assurance dépendance. Nous ne prenons que les sinistres de B1 car le produit B2 n'a pas connu assez de sinistres pour être pertinent.

B1	Sinistres	Souscription
Nombre de dépendants	932	
% femmes	75%	70%
Age moyen à la souscription	66,7	64,1
Rente	6 050	6 657
Age moyen à la survenance du sinistre	81,0	
Ancienneté moyenne de la police	14,3	

TABLE 2.5: Profil des sinistrés du portefeuille B

Nous avons, donc, 932 sinistres pour le produit B1 ce qui nous fait un total de 2121 sinistres si l'on y additionne les sinistres du produit A1 et du produit A2. Nous pouvons remarquer que, comme pour le portefeuille A, les femmes sont plus présentes dans la population de sinistrés et que l'âge moyen est supérieur à l'adhésion. L'âge de survenance du sinistre est aussi très proche de celui du portefeuille A. Nous pouvons noter que la rente des sinistrés est légèrement inférieure à la rente moyenne à la souscription. Nous n'avons, donc, pas d'antisélection sur cette population. Il apparaît que la population de sinistrés est semblable entre le portefeuille A et le produit B1 notamment pour l'âge d'entrée en dépendance et la proportion de femmes.

2.2.2 Etude des taux d'incidence dépendance, des taux de chute et des taux de mortalité des portefeuilles

Avant de regarder l'impact d'un changement contractuel sur les produits sélectionnés, nous allons regarder les différents taux de sinistralité des produits. Dans un premier temps, nous regarderons le taux des sorties des produits, puis, nous verrons le taux d'incidence dépendance des produits et, enfin, nous étudierons les taux de mortalité des dépendants. Nous ne regarderons pas les paramètres liés à la dépendance pour le produit B2, car, il ne connaît pas assez d'expérience au niveau de la sinistralité. Seul 0,2% des assurés du portefeuille sont tombés en dépendance. Nous allons montrer comment nous avons calculé les taux d'incidence dépendance, les taux de mortalité des cotisants, les taux de mortalité des dépendants et le taux de sortie.

Nous allons présenter la méthode que nous avons utilisée pour déterminer les taux de mortalité, les taux d'incidence dépendance et les taux de sortie. Nous posons les variables suivantes :

- $E_{x:x+4}$ l'exposition totale des personnes âgées de x à $x+4$.
- $L_{x:x+4}$ le nombre de personnes qui sont tombées en dépendance entre l'âge x et l'âge $x+4$.
- $D_{x:x+4}$ le nombre de personnes qui sont décédées, alors qu'elles cotisaient, entre l'âge x et l'âge $x+4$.
- $R_{x:x+4}$ le nombre de personnes qui ont résilié leur contrat d'assurance dépendance entre l'âge x et l'âge $x+4$.
- $I_{x:x+4}$ le taux d'incidence dépendance pour la tranche d'âge $(x, x+4)$.
- $M_{x:x+4}$ le taux de mortalité des cotisants pour la tranche d'âge $(x, x+4)$.
- $S_{x:x+4}$ le taux de mortalité de sortie pour la tranche d'âge $(x, x+4)$.

Nous calculons les taux bruts, nous avons donc que le taux d'incidence dépendance est égal à :

$$I_{x:x+4} = \frac{L_{x:x+4}}{E_{x:x+4}}.$$

Nous avons donc que le taux de mortalité des cotisants est égal à :

$$M_{x:x+4} = \frac{D_{x:x+4}}{E_{x:x+4}}.$$

Les sorties correspondent aux individus qui sont décédés ou qui ont résilié leur contrat. Nous avons donc que le taux de sortie est égal à :

$$S_{x:x+4} = \frac{R_{x:x+4} + D_{x:x+4}}{E_{x:x+4}}.$$

Nous allons calculer les taux de mortalité des dépendants. Nous posons :

- $E_{x:x+4}^{dep}$ l' exposition totale des dépendants âgés de x à $x+4$.
- $D_{x:x+4}^{dep}$ le nombre de personnes qui sont décédées en étant dépendantes entre l'âge x et l'âge $x+4$.
- $E_{x:x+4}^{dep(k)}$ l' exposition totale des dépendants âgés de x à $x+4$ après k années en dépendance.
- $D_{x:x+4}^{dep(k)}$ le nombre de personnes qui sont décédées en étant dépendantes entre l'âge x et l'âge $x+4$ après k années en dépendance.

Nous avons que le taux de mortalité des dépendants pour la tranche d'âge $(x, x+4)$ est :

$$M_{x:x+4}^{dep} = \frac{D_{x:x+4}^{dep}}{E_{x:x+4}^{dep}}$$

Nous avons que le taux de mortalité des dépendants pour la $k^{\text{ème}}$ année de dépendance pour la tranche d'âge $(x, x+4)$:

$$M_{x:x+4}^{dep(k)} = \frac{D_{x:x+4}^{dep(k)}}{E_{x:x+4}^{dep(k)}}$$

Maintenant, nous allons comparer pour chaque produit le taux de sortie, le taux de mortalité, le taux d'incidence dépendance et le taux de mortalité des dépendants.

Taux de sortie des produits

Les sorties correspondent au nombre de décès chez les cotisants ajoutés au nombre de résiliation des cotisants. Nous avons donc pour les tranches d'âges suivantes les taux de sortie des produits :

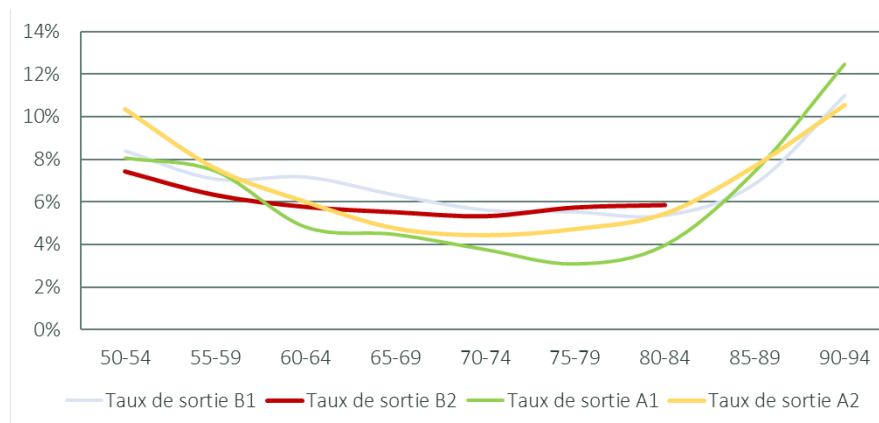


FIGURE 2.11: Evolution du taux de sortie des cotisants par tranche d'âge

Les quatre produits sont proches dans l'évolution des taux de sortie, ce qui ne semble pas surprenant, car, les profils des assurés sont proches entre chaque produit. De plus, il apparaît que les sorties se font au début ou à la fin du contrat d'assurance dépendance. Nous avons vu précédemment qu'au début d'un contrat d'assurance dépendance il y a une grande proportion de résiliations, puis, elle se stabilise vers la fin du contrat à environ 2% de résiliation. Nous pouvons supposer que l'augmentation des sorties pour les âges supérieurs à 80 ans est causée par l'augmentation de la mortalité des cotisants pour les âges élevés. Nous allons regarder la mortalité des cotisants pour les quatre produits sélectionnés.

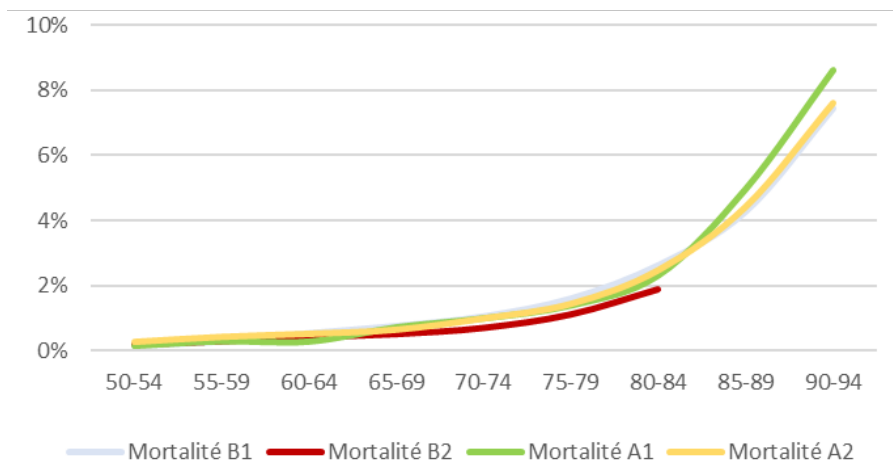


FIGURE 2.12: Evolution du taux de mortalité des cotisants par tranche d'âge

Nous pouvons constater que le taux de mortalité des cotisants est excessivement proche entre les différents produits des portefeuilles. Ceci ne semble pas très étonnant, car, comme nous l'avons vu les populations des produits sont proches. Enfin, il apparaît que l'augmentation des sorties pour les personnes âgées est causée par l'augmentation de la mortalité avec l'âge.

Taux d'incidence dépendance

Nous allons regarder comment le taux d'incidence dépendance évolue en fonction de l'âge pour les produits A1, A2 et B1 :

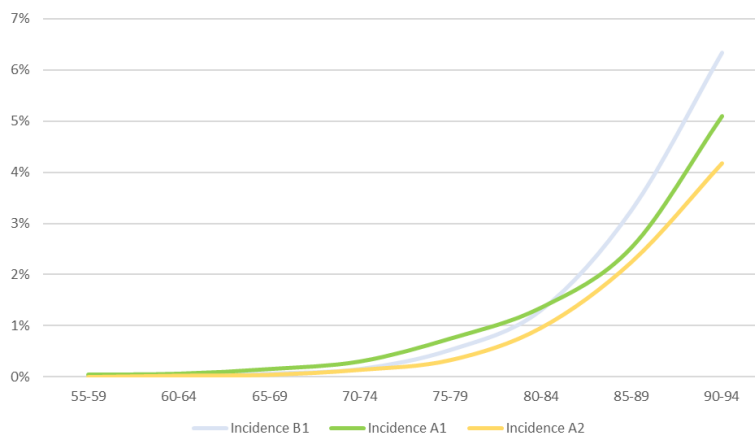


FIGURE 2.13: Evolution du taux d'incidence dépendance par tranche d'âge

Nous pouvons observer que les taux d'incidence sont plus importants pour le produit B1 pour les âges élevés, car, ce produit n'a pas de période de franchise ce qui fait que les personnes qui déclarent leur dépendance ne doivent pas attendre un certain délai avant de recevoir leur rente. L'incidence dépendance est plus importante pour le produit A1 que pour le produit A2, car, la gestion de sinistres pour le produit A2 est nettement plus rigoureuse et sévère. Il apparaît, donc, que nous avons des différences entre les produits sur la dépendance notamment entre les produits du portefeuille A du produit B.

Pour autant, la dépendance pour ces trois produits augmente de manière exponentielle après les 80 ans pour atteindre des niveaux importants pour les 90-94 ans.

Taux de mortalité des dépendants

Les personnes qui sont en état de dépendance ont une probabilité de mourir beaucoup plus importante que les cotisants. Nous allons, donc, observer comment la mortalité des dépendants évolue avec l'âge.

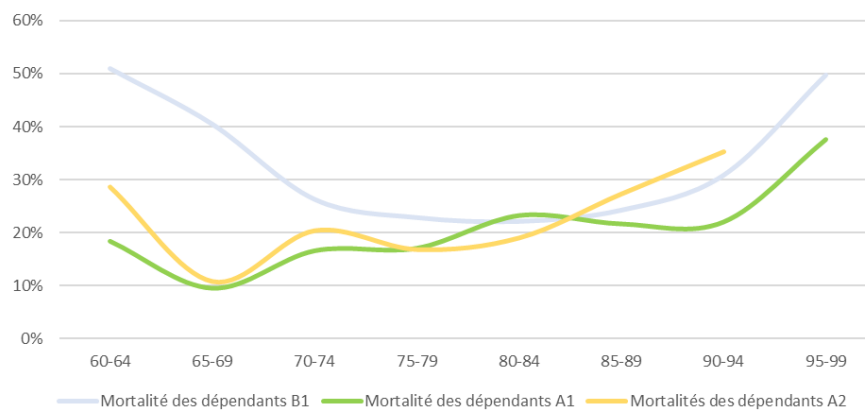


FIGURE 2.14: Evolution de la mortalité des dépendants par tranche d'âge

La mortalité des dépendants est plus forte pour le produit B1. En effet, pour ce produit, si une personne décède dans les 3 premiers mois après sa dépendance, elle est considérée comme dépendante alors que les autres produits ne la considèrent pas comme telle. Pour le produit B1 il n'y a pas une véritable stabilisation de l'état de l'individu. En outre, nous pouvons constater que la mortalité est forte pour les personnes dans la soixantaine notamment pour le produit B1 et le produit A2. Ceci peut sembler surprenant, mais, l'exposition est très faible pour ces âges et le profil de dépendance n'est pas le même que ceux qui tombent en dépendance après les 80 ans. Enfin, nous pouvons constater une forte mortalité de la population des dépendants qui diffère entre les produits mais qui reste proche. Pour le produit A1 la mortalité observée est de 22%, elle est de 22% pour le produit A2 et elle est de 24% pour le produit B1.

Nous avons pu voir qu'il y a des différences entre le produit B1 et les produits du portefeuille A sur la sinistralité. La principale différence entre ces produits est que le produit B1 n'a pas de période de franchise. Il apparaît donc que la période de franchise dans un contrat d'assurance a un impact sur la mortalité des dépendants et sur l'incidence dépendance, mais, que la mortalité des cotisants et le taux de sortie ne sont pas impactés. Nous n'allons, donc, travailler que sur l'impact d'un changement contractuel sur l'incidence dépendance, la mortalité des dépendants et sur le gain technique.

2.3 Impact d'un changement contractuel sur la sinistralité et le résultat technique

2.3.1 Quels caractéristiques contractuelles peut-on modifier pour obtenir un bénéfice technique ?

Nous ne pouvons modifier sur un contrat d'assurance dépendance que trois caractéristiques contractuelles le délai de carence, la franchise et la définition de la dépendance totale. Ces trois caractéristiques contractuelles agissent sur trois différents aspects d'un sinistre. La définition de la dépendance totale agit sur le niveau de dépendance de l'individu, la franchise sur la mortalité des sinistrés et le délai de carence sur la nature du sinistre et de sa temporalité dans le contrat d'assurance dépendance.

Dans un premier temps, nous pouvons agir sur la définition de la dépendance totale en ajoutant des contraintes. Par exemple, nous pourrions regarder si l'ajout d'un acte de la vie quotidienne va diminuer le nombre de dépendants. Pour autant, il est compliqué de regarder l'impact d'un changement de définition, car, nous n'avons pas assez de détails sur les sinistres pour observer un changement sur la sinistralité et dire si oui ou non les dépendants définis avec l'ancienne définition sont toujours en état de perte d'autonomie avec la nouvelle définition. Nous n'allons donc pas travailler sur l'impact d'un changement de la définition de la perte d'autonomie totale, car, nous ne pouvons regarder un impact concret sur les sinistres avec les données que nous avons.

En outre, nous avons les données pour pouvoir regarder l'impact d'un changement, car, nous avons la date d'entrée en dépendance et la date du décès de l'assuré. Nous pourrions, donc, savoir si l'assuré qui tombe en dépendance meurt après ou avant la période de franchise qu'on aura choisie. La période de franchise permet de ne couvrir que les personnes qui sont dans un état de dépendance stable et qui ne décèdent pas rapidement après leur perte d'autonomie. La franchise intervient donc selon la durée du sinistre. Si on augmente la période de franchise on diminue le nombre de petits sinistres et on diminue la période de dépendance vis-à-vis de l'assureur, car, l'assureur versera sa rente après une franchise plus longue. Si la période de franchise est trop grande le contrat d'assurance dépendance ne sera plus attractif, car, elle ne couvrira plus beaucoup de personnes. En effet, comme nous l'avons vu, l'espérance de vie en dépendance est très faible et les personnes refuseront de s'assurer pour un contrat qui leur offre une rente pendant un moment très court.

Enfin, nous avons aussi les données pour regarder l'impact d'un changement du délai de carence, car, nous avons les dates d'entrée en dépendance et la date d'effet de la police et les causes d'entrée en dépendance. La plupart des contrats d'assurance dépendance ont deux dates de délai de carence une pour les sinistres liés à la démence et une pour les sinistres liés aux autres causes. Le délai de carence pour les sinistres liés à la démence sera plus important que pour les sinistres liés aux autres causes. Un changement du délai de carence aura un impact sur le bénéfice technique, car, les sinistres qui ont lieu près de la date d'effet de police sont des sinistres qui peuvent être longs et, donc, des sinistres qui coûtent chers. De plus, une personne qui perd son autonomie très peu de temps après la date d'effet de la police aura très peu cotisé. Par conséquent, une personne qui tombe en dépendance juste après la date d'effet de police aura un double impact négatif sur le bilan financier de la compagnie d'assurance. Il est donc intéressant de regarder l'impact d'une augmentation du délai de carence.

En conclusion, il est pertinent d'étudier l'impact d'un changement du délai de carence et de la période de franchise. Dans un premier temps, nous allons, donc, étudier l'impact de ces changements sur la dépendance, c'est-à-dire sur le nombre de dépendants en moins, le taux d'incidence dépendance et la mortalité des dépendants. Puis, dans un second temps, nous évaluerons leur impact financier.

2.3.2 Impact de l'augmentation de la période de franchise sur les tables d'incidence et de mortalité des dépendants

Nous allons faire des rappels sur les calculs des taux d'incidence et des taux de mortalité des dépendants. Dans un premier temps, un assuré peut tomber en dépendance uniquement si l'assuré cotise toujours à son contrat d'assurance dépendance. Par conséquent, un assuré n'est plus exposé au risque de dépendance s'il devient dépendant, s'il décède ou s'il résilie son contrat d'assurance. Nous avons donc que la population exposée au risque de dépendance à la fin de la tranche d'âge T est :

$$P_T = P_{T-1} + N_T - D_T - R_T - L_T.$$

- N_T le nombre de nouveaux adhérents sur la tranche d'âge T .
- L_T le nombre de dépendants sur la tranche d'âge T .
- D_T le nombre de décès sur la tranche d'âge T .
- R_T le nombre de résiliations sur la tranche d'âge T .

La population sur laquelle nous calculons les taux de mortalité des dépendants correspond à la population qui est tombée en dépendance. Nous avons donc que la population dépendante exposée au risque de mortalité à la fin de la tranche d'âge T est :

$$P_T^{dep} = P_{T-1}^{dep} + L_T - D_T^{dep}$$

- D_T^{dep} le nombre de dépendants décédés sur la tranche d'âge T .
- L_T le nombre de dépendants sur la période T .

Nous allons maintenant expliquer la méthode pour calculer les impacts d'une augmentation de la franchise sur les taux d'incidence et les taux de mortalité des dépendants.

Taux d'incidence

Les taux d'incidences sont calculés avec les taux d'expérience bruts sur différentes tranches d'âges. Ces tranches d'âges vont de 40 à 100 ans, car, nous n'avons pas d'expérience après 100 ans et ont une durée de 5 ans. Nous avons les tranches d'âges suivantes (40-44; 45-49; 50-54; 55-59; 60-64; 65-69; 70-74; 75-79; 80-84; 85-89; 90-94; 95-99). En effet, les taux d'incidence correspondent au nombre de personnes qui tombent en dépendance durant la tranche d'âge divisé par l'exposition totale de la tranche d'âge. Ce qui correspond à :

$$I_T = \frac{L_T}{E_T}.$$

- L_T le nombre de dépendants sur la tranche d'âge T .
- E_T l'exposition sur la tranche d'âge T .

Nous nous retrouvons, donc, avec un taux d'incidence pour chaque tranche d'âge où nous avons de l'exposition. Puis, nous calculons l'âge central de chaque tranche d'âge de 5 ans. Nous calculons cet âge central afin de passer à une table d'incidence en fonction de l'âge et non en fonction de la catégorie d'âge. L'âge central d'entrée en dépendance pour la tranche d'âge T est :

$$X_T = \frac{\sum_{x \in T} expo(x) \times age(x)}{\sum_{x \in T} expo(x)}$$

- $expo(x)$ l'exposition totale sur l'âge x appartenant à la tranche d'âge T .

Nous attribuons l'incidence calculée pour une catégorie d'âge à son âge central. Puis, pour avoir un taux d'incidence pour chaque âge, nous appliquons des coefficients afin d'avoir une courbe d'expérience pour des âges allant de 40 ans à 100 ans. Par exemple, si nous avons un âge central de 72 ans pour la tranche d'âge 70-74 ans, nous appliquons des coefficients pour déterminer les taux d'incidence des autres âges de la tranche d'âge pour obtenir un taux d'incidence proche de celui calculé pour l'âge central. Ainsi, nous avons pour l'âge x la relation suivante entre i_{x+1} et i_x .

$$i_{x+1} = i_x \times \alpha_{xx+1}.$$

- α_{xx+1} le taux d'augmentation entre l'âge x et $x+1$.

Les taux α_{xx+1} commencent autour des 105%, croissent fortement avec l'âge et peuvent atteindre 130% pour les âges les plus élevés. Nous avons, donc, une forte corrélation entre les taux de mortalité de la période et le taux calculé pour l'âge central de la période.

Une augmentation de la franchise a pour effet de diminuer le nombre de sinistres, car, elle enlève les sinistres de courte durée. Il apparaît, donc, qu'une augmentation de la franchise va diminuer les taux d'incidence puisqu'elle diminue le nombre de sinistres apparus sur la période d'exposition. De plus, nous posons comme hypothèse qu'une faible augmentation de la franchise n'aura pas pour effet de fortement varier l'âge central des catégories d'âge parce que nous n'augmentons l'âge d'entrée en dépendance que de quelque mois et que nous sommes sur des tranches d'âge de 5 ans. Nous avons, donc, que si nous diminuons l'incidence de $X\%$ sur une tranche d'âge, alors, les autres taux d'incidence seront diminués en moyenne de $X\%$ sur cette tranche d'âge.

Notre objectif sera, donc, de déterminer de combien de $X\%$ diminuent les taux d'incidence de chaque période de 5 ans avec une augmentation de franchise de X mois. Nous regarderons et recalculerons pour chaque produit les taux d'incidence après une augmentation de la franchise pour déterminer l'impact global d'une augmentation de la franchise sur les taux d'incidence. Il s'agira, donc, d'agrèger les résultats afin d'avoir un résultat pour pouvoir regarder si nous pouvons financer des actes de prévention et de nouvelles garanties via un changement contractuel.

Nous avons vu l'impact de la franchise dans le calcul de la table d'incidence. Maintenant nous allons regarder l'impact sur le calcul de la table de mortalité des dépendants.

Taux de mortalité des dépendants

Les taux de mortalité des dépendants diffèrent selon l'ancienneté de la dépendance. Pour l'impact sur la mortalité des dépendants, nous regarderons uniquement la première année de dépendance, car, nous sélectionnerons des augmentations de franchise qui n'appliquera pas une franchise de plus de 1 an. Par conséquent, les augmentations de franchise qui seront faites dans le mémoire enlèveront uniquement les sinistres durant la première année de dépendance. Nous posons que la mortalité de la première année de dépendance correspond au nombre de décès durant la première année de dépendance durant la période, divisé par le nombre total de dépendants tombés en dépendance durant cette période.

Ce qui correspond à :

$$M_T^{dep(1)} = \frac{D_T^{dep(1)}}{L_T^{dep(1)}}$$

- $D_T^{dep(1)}$ le nombre de dépendants décédés durant la première année de dépendance sur la tranche d'âge T.
- $L_T^{dep(1)}$ le nombre d'individus dépendants durant la première année de dépendance sur la tranche d'âge T.

Comme pour l'incidence, nous calculons l'âge central pour chaque tranche d'âge. Nous avons, donc, que l'âge central en dépendance pour chaque tranche d'âge est :

$$X_T^{dep} = \frac{\sum_{x \in T} age_i^{dep}(x)}{L_T^{dep(1)}}$$

- $age_i^{dep}(x)$ l'âge d'entrée en dépendance pour l'individu i qui est entré en dépendance durant la tranche d'âge T.

Nous attribuons le taux de mortalité durant la première année de dépendance à l'âge central de chaque tranche d'âge. Puis, à l'aide de coefficients, nous déterminons la mortalité durant la première année de dépendance pour les autres âges de la tranche d'âge. Enfin, nous lissons linéairement les taux afin d'avoir une régularité entre les taux. Le raisonnement est très proche de celui appliqué pour le calcul des taux d'incidence. En effet, comme pour l'incidence nous avons un âge central et nous nous aidons de cette âge central pour calculer les autres taux d'expérience de la période de l'âge central. Néanmoins, nous pouvons mettre une limite dans nos calculs sur l'impact de la franchise sur la mortalité des cotisants car nous avons une difficulté à capter la forte diminution des taux de mortalité durant les six premiers mois de dépendance des assurés. Ceci s'explique car nous utilisons un lissage linéaire et que nous ne sommes pas sur des taux de mortalité mensuels mais annuels.

Une augmentation de la franchise diminue les décès qui ont eu lieu après une courte durée de dépendance. Nous avons, donc, qu'une augmentation de franchise aura pour effet de diminuer la mortalité des dépendants durant leur première année de dépendance. Notre objectif sera, donc, de déterminer de combien de X% diminuent les taux de mortalité des dépendants de chaque tranche d'âge de 5 ans après une augmentation de franchise de X mois. Nous regarderons et recalculerons pour chaque produit les taux de mortalité des dépendants après une augmentation de la franchise pour déterminer l'impact global d'une augmentation de la franchise sur la mortalité durant la première année de dépendance. Il s'agira, donc, d'agréger les résultats afin d'avoir un résultat pour pouvoir regarder si nous pouvons financer des actes de prévention et de nouvelles garanties via un changement contractuel.

2.3.3 Impact de l'augmentation de la période de franchise sur le résultat technique.

Nous allons augmenter la période de franchise pour ces trois produits et observer comment la sinistralité et les gains financiers varient en fonction de la franchise. Nous avons sélectionné trois augmentations de période de franchise une petite de 1 mois, une moyenne de 3 mois et une importante de 6 mois. Nous observerons dans un premier temps l'impact sur le taux d'incidence, puis sur la mortalité des dépendants et enfin nous constaterons l'impact financier d'une augmentation de période de franchise.

Taux d'incidence dépendance

Si nous appliquons les augmentations de franchise au produit A1 nous nous retrouvons avec une période de 4 mois de franchise, une période de 6 mois de franchise et une période de franchise de 9 mois. La période de franchise permet de ne pas prendre en compte des sinistres, car, la durée de dépendance est trop courte. Nous avons, donc, pour chaque augmentation de franchise diminué le nombre de sinistres. Nous pouvons voir ci-dessous l'impact des augmentations de période de franchise sur le taux d'incidence du produit A1.

Produit A1	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
Nombre de sinistres	338	316	291
% de Diminution	3%	9%	16%

TABLE 2.6: Impact des augmentations de franchise sur le nombre de sinistre du produit A1

Nous pouvons voir ci-dessous l'impact des augmentations de période de franchise sur le taux d'incidence du produit A1.

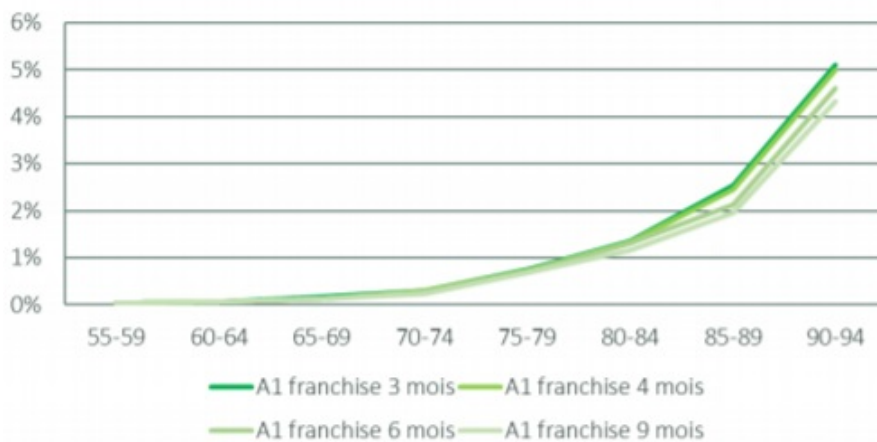


FIGURE 2.15: Impact de la franchise sur le taux d'incidence dépendance sur le produit A1

Il est logique de voir que plus la franchise est élevée plus l'impact est important sur le taux d'incidence dépendance. L'augmentation de franchise semble avoir un impact non négligeable sur les âges supérieurs à 80 ans. Il y a donc de nombreux petits sinistres pour ces âges ce qui est logique car la mortalité des dépendants est plus importante pour les âges supérieurs à 80 ans. L'augmentation de 3 mois de période de franchise n'a pas le même impact selon la période de franchise de départ.

L'écart est beaucoup plus important entre les taux d'incidence dépendance pour une franchise de 3 mois et de 6 mois que l'écart des taux d'incidence dépendance pour une franchise de 6 mois et pour une franchise de 9 mois. Nous allons regarder le pourcentage de diminution du taux d'incidence dépendance pour les âges supérieurs à 70 ans car 95% sinistres se déclarent après cet âge ce qui va nous permettre de regarder précisément la diminution de l'incidence et de la sinistralité.

Tranches d'âges	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
70-74	0%	-10%	-23%
75-79	-3%	-7%	-10%
80-84	-3%	-4%	-15%
85-89	-3%	-16%	-23%
90-94	-2%	-10%	-15%

TABLE 2.7: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance du produit A1

Il apparait que pour le produit A1 la période de franchise a un réel impact sur l'incidence dépendance et permet de diminuer réellement la dépendance pour les âges où la dépendance est importante. Nous allons regarder maintenant l'impact d'une augmentation de franchise pour le produit A2. Si nous appliquons les augmentations de franchise au produit A2 nous nous retrouvons les mêmes périodes de franchise que pour le produit A1. Nous pouvons observer l'impact des différentes augmentations de franchise sur le nombre de sinistres.

Produit A2	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
Nombre de sinistres	812	759	685
% de Diminution	4%	10%	19%

TABLE 2.8: Impact des augmentations de franchise sur le nombre de sinistres du produit A2

Nous pouvons voir ci-dessous l'impact des augmentations de période de franchise sur le taux d'incidence du produit A2.

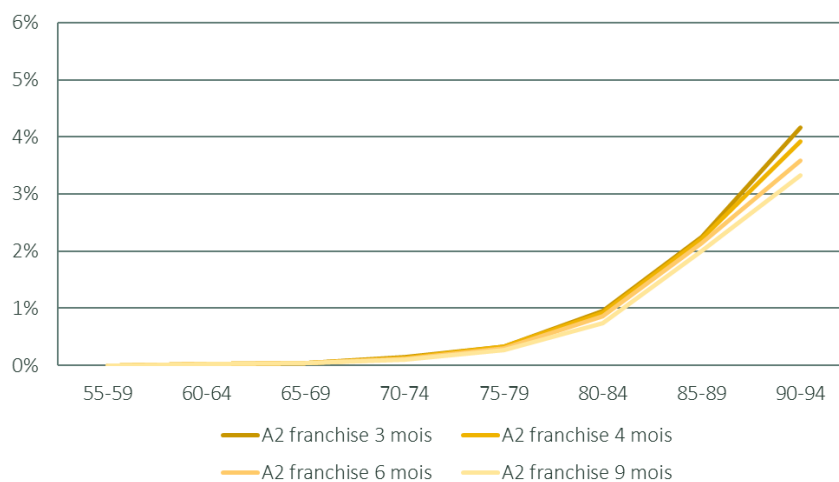


FIGURE 2.16: Impact de la franchise sur le taux d'incidence dépendance sur le produit A2

Nous pouvons observer que le produit A2 a un comportement similaire au produit A1 face à l'augmentation des périodes de franchise. L'impact semble important pour les âges supérieurs à 80 ans. Pour autant, l'écart est plus important entre les taux d'incidence notamment entre ceux des franchises 6 mois et des franchises 9 mois. Maintenant comme pour le produit A1 nous allons regarder le pourcentage de diminution du taux d'incidence dépendance pour les âges supérieurs à 75 ans.

Tranches d'âges	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
70-74	-10%	-16%	-29%
75-79	-2%	-11%	-19%
80-84	-4%	-10%	-22%
85-89	-1%	-5%	-11%
90-94	-6%	-14%	-15%

TABLE 2.9: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance du produit A2

Il est évident que pour le produit A2 la période de franchise a un réel impact sur l'incidence dépendance et permet de diminuer réellement la dépendance pour les âges où la dépendance est importante. Nous pouvons constater qu'une augmentation de 9 mois de franchise a un impact très important pour les âges qui sont compris entre 70 et 84 ans. Enfin, il apparaît que les diminutions des taux d'incidence sont de même niveau entre ce produit A1 et le produit A2.

Nous allons traiter le produit B1 qui a une particularité au niveau de la franchise par rapport aux autres produits. En effet, le produit B1 n'a pas de période de franchise contractuelle. C'est pourquoi, nous aurons des différences car les périodes de franchise ne seront pas les mêmes après les augmentations. Si nous appliquons les augmentations de franchise au produit B1 nous nous retrouvons avec une période de 1 mois de franchise, une période de 3 mois et une période de franchise de 6 mois. Nous allons regarder l'impact sur le nombre de sinistres.

Produit B1	Franchise 1 mois	Franchise 3 mois	Franchise 6 mois
Nombre de sinistres	831	759	685
% de Diminution	11%	17%	27%

TABLE 2.10: Impact des augmentations de franchise sur le nombre de sinistres du produit B1

Nous pouvons observer que la période de franchise a un impact beaucoup plus important sur le nombre de sinistres pour le produit B1 que pour les produits du portefeuille A. C'est tout à fait vraisemblable car le produit B1 prend en compte de nombreux petits sinistres du fait que la période de franchise n'existe pas. Nous allons regarder l'impact des augmentations de période de franchise sur le taux d'incidence du produit B1.

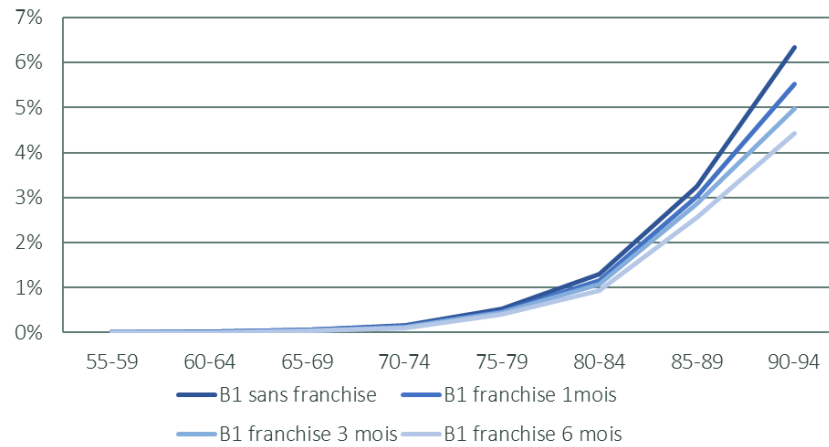


FIGURE 2.17: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence du produit B1

Comme pour le nombre de sinistres, les augmentations de période de franchise ont un impact beaucoup plus important sur les taux d'incidence que pour les produits provenant du portefeuille A. Pour autant, comme pour les produits du portefeuille A nous avons un réel impact pour les âges supérieurs à 80 ans. De plus, l'augmentation de franchise de 1 mois a un réel impact ce qui implique que le nombre de sinistres qui dure moins d'1 mois est important pour le produit de B1. En effet, comme nous pouvons le voir 11% des sinistres ont une durée de dépendance inférieure à 1 mois. Maintenant, comme pour le produit A1 nous allons regarder le pourcentage de diminution du taux d'incidence dépendance pour les âges supérieurs à 75 ans.

Tranches d'âges	Franchise 1 mois	Franchise 3 mois	Franchise 6 mois
70-74	-13%	-21%	-34%
75-79	-10%	-16%	-24%
80-84	-11%	-17%	-29%
85-89	-7%	-12%	-21%
90-94	-13%	-21%	-30%

TABLE 2.11: Impact de la franchise sur le taux d'incidence dépendance sur le produit B1

Il apparaît que pour le produit B1 la période de franchise a un réel impact sur l'incidence dépendance et permet de diminuer réellement la dépendance pour les âges où la dépendance est importante. Ceci montre bien que mettre ou non une franchise dans un contrat d'assurance dépendance a un réel impact.

Nous avons des impacts sur les taux d'incidence pour chaque produit. Notre but est de regarder comment la franchise impact les taux d'incidence dépendance généralement. Nous pourrions faire la moyenne des trois mais le résultat ne serait pas réaliste. Nous allons, donc, pour chaque tranche d'âge et chaque produit mettre un poids. Pour établir l'impact sur l'incidence dépendance générale, nous allons mettre comme poids le nombre de sinistres du produit sur la tranche d'âge divisé par la somme de tous les sinistres sur la tranche d'âge. Par exemple si nous avons pour la tranche d'âges 80-84 sans augmentation de franchise 82 sinistres pour A1, 283 sinistres pour A2 et 288 sinistres pour B1 nous aurions les poids suivants avec p_1 le poids du produit A1, p_2 le poids du produit p2 et p_3 le poids du produit B1 :

$$p_1 = \frac{82}{283 + 288 + 82}; \quad p_2 = \frac{283}{283 + 288 + 82}; \quad p_3 = \frac{288}{283 + 288 + 82}.$$

Par conséquent, plus il y a de sinistres, plus nous prenons en compte l'impact sur la diminution du taux d'incidence. Nous avons, donc, les résultats suivants ci-dessous :

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
70-74	-10%	-17%	-30%
75-79	-6%	-13%	-20%
80-84	-7%	-13%	-24%
85-89	-4%	-10%	-17%
90-94	-7%	-15%	-22%

TABLE 2.12: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance

Les diminutions des taux d'incidence dépendance ne sont pas très variables entre les tranches d'âges pour une même augmentation de franchise. Nous pouvons constater qu'une augmentation d'1 mois de la période de franchise diminue en moyenne de 8% le taux d'incidence, une augmentation de 3 mois diminue en moyenne de 15% le taux d'incidence et une augmentation de 6 mois diminue le taux d'incidence de 24%.

Mortalité des dépendants

Nous allons regarder comment une augmentation de franchise va impacter la mortalité des dépendants. Lors d'une augmentation de franchise nous enlevons les sinistres qui ont une durée de dépendance faible ce qui amène à une diminution de la mortalité. Pour autant, un assuré en dépendance restera moins longtemps vivant pour l'assureur car il entrera en dépendance plus tard. Par conséquent, une augmentation de franchise peut avoir un impact négatif comme positif sur le taux de mortalité des dépendants. Nous regarderons l'impact de la franchise pour les âges supérieurs à 75 ans car nous avons très peu de dépendants et de décès avant les 75 ans. Dans un premier temps, nous regarderons l'impact d'une augmentation de franchise sur la mortalité des dépendants sur le produit A1. Nous pouvons voir ci-dessous l'impact des augmentations de période de franchise sur le taux de mortalité des dépendants du produit A1.

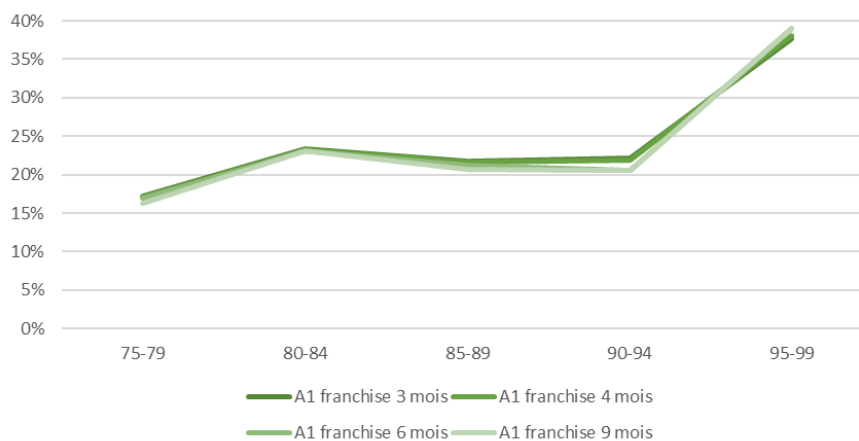


FIGURE 2.18: Impact de la franchise sur la mortalité des dépendants pour le produit A1

La franchise a un très faible impact sur la mortalité des dépendants pour le produit A1. Nous pouvons constater qu'il y a un écart surtout avec la franchise de 9 mois. Nous avons une diminution de la mortalité pour les âges inférieurs à 90 ans, puis, une augmentation de la mortalité.

La franchise impacte surtout la première année de dépendance des individus, car, pour les franchises que nous instaurons les décès ont lieu durant la première année. Nous allons, donc, regarder l'impact d'une augmentation de la franchise pour la première année de dépendance. Nous avons, donc, les résultats suivants.

Tranches d'âges	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
75-79	-4%	-4%	-6%
80-84	-1%	-3%	-5%
85-89	0%	-7%	-20%
90-94	-3%	-11%	-25%

TABLE 2.13: Impact de la franchise sur la mortalité de la première année de dépendance de A1

Il apparait que le fait d'augmenter la franchise réduit la mortalité de la première année de dépendance. Une augmentation de 1 mois de la franchise a un impact très faible sur la mortalité des dépendants. Nous pouvons donc en déduire qu'une augmentation de 3 mois ou 6 mois a un réel impact sur la première année de mortalité des dépendants.

Maintenant, nous allons regarder l'impact d'une augmentation de franchise sur la mortalité des dépendants sur le produit A2. Nous pouvons voir ci-dessous l'impact des augmentations de période de franchise sur la mortalité globale des dépendants pour le produit A2.

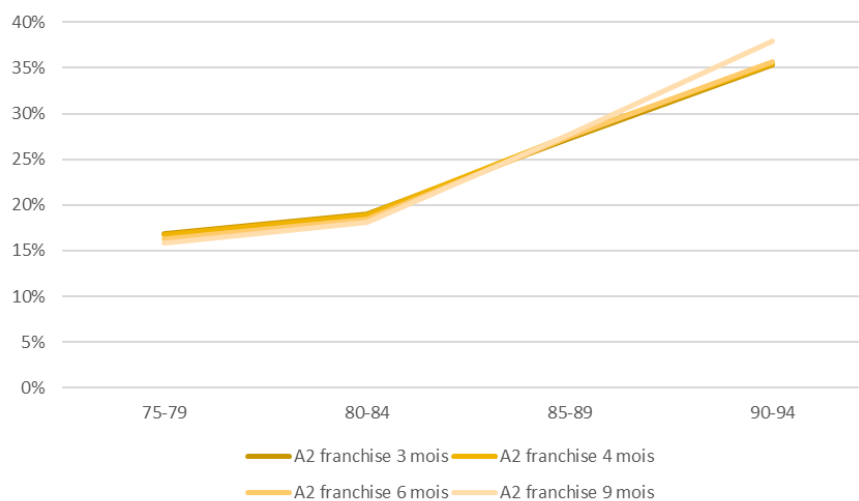


FIGURE 2.19: Impact de la franchise sur la mortalité des dépendants pour le produit A2

Nous pouvons observer que le produit A2 a un comportement similaire au produit A1 face à l'augmentation des périodes de franchise, ce qui n'est pas étonnant, car, ces deux produits ont une sinistralité proche. Maintenant, comme pour le produit A1, nous allons donc regarder l'impact d'une augmentation de la franchise pour la première année de dépendance.

Tranches d'âges	Franchise 4 mois	Franchise 6 mois	Franchise 9 mois
75-79	-2%	-11%	-33%
80-84	0%	-1	-3%
85-89	-1%	-2%	-2%
90-94	-2%	-2%	-3%

TABLE 2.14: Impact de la franchise sur la mortalité des dépendants pour le produit A2

Il apparaît que le fait d'augmenter la franchise réduit la mortalité de la première année de dépendance. Une augmentation d'1 mois de la franchise a un impact très faible sur la mortalité des dépendants. L'impact de la franchise est beaucoup moins important que pour le produit A2 notamment pour les âges supérieurs à 80 ans. Le produit est plus récent de 10 ans que le produit A2 ce qui peut expliquer la différence des impacts sur la mortalité de la première année de dépendance. Enfin, nous allons regarder l'impact d'une franchise sur la mortalité des dépendants pour le produit B1.

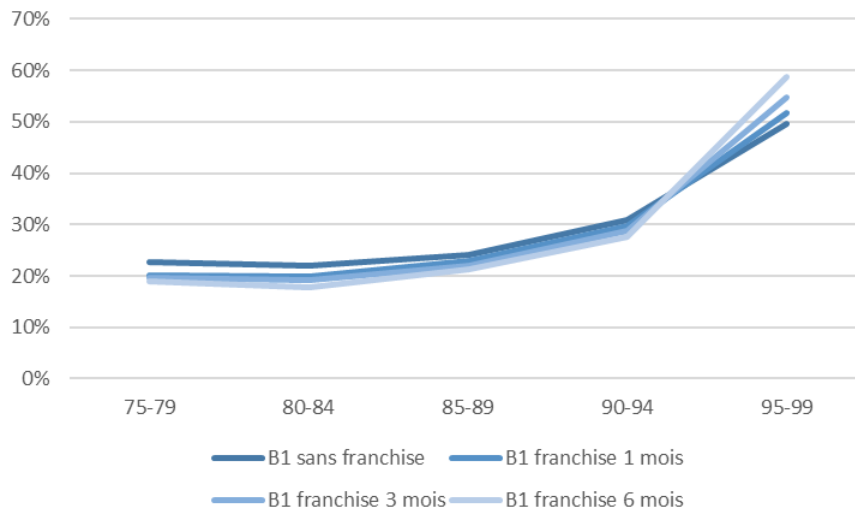


FIGURE 2.20: Impact de la franchise sur la mortalité des dépendants pour le produit B1

Il apparaît que la franchise a un impact plus important pour le produit B1 par rapport au produit du portefeuille A. Ceci peut s'expliquer par la différence entre les produits notamment l'existence d'une période de franchise pour les produits du portefeuille A. Nous allons regarder pour le produit B1 l'impact d'une augmentation de franchise sur la mortalité de la première année de dépendance.

Tranches d'âges	Franchise 1 mois	Franchise 3 mois	Franchise 6 mois
75-79	-20%	-24%	-32%
80-84	-18%	-22%	-38%
85-89	-11%	-16%	-26%
90-94	-7%	-12%	-24%

TABLE 2.15: Impact des augmentations de franchise sur les taux d'incidence dépendance du produit B1

La mortalité des dépendants du produit B1 est très sensible à la période de franchise. Nous avons un impact très important notamment pour les augmentations de 3 mois et de 6 mois.

Ce produit n'a pas un comportement similaire par rapport aux produits du portefeuille A. Nous pourrions donc diminuer son impact lorsque nous regarderons l'effet général.

Nous avons des impacts différents sur la mortalité des dépendants pour chaque produit. Notre but est de regarder comment la franchise impacte les taux de mortalité des dépendants généralement. Il est compliqué de travailler sur la mortalité des dépendants, car, nous avons vu que les impacts entre les produits du portefeuille A et le produit B1 sont différents. Nous pondérons les impacts par l'exposition sur la tranche d'âge du produit mais nous mettons une pénalité de 1/2 sur le produit B1 car B1 ne possède pas de franchise. Par exemple, pour une augmentation de franchise de 3 mois nous avons une exposition pour la première année de dépendance pour la tranche d'âge 75-80 de 45 pour A1, de 113 pour A2 et de 138 pour B1. Nous avons donc les poids suivants :

$$p1 = \frac{45}{45 + 113 + 138 \times 0,5}; \quad p2 = \frac{113}{45 + 113 + 138 \times 0,5}; \quad p3 = \frac{138 \times 0,5}{45 + 113 + 138 \times 0,5}.$$

Nous avons donc les résultats suivants :

Tranches d'âges	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
75-79	-7%	-14%	-23%
80-84	-5%	-7%	-10%
85-89	-2%	-7%	-15%
90-94	-4%	-9%	-17%

TABLE 2.16: 22 Impact des augmentations de franchise sur la mortalité des dépendants

Il apparaît qu'une augmentation de la franchise a un impact sur la mortalité des cotisants en situation de dépendance. Il apparaît aussi que les impacts sont importants pour les augmentations de franchise de plus de 3 mois. Nous allons maintenant regarder l'impact financier d'une augmentation de franchise.

Bénéfice technique

Une augmentation de la période de franchise a un effet double sur le résultat d'activité. Il élimine des sinistres et, donc, le coût des sinistres diminue ainsi que la période de versement de la rente. La compagnie d'assurance versera moins de rentes. Observons, donc, pour chaque produit le gain global de chaque augmentation de franchise. Nous avons, donc, les résultats suivants :

Produits	+1 mois	+ 3 mois	+6 mois
A1	-2%	-7%	-13%
A2	-3%	-9%	-17%
B1	-3%	-10%	-18%

TABLE 2.17: Impact des augmentations de franchise sur les coûts liés aux sinistres

Il apparaît que l'impact sur les coûts ne diffère pas entre A2 et B1 et qu'une augmentation d'1 mois de franchise correspond à environ 3% de charge de sinistres en moins. Nous allons regarder l'impact sur le résultat technique.

Produits	+1 mois	+3 mois	+6 mois
A1	2%	5%	10%
A2	1%	2%	4%
B1	0%	2%	3%

TABLE 2.18: Impact des augmentations de franchise sur le résultat technique du produit

Nous pouvons observer que nous avons un réel impact sur le résultat technique pour le produit A1 car ce produit est celui qui a le plus d'expérience. Le pourcentage de sinistres est très important pour ce produit : environ 12% assurés sont devenus dépendants. Il apparaît aussi que nous avons un impact semblable pour le résultat technique de B1 et A2. L'augmentation du délai de franchise a donc un impact sur le résultat technique, car, nous réduisons le montant total des sinistres.

2.3.4 Impact de l'augmentation du délai de carence sur le résultat technique

Nous allons augmenter le délai de carence pour ces trois produits et observer comment la sinistralité et les gains financiers varient en fonction du délai de carence. Nous avons sélectionné 2 augmentations de délai de carence. Nous avons un délai de carence pour la démence et un délai de carence pour les autres maladies. Les accidents ne sont pas pris en compte pour les délais de carence. Pour notre étude, nous allons augmenter de 1 an et 2 ans les deux délais de carence. Pour regarder les impacts nous avons dû regarder la cause d'entrée en dépendance et la durée entre la date d'effet de la police et la date d'entrée en dépendance de l'assuré. Si l'assuré est dans le délai de carence nous l'enlevons de la sinistralité, car, nous le considérons comme une sortie. Nous avons vu que les âges à la souscription sont très proches entre ces trois produits. Par conséquent, les périodes où le délai de carence aura un effet seront proches, ce qui est positif pour comparer les impacts sur les taux d'incidence dépendance. Nous regarderons dans un premier temps l'impact sur le taux d'incidence, puis, celui sur la mortalité des dépendants et, enfin, nous étudierons l'impact financier d'une augmentation de délai de carence.

Taux d'incidence dépendance

L'impact d'un délai de carence ne se fait que sur les âges inférieurs à 80 ans, car, la limite d'âge à la souscription est au maximum de 75 ans et le délai de carence maximum est de 5 ans. Nous n'observerons l'impact que pour ces âges. Nous avons un autre problème parce que la dépendance pour ces âges est très faible et que, donc, nous avons une faible exposition pour ces tranches d'âges. Tout d'abord, le produit A1 n'a qu'un délai de carence qui est de 2 ans pour toutes les maladies. Nous aurons, donc, pour les différentes augmentations un délai de carence de 3 ans (+1 an) ou un délai de carence de 4 ans (+2ans). Nous allons regarder l'impact de ces augmentations sur les taux d'incidence dépendance à la suite des augmentations des délais de carence.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	-33%	-33%
65-69	-8%	-8%
70-74	-3%	-9%
75-80	0%	0%

TABLE 2.19: Impact des augmentations de carence sur les taux d'incidence dépendance du produit A1

Nous avons un impact pour trois tranches d'âges mais cet impact reste à nuancer, car, pour une augmentation de 1 an du délai de carence nous n'enlevons que 3 sinistres et pour l'augmentation de 2 ans du délai de carence nous enlevons 5 sinistres. Nous pouvons quand même constater que le délai de carence impacte surtout les âges qui sont proches de la tranche 60-64 ans.

Nous allons regarder maintenant l'impact d'une augmentation de franchise pour le produit A2. Si nous appliquons les augmentations de carence au produit A2 nous avons un délai de carence de 1 an pour les sinistres liés à la démence et de 3 ans pour les autres maladies. Dans la première hypothèse, nous aurons, donc, un délai de carence de 2 ans (+1an) pour les sinistres liés à la démence et un délai de 4 ans (+1an) pour les autres maladies. Dans la seconde hypothèse, nous aurons, donc, un délai de carence de 3 ans (+ 2 ans) pour la démence et un délai de 5 ans(+2ans) pour les autres maladies. Nous allons regarder l'impact de ces augmentations sur les taux d'incidence dépendance à la suite des augmentations des délais de carence.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	-9%	-39%
65-69	-12%	-24%
70-74	-9%	-16%
75-80	-1%	-5%

TABLE 2.20: Impact des augmentations de carence sur les taux d'incidence dépendance du produit A2

Une augmentation du délai de carence d'1 an conduit à une diminution de 14 sinistres et l'augmentation de 2 ans amène à une diminution de 38 sinistres. Comme pour le produit A1 le délai de carence impacte surtout les tranches d'âges qui sont dans la soixantaine. Enfin, nous allons regarder pour le produit B1 l'impact d'une augmentation du délai de carence. Pour une augmentation de 1 an des délais de carence nous aurons un délai de carence de 4 ans pour la démence et de 3 ans pour les autres maladies. Pour une augmentation de 2 ans du délai de carence nous aurons un délai de carence de 5 ans pour la démence et de 4 ans pour les autres maladies. Nous allons regarder l'impact de ces augmentations sur les taux d'incidence dépendance à la suite des augmentations des délais de carence.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	0%	0%
65-69	0%	-8%
70-74	-2%	-6%
75-80	-1%	-6%

TABLE 2.21: Impact des augmentations de carence sur les taux d'incidence dépendance du produit B1

Il apparaît que le délai de carence a un faible impact sur le produit B1 notamment lors de l'augmentation du délai de carence d'1 an. Nous allons utiliser la même méthode que pour l'incidence avec l'augmentation de franchise pour pondérer les résultats de chaque produit. Nous avons les résultats suivants.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
55-59	0%	0%
60-64	-10%	-24%
65-69	-6%	-14%
70-74	-5%	-11%
75-80	-1%	-5%

TABLE 2.22: Impact des augmentations du délai de carence sur les taux d'incidence dépendance

Le délai de carence a un impact sur le taux d'incidence dépendance notamment pour une augmentation de 2 ans des délais de carence. Pour autant, le délai de carence impacte les taux incidences dépendance des âges où la dépendance n'est pas élevée. Le délai de carence a donc un faible impact sur le nombre de rentes que va verser la compagnie d'assurance.

Mortalité des dépendants

Il est difficile de connaître l'impact du délai de carence sur la mortalité des dépendants. Le délai de carence enlève des sinistres mais nous ne savons pas si ce sinistre est long ou court. Nous aurons, donc, des impacts très aléatoires selon la nature du sinistre. De plus, les sinistres qui sont annulés à cause des nouveaux délais de carence sont des sinistres arrivés dans la soixantaine. Nous aurons, donc, une faible exposition et les variations des taux de mortalité seront importantes. Comme nous l'avons vu, le délai de carence a un très faible impact sur le produit A1 ce qui nous amène à ne pas l'utiliser pour l'étude sur l'impact de la mortalité des dépendants. Nous pouvons observer ci-dessous les différents impacts d'une augmentation du délai de carence pour le produit A2. Nous regarderons les impacts sur les tranches d'âge de 60 à 85 ans car ce sont les âges où il y a un impact.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
60-64	-9%	-12%
65-69	-11%	-16%
70-74	-1%	-5%
75-79	-1%	-5%
80-85	0%	-1%

TABLE 2.23: Impact des augmentations de carence sur la mortalité des dépendants du produit A2

La mortalité des dépendants est impactée surtout pour les âges de 60 ans à 69 ans. Pour autant l'effet semble aléatoire selon les différentes augmentations et les âges. Il apparaît que puisque le délai de carence n'a aucun rapport avec la durée du sinistre alors l'effet semble aléatoire. Maintenant, nous allons regarder pour le produit B1 les différents impacts d'une augmentation du délai de carence pour le produit B1.

Tranches d'âges	+1 an	+2 ans
60-64	0%	0%
65-69	0%	+10%
70-74	-1%	+4%
75-79	-2%	-2%
80-85	0%	-1%

TABLE 2.24: Impact des augmentations de carence sur la mortalité des dépendants du produit B1

Il apparaît que pour le produit B1, comme pour le produit A2, l'impact sur le délai de carence semble aléatoire. Le délai de carence pour ce produit peut avoir un effet positif ou négatif sur la mortalité des dépendants.

Il est clair que nous ne pouvons pas estimer un impact général sur la mortalité des dépendants, car, les résultats sont différents et aléatoires selon le produit ou l'âge. Maintenant, nous allons regarder l'impact financier d'une augmentation du délai de carence.

Bénéfice technique

Une augmentation du délai de carence permet d'éliminer de longs sinistres contrairement à l'augmentation d'une période de franchise. Nous allons, donc, regarder comment l'augmentation du délai de carence affecte le montant total des sinistres des différents produits.

Produits	+1 an	+2 ans
A1	-2%	-2%
A2	-2%	-9%
B1	-0,2%	-4%

TABLE 2.25: Impact des augmentations du délai de carence sur le montant total des sinistres

Il apparait que l'augmentation du délai de carence est très différente selon le produit, mais, qu'elle a, cependant, un effet alors qu'elle n'affecte que très peu de dépendants. Par exemple, pour le produit A2 elle diminue le nombre de dépendants de 3% mais diminue le montant total des sinistres de 9,2%. Cet effet est expliqué par la nature de la dépendance des personnes qui tombent en dépendance durant les nouveaux délais de carence. Ils sont plus jeunes à l'entrée en dépendance et donc restent en moyenne plus longtemps en dépendance. Nous allons regarder l'impact sur le résultat technique.

Produits	+1 ans	+2 ans
A1	1,73%	1,83%
A2	0,48%	1,90%
B1	0,04%	0,71%

TABLE 2.26: Impact des augmentations du délai de carence sur le résultat technique

Le délai de carence a un faible impact sur le résultat technique et diffère selon les produits. Enfin, une augmentation du délai de carence est dure à quantifier au niveau financier et au niveau sinistre. Il peut diminuer le nombre de sinistres mais selon la nature du sinistre l'impact ne serait pas le même.

2.3.5 Analyse des différentes augmentations de la franchise et du délai de carence

Le but de cette étude est d'observer les différents impacts d'un changement contractuel pour n' en sélectionner qu'un afin de financer une politique de prévention ou des nouvelles garanties. Il apparait que l'impact d'une augmentation de franchise est plus simple et concrète à estimer qu'une augmentation du délai de carence. En effet, nous n'avons pas pu estimer l'impact d'une augmentation du délai de carence sur la mortalité des dépendants. La franchise a aussi un impact plus important que le délai de carence sur la sinistralité. Nous allons, donc, pour financer des actes de prévention ou de nouvelles garanties sélectionner comme changement contractuel une augmentation de franchise.

Nous avons étudié 3 augmentations de franchise différentes l'une d'1 mois, l'autre de 3 mois et la dernière de 6 mois. Aujourd'hui, la majorité des contrats ont une franchise de 3 mois ce qui implique, comme pour les produits du portefeuille A, que nous envisagerons des périodes de franchise de 4 mois, de 6 mois et de 9 mois.

Nous avons observé qu'une augmentation de franchise de 3 mois et de 6 mois ont un impact significatif sur la sinistralité par rapport à une augmentation d'1 mois. L'augmentation d'1 mois ne semble pas suffisante pour financer des actes de prévention ou de nouvelles garanties. Il sera compliqué de vendre un contrat d'assurance avec une période de franchise de 9 mois. Nous décidons de sélectionner une augmentation de franchise de 3 mois pour le financement des actes de prévention ou des nouvelles garanties. Nous n'avons pas de données pour les années supérieures à 95 ans. Nous poserons comme hypothèse que l'impact pour l'incidence dépendance et la mortalité des dépendants pour les âges supérieurs à 95 ans sera le même que celui de la tranche d'âge 90-94 ans. En effet, la probabilité de mourir en dépendance est plus importante pour cette tranche d'âge. Nous aurons, donc, des effets au moins égal à ceux de la tranche d'âge 90-94 ans. Nous avons, donc, les différents impacts sur la sinistralité pour une augmentation d'une période de franchise de 3 mois.

Tranches d'âges	Incidence dépendance	Taux de mortalité des dépendants
70-74	-17%	0%
75-79	-13%	-14%
80-84	-13%	-7%
85-89	-10%	-7%
90-94	-15%	-9%
95+	-15%	-9%

TABLE 2.27: Impact d'une augmentation de franchise de 3 mois sur la sinistralité

L'augmentation de franchise de 3 mois a un impact sur le coût total des sinistres qui est d'environ une diminution de 9% et une augmentation du résultat technique d'environ 4%. Il apparaît que nous allons sélectionner pour financer les actes de prévention une augmentation de franchise de 3 mois ce qui correspond pour le produit B2 à une période de franchise de 6 mois.

Chapitre 3

Mise en place d'actes de prévention et de nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance

3.1 Quels actes de prévention choisir pour la dépendance ?

3.1.1 Étude de la sinistralité selon les différentes causes d'entrée en dépendance

Les causes d'entrée en dépendance sont nombreuses. Elles peuvent être liées à des maladies cognitives, des cancers, des accidents physiques, des accidents cardiovasculaire et bien d'autres. Les actes de prévention ne sont pas les mêmes pour toutes les pathologies. Une aide visuelle peut permettre, par exemple, d'éviter un accident physique, mais, elle ne diminue pas le risque de cancer. Nous devons, donc, regarder les pathologies qui causent le plus grand nombre de dépendants pour sélectionner les actes de prévention qui réduiront le plus grand nombre d'entre eux. Les produits du portefeuille A nous donne des informations sur la pathologie des sinistrés et nous permet, donc, de regarder les pathologies les plus courantes pour une population assurée pour la dépendance.

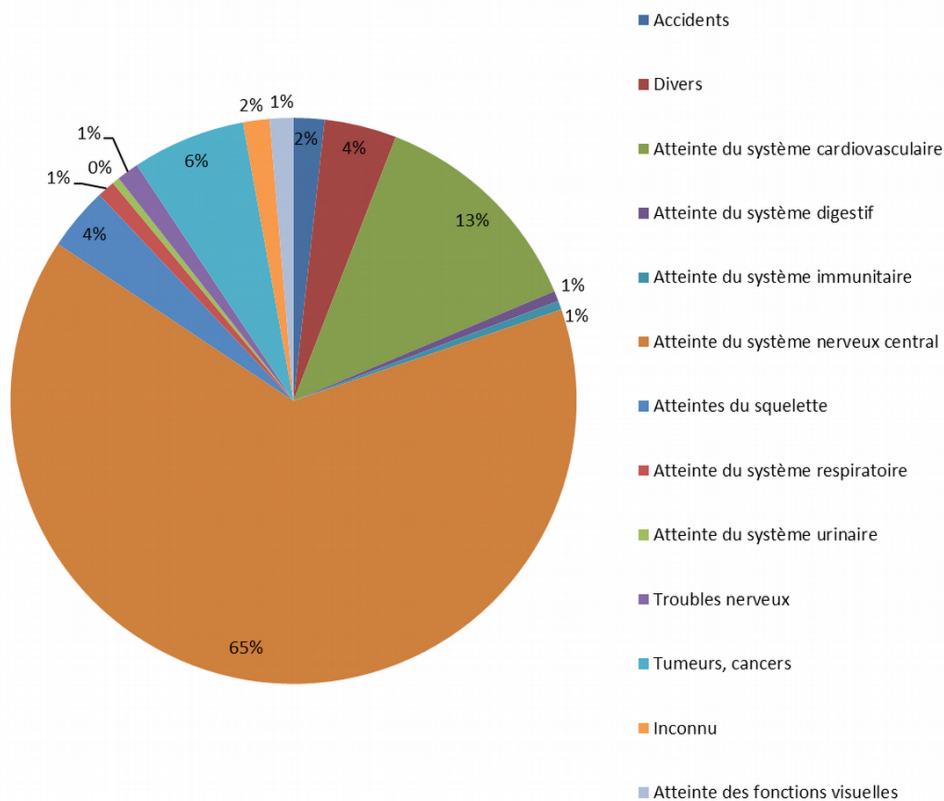


FIGURE 3.1: Répartition des causes d'entrée en dépendance

Les pathologies qui sont la cause de la majorité des sinistres sont :

- Les maladies liées aux système nerveux et central
- Les maladies du système cardiovasculaire
- Les tumeurs et les cancers

Les principales pathologies sont les maladies liées aux système nerveux c'est-à-dire les maladies comme l'Alzheimer ou la maladie de Parkinson. Elles sont fortement présentes, car, ce sont des maladies du grand âge qui deviennent de plus en plus fréquentes étant donné l'augmentation de l'espérance de vie, mais, ce sont aussi des maladies où le facteur génétique est important. Une personne sachant qu'un proche dans sa famille a eu une maladie neurodégénérative dans sa vie voudra souvent s'assurer face au risque de dépendance. C'est aussi pour cette raison que ces maladies sont très présentes dans une population qui est assurée pour la dépendance. Selon la cause d'entrée en dépendance, la sinistralité n'est pas la même. Pour chaque cause d'entrée en dépendance principale, nous allons, donc, observer l'âge moyen d'entrée en dépendance et la durée moyenne de survie en dépendance. Ces informations permettront de connaître les causes qui engendrent des sinistres longs ou courts afin de déterminer les tranches d'âges où doivent être mis en place les actes de prévention.

Causes d'entrée en dépendance totale	Age moyen lors du sinistre	Durée de survie
Atteinte du système cardiovasculaire	80,4	3,5
Atteinte du système nerveux central	81,1	2,8
Tumeurs, cancers	78,8	1,2

TABLE 3.1: Durée de survie moyenne et âge moyen lors du sinistre selon la cause d'entrée en dépendance

Il apparaît que les dépendances liées aux tumeurs et aux cancers sont courtes et sont provoquées à un âge inférieur à l'âge moyen des sinistres qui est de 81 ans. Les actes réellement efficaces pour ce type de maladies sont déjà organisés par la sécurité sociale et l'Etat avec des dépistages gratuits après un certain âge et des politiques de prévention pour améliorer sa santé comme les publicités contre le tabac. Nous allons, donc, nous focaliser sur les pathologies liées au système cardiovasculaire et les maladies neurodégénératives. Ces maladies représentent 78% des causes d'entrée en dépendance totale. Nous pouvons observer que les dépendants atteints par ses maladies ont des durées longues de dépendance, surtout, lorsque les malades ont subi une atteinte de leur système cardiovasculaire. Nous allons regarder pour ces pathologies la durée de survie des dépendants. Nous pouvons voir ci-dessous la durée de survie des dépendants liés à ces pathologies.

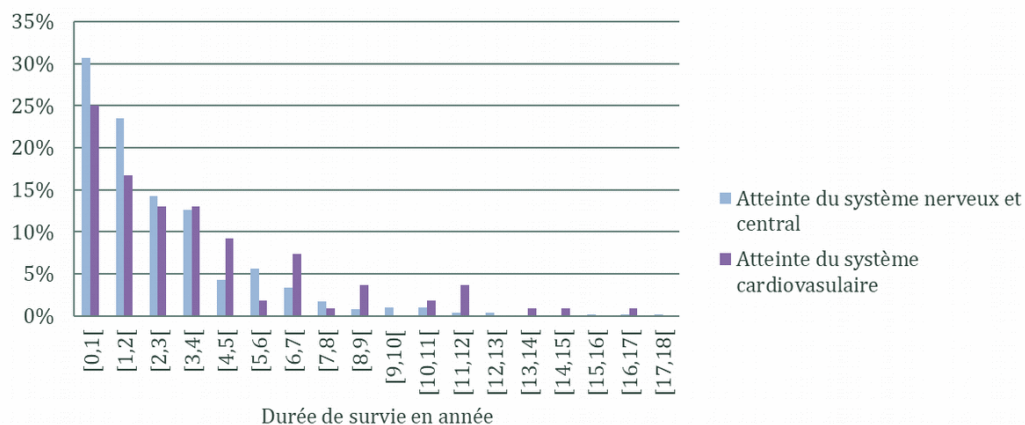


FIGURE 3.2: Durée de survie en année des dépendants selon leur cause d'entrée en dépendance

Il est clair que les pathologies cardiovasculaires engendrent plus de sinistres de très longue durée qui, ont, donc, un coût sinistre important. Nous pouvons observer que 9% des sinistres causés par une pathologie liée au système cardiovasculaire dure plus de 10 ans alors que seulement 3% des sinistres causés par une maladie cognitive dépasse les 10 ans de survie. Il apparaît que financer des actes de prévention pour ces pathologies permettra de baisser le nombre des sinistres des portefeuilles ainsi que leur coût financier. En effet, ce sont des pathologies qui causent de nombreux sinistres et qui peuvent être de très longue durée, c'est-à-dire de plus de 10 ans.

3.1.2 Les actions de prévention pertinentes pour l'assurance dépendance

Les actes de prévention que nous allons sélectionner seront des actes pour prévenir les pathologies liées aux maladies cognitives et aux maladies cardiovasculaires. De nombreuses études ont montré qu'il était possible de diminuer le nombre de ces pathologies ou de retarder leur apparition dans une population. Ces actes de prévention interviennent sur les modes de vie des individus et sur leurs habitudes médicales. Ces actes de prévention interviennent dans différents domaines. L'étude de KIVIPELTO et al. (2013) FINGER*, a montré que des conseils prônant une alimentation saine, une activité physique régulière et de l'entraînement cognitif ont un impact rapidement positif sur le système cognitif des gens testés. L'entourage des individus a montré qu'elle avait un fort impact sur les maladies cognitives notamment la maladie d'Alzheimer. Les personnes âgées ont, par exemple, souvent des problèmes auditifs ou des problèmes pour s'exprimer ce qui les amènent à s'isoler, car, ils ne peuvent plus communiquer facilement avec leur entourage. L'outillage de prothèses auditives pourrait répondre à ce genre de problème.

En outre, nous avons aussi des actes de prévention pour les maladies cardiovasculaire. Des études ont montré qu'adopter une vie saine comme réduire sa consommation d'alcool, ne pas fumer, limiter sa consommation de viande rouge ou avoir une activité physique régulière permet de diminuer les risques cardiovasculaires.

Pour effectuer ces actes de prévention la compagnie d'assurance pourrait effectuer :

- Des actes de prévention primaire en informant les assurés sur les causes d'entrée en dépendance les plus fréquentes et en leur donnant des conseils pour prévenir ces pathologies.
- Des actes de prévention secondaire en apportant une aide financière pour des tests médicaux à des individus qui ont des facteurs de risque pour les pathologies liées à la dépendance.
- Des actes de prévention tertiaire en aidant les personnes âgées hospitalisées, car, une personne qui a longtemps eu une période d'hospitalisation a un fort risque de tomber en dépendance.

Maintenant, nous allons nous intéresser à une étude sur l'impact d'actes de prévention sur la dépendance. L'étude HICKEL (2012) The INVADE Trial-JAHA-HORST BICKEL, menée dans les années 2000 par Horst Bickel en Allemagne dans la région Bavaroise publiée dans le journal JAHA (Journal of the American Heart Association) a montré l'efficacité des actes de prévention secondaire et primaire sur la dépendance. Durant cette étude des scientifiques ont sélectionné deux populations : une population sur laquelle ils organisent des actes de prévention contre la dépendance et une où ils n'organisent aucun acte de prévention. Les actes de prévention se résument à des contrôles médicaux effectués sur les individus pour leur donner des informations et pour diminuer, ainsi, leur risque de tomber en dépendance. La prévention était centrée sur les maladies cardiovasculaires et la démence. Ils ont sélectionné des individus qui ont un âge où la dépendance peut se déclarer. Ils ont regardé au bout de 8 ans le taux de dépendants et l'ont comparé avec le nombre espéré de dépendants. Ils ont remarqué une diminution d'environ 10% du nombre de dépendants. De plus, la prévention a eu un impact sur la mortalité des individus autonomes. Elle a diminué d'au moins 7%. L'étude ne nous donne, en revanche, aucune information sur la mortalité des dépendants. Nous avons, donc, selon l'étude un impact sur la mortalité des individus et un impact sur le nombre de dépendants. Nous avons sélectionné cette étude car elle traite de l'impact réel de la prévention sur la dépendance liée aux pathologies qui sont les causes d'entrée en dépendance les plus courantes.

*Étude menée par Miia Kivipelto professeur au Department of Neurobiology, Care Sciences and Society du Karolinska Institutet de 2013 à 2015 sur les principaux facteurs de risque de la maladie d'Alzheimer. Cette étude montre aussi comment limiter les facteurs de risques

Nous allons comparer la population du produit B2 et la population de l'étude. L'étude a été menée sur une population allemande qui est une population proche de la population française au niveau de la dépendance. En effet, l'espérance de vie en bonne santé après 65 ans est de 10,7 ans en France et elle est de 11,5 ans en Allemagne. De plus, l'étude est menée sur une population qui est assurée contre la dépendance. La répartition homme femme de la population étudiée est proche de la répartition homme femme du produit B2. Nous avons 59% de femmes pour la population de l'étude et nous avons 63% de femmes pour le produit B2. La population de l'étude est plus âgée au début de l'étude l'âge moyen était de 67 ans alors que l'âge moyen à la souscription est de 60 ans pour le produit B2. Il apparaît que la population de l'étude est proche de la population du produit B2.

3.1.3 Mise en œuvre par une compagnie d'assurance des actions de prévention

Nous allons regarder comment mettre en place les actions de prévention pour diminuer l'assurance dépendance. Nous allons effectuer les actes de préventions afin d'avoir les mêmes résultats sur la dépendance que l'étude menée en Allemagne. Les actions de prévention menées par la compagnie d'assurance seront d'organiser :

- Un check-up médical complet tous les 5 ans.
- Une prise de sang annuelle pour regarder le taux de glucose, le niveau de vitamine D, le taux de triglycérides, le taux de homocystéine et le taux d'hémoglobine A_{1c} .
- Un électrocardiogramme annuel.
- Un contrôle semestriel chez le médecin où le médecin donnera au patient des indications pour réduire ses risques de dépendance. Le médecin pourra, par exemple, effectuer le test MMS et donner des conseils nutritionnel en mettant en avant le régime nutritionnel méditerranéen.
- La création d'une plaquette pour informer les assurés sur la dépendance, ses facteurs de risque et comment les éviter.

La compagnie d'assurance aura pour rôle de donner un budget pour compléter les actes de prévention qui seront en partie ou totalement remboursés par la sécurité sociale et devra aussi organiser ses actes de prévention. Par exemple, le check up complet tous les 5 ans est remboursé totalement par la sécurité sociale ou le test MMS est remboursé à partir d'un certain âge. Il faudra juste rappeler à l'assuré de le faire et l'aider à l'organiser. Nous estimons qu'un budget de 50 euros annuels par assuré permettra de financer et d'organiser ses actes de prévention.

Nous avons besoin d'un âge pour lequel nous commençons les actes de prévention. Nous posons γ l'âge pour lequel les actes de prévention commencent pour l'assuré. Nous allons supposer que ces actes de prévention ont un effet immédiat sur l'incidence dépendance et sur la mortalité des cotisants. Cette hypothèse est forte et limitée mais reste crédible car nous allons proposer les actes de préventions pour des âges inférieurs à 80 ans qui sont des âges où les taux d'incidence sont plutôt faibles. De plus, les actes de préventions ont un effet rapide sur la santé des patients selon l'étude Finger. Les actes de prévention peuvent avoir un impact sur 3 paramètres biométriques : le taux d'incidence dépendance, la mortalité des dépendants et la mortalité des cotisants. Dans un premier temps, nous appliquerons cette diminution de manière uniforme sur tous les taux d'incidence dépendance et sur les taux de mortalité pour les âges supérieurs à γ . Nous aurons donc :

- Une diminution de 10% du taux d'incidence dépendance hommes et femmes pour tous les âges supérieurs à γ .

- Une diminution de 7% du taux de mortalité homme et femme des cotisants pour tous les âges supérieurs à γ .
- Nous n'appliquons pas d'impact sur la mortalité des dépendants car l'étude ne nous donne pas de résultat sur ce paramètre biométrique.

Nous regarderons pour les âges de 45 à 75 ans avec un pas de 5 ans. Nous avons choisi pour limite 45 et 75 ans car ce sont les âges limites à la souscription. Le pas de 5 ans nous permettra d'observer comment évolue le coût total des actes de prévention en augmentant de 5 ans l'âge minimum pour recevoir les actes de prévention. Les actes de prévention commencent quand l'assuré a un âge supérieur à γ . La probabilité qu'un individu qui souscrit à l'âge x atteigne sans perte d'autonomie à l'âge γ est $\frac{l_y^{\text{val}}}{l_x^{\text{val}}}$. Les actes de prévention s'arrêtent quand l'assuré tombe en dépendance, décède ou résilie son contrat. Nous avons, donc, que le coût des actes de prévention pour un individu âgé de moins de γ et qui souscrit à l'âge x est :

$$C_x = 50 \times \frac{l_y^{\text{val}} \times v^\gamma \times \ddot{a}_y}{l_x^{\text{val}} \times v^x}.$$

Nous avons, donc, que le coût des actes de prévention pour un individu âgé de plus de γ et qui souscrit à l'âge x est :

$$C_x = 50 \times \ddot{a}_\gamma.$$

Nous allons calculer le coût de la dépendance pour le produit B2. Pour cela nous avons besoin de connaître l'âge des assurés pour le produit B2 à la souscription. Nous avons donc construit la pyramide des âges à la souscription pour le produit B2. Nous séparons les femmes et les hommes, car, le coût des actes de préventions n'est pas le même entre une femme et un homme. Nous rappelons qu'il y a eu 37248 souscriptions pour le produit B2. Nous avons 23295 souscriptions pour les femmes et 14953 souscriptions pour les hommes.

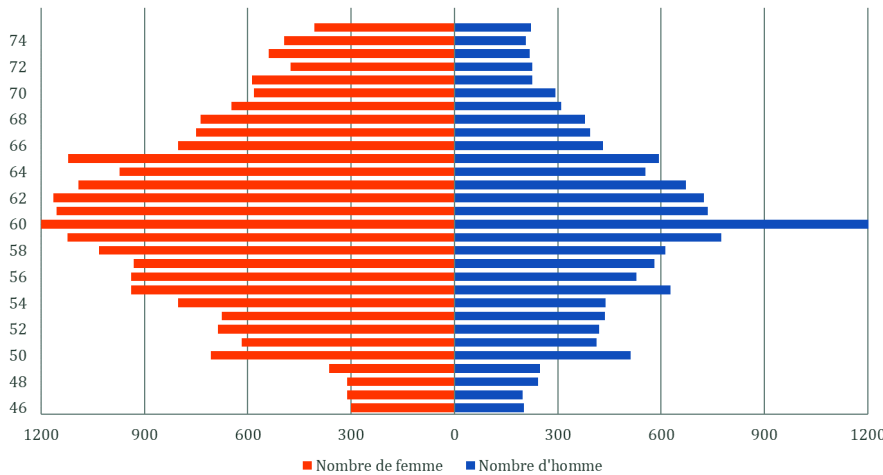


FIGURE 3.3: Pyramide des âges du produit B2

Nous pouvons remarquer que la majorité des souscriptions se font vers 60 ans. Nous pouvons observer que la répartition des âges est similaire entre les femmes et les hommes.

Nous regarderons uniquement les gains et les coûts du point de vue du réassureur. Nous posons que le traité avec B2 est en quote part à 50%.

Nous avons, donc, que le montant de prime total, le montant total des sinistres et les coûts liés aux actes de préventions seront divisés par 2. Maintenant, nous allons regarder pour chaque âge minimum pour les actes de prévention le coût total des actes de prévention et le montant total des sinistres attendus pour le produit B2. Pour cela, nous allons utiliser le tarificateur de Swiss Re pour les produits d'assurance dépendance. Pour utiliser ce tarificateur nous posons les hypothèses suivantes :

- Nous utilisons les tables d'expériences de la compagnie Swiss Re.
- Nous proposons une rente de 7430 si l'individu tombe en dépendance total.
- Nous proposons une rente de 3715 euros si l'individu tombe en dépendance partielle.
- Le taux technique est fixé à 0,075%.
- Les charges annuelles correspondent à 15% de la prime pure.

Nous avons, donc, les coûts totaux des actes de prévention et le montant des sinistres attendus pour un âge minimum de l'acte annuel de prévention :

âge minimum de l'acte annuel de prévention	coût total des actes de prévention	Montant des sinistres attendus
45	15 814 164 €	110 902 191 €
50	15 371 399 €	110 900 165 €
55	14 187 292 €	110 897 045 €
60	12 751 138 €	110 885 646 €
65	11 053 879 €	110 856 126 €
70	9 573 271 €	110 865 357 €
75	8 112 266 €	111 030 851 €

TABLE 3.2: Coûts des actes de prévention selon l'âge minimum de l'acte annuel de prévention B2

Nous pouvons observer que l'écart des coûts des actes de prévention annuels augmente entre chaque pas pour les âges minimum de l'acte annuel de prévention. Il est intéressant d'observer que le montant total des sinistres diminue jusqu'à 65 ans, puis, qu'il augmente. Ceci s'explique par le fait qu'une diminution du taux d'incidence dépendance diminue le nombre de sinistres et qu'une diminution de la mortalité des cotisants augmente le nombre de sinistres. De plus, il apparaît que l'âge minimum de l'acte annuel de prévention n'a pas un impact important sur le montant total des sinistres. Il apparaît qu'organiser des actes de prévention pour des âges inférieurs à 70 ans n'a pas une grande utilité et peut faire perdre de l'argent à la compagnie d'assurance.

Nous n'avons pas d'étude montrant l'impact quantitatif d'acte de prévention sur la mortalité des dépendants. Pour autant, le but de la prévention est de retarder l'âge d'entrée en dépendance et ainsi de réduire le temps de survie des dépendants. Les actes de prévention que la compagnie d'assurance organise ont un impact sur des sinistres de longue durée. Nous pourrions, donc, penser qu'en diminuant les sinistres de longue durée la mortalité des dépendants pourrait augmenter. Nous allons, donc, regarder le coût total des actes de prévention et l'impact sur le montant total des sinistres avec les impacts suivant sur les paramètres biométriques :

- Une diminution de 10% du taux d'incidence dépendance hommes et femmes pour tous les âges supérieurs à y .
- Une diminution de 7% du taux de mortalité homme et femme des cotisants pour tous les âges supérieurs à y .
- Une augmentation de 5% du taux de mortalité des dépendants hommes et femmes.

Nous avons les mêmes coûts que pour l'ancien impact, car, le taux de survie en dépendance n'a pas d'impact sur le coût des actes de prévention. En effet, la compagnie d'assurance arrête les actes de prévention lorsque l'individu tombe en dépendance. Nous allons regarder uniquement l'impact de la prévention sur le montant des sinistres.

âge minimum de l'acte annuel de prévention	Montant des sinistres attendus
45	105 846 052 €
50	105 847 197 €
55	105 849 625 €
60	105 863 667 €
65	105 880 726 €
70	105 995 774 €
75	106 386 185 €

TABLE 3.3: Montant des sinistres attendus selon l'âge minimum de l'acte annuel de prévention

Nous pouvons observer qu'une augmentation de la mortalité des dépendants de 5 ans permet de diminuer le montant total des sinistres. Nous allons regarder l'écart des montants totaux des sinistres entre les deux impacts.

âge minimum de l'acte annuel de prévention	Ecart	Ecart relatif
45	5 056 139 €	-4,6%
50	5 052 968 €	-4,6%
55	5 047 420 €	-4,6%
60	5 021 979 €	-4,5%
65	4 975 401 €	-4,5%
70	4 869 582 €	-4,4%
75	4 644 665 €	-4,2%

TABLE 3.4: Ecart des montants des sinistres selon l'âge minimum de l'acte annuel de prévention

L'augmentation de la mortalité des dépendants diminue d'environ de 5 millions d'euros le montant total des sinistres et diminue de 4,5 % le montant total des sinistres. L'augmentation de la mortalité a, donc, un impact important sur le montant total des sinistres. C'est pourquoi, avoir des données sur l'impact des actes de préventions sur la mortalité des dépendants serait très intéressant. Nous avons supposé que l'impact était uniforme sur les taux de mortalité et les taux d'incidence dépendance. Il est raisonnable de penser que, plus la durée de prévention est importante, plus les actes de prévention vont impacter les paramètres biométriques. L'étude sur laquelle nous nous basons confirme cette hypothèse, car, elle indique que plus la durée de la prévention est importante plus les actes de prévention ont un impact sur la dépendance. Pour autant, nous n'avons pas de données précises sur l'impact de la durée des actes de prévention sur la mortalité des cotisants et le taux d'incidence dépendance. Nous décidons de commencer les actes de prévention à un âge minimum de 70 ans. En effet, comme nous l'avons vu, il est intéressant financièrement de commencer à 70 ans les actes de prévention. Nous avons donc les impacts suivants :

Tranche d'âge	taux d'incidence	mortalité des cotisants	mortalité des dépendants
45-70	0%	0%	0%
70-80	-5%	-3,5%	0%
80-90	-10%	-7%	0%
+90	-15%	-10%	0%

TABLE 3.5: Impact des actes de prévention sur les paramètres biométriques pour chaque tranche d'âge.

Nous n' avons donc aucun impact avant les 70 ans, puis, nous avons une diminution au fur et à mesure des taux d'incidence et des taux de mortalité. Nous avons appliqué de manière arbitraire les diminutions tout en restant proche des valeurs que nous avons choisies pour le premier impact. Nous décidons de comparer les différents impacts sur les paramètres biométriques. Nous nommons l'impact uniforme sur la mortalité des cotisants et sur les taux d'incidence : l'impact 1. L'impact 2 sera, quant à lui, l'impact sur la mortalité des dépendants et des cotisants et l'impact 3 sera le dernier impact. Nous avons donc :

Impact	Montant des sinistres attendus	surcoût des actes de prévention annuel
1	110 865 357 €	9 573 271 €
2	105 995 774 €	9 573 271 €
3	111 131 597 €	9 598 070 €

TABLE 3.6: Comparatif des impacts sur le coût des actes de prévention et le montant total des sinistres

Nous avons vu comment évolue la sinistralité selon les différents impacts sur les paramètres biométriques. Nous décidons pour la suite que les actes de prévention auraient un impact uniforme sur l'incidence dépendance et sur la mortalité des assurés. Nous sélectionnons comme âge minimum pour les actes de prévention 70 ans car l'âge moyen de la population de l'étude lors du commencement des actes de prévention est de 67 ans. De plus, les médecins conseillent de commencer ces actes de prévention vers cet âge-là car ils pourront avoir un effet sur la dépendance car l'âge moyen d'entrée en dépendance est 81 ans. Ils soulignent aussi que les premiers signes de pertes cognitives importants commencent vers 70 ans et pourront donc être décelés par les actes de prévention.

Nous aurons donc les impacts suivants sur les paramètres biométriques :

- Une diminution de 10% du taux d'incidence dépendance hommes et femmes pour tous les âges supérieurs à 70 ans.
- Une diminution de 7% du taux de mortalité homme et femme des cotisants pour tous les âges supérieurs à 70 ans.
- Nous n'appliquons pas d'impact sur la mortalité des dépendants car l'étude ne nous donne pas de résultat sur ce paramètre biométrique.

Ces impacts permettront d'observer comment financer et organiser les actes de prévention dans un contrat d'assurance dépendance. Pour autant, il sera intéressant d'observer la sensibilité du montant total des sinistres attendus par rapport aux paramètres biométriques qui sont l'incidence et la mortalité des cotisants. Nous avons vu que ces variations des paramètres biométriques ont un impact sur le montant total des sinistres attendus. Nous allons observer la sensibilité du montant total des sinistres selon les paramètres biométriques. En effet, nous avons regardé que pour une diminution de la mortalité de 7% et une diminution de l'incidence de 10% le montant total des sinistres attendu est de 110 865 357 millions d'euros.

Nous allons donc observer le montant des sinistres attendu pour une diminution de la mortalité des cotisants allant de 0% à 10% avec un pas de 2% et pour une diminution de l'incidence de 1% à 16%. Nous pourrions, ainsi, regarder l'impact d'une diminution de la mortalité et de l'incidence sur le montant des sinistres. Nous avons donc le graphique suivant :

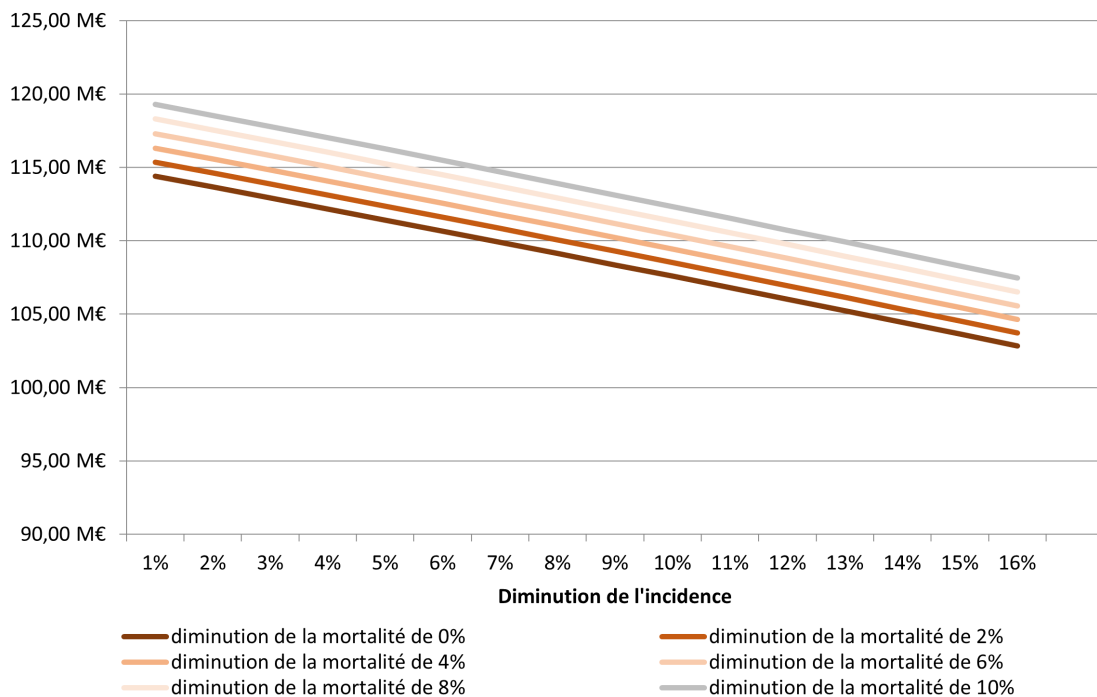


FIGURE 3.4: Impact des paramètres biométriques sur le montant total des sinistres

Il apparaît que plus la mortalité des cotisants diminue plus le montant des sinistres va augmenter ce qui semble logique car la diminution de la mortalité aura pour effet d'augmenter le nombre de dépendants. En outre, la diminution de l'incidence aura pour effet de diminuer le nombre de dépendants. Nous pouvons donc dire que les effets des actes de prévention ont un impact opposé sur le montant total des sinistres.

3.2 Financement des actes de prévention

3.2.1 Financement des actes de prévention par une hausse des primes

Nous devons financer les actes de prévention qui sont organisés pour les cotisants qui ont un âge supérieur à 70 ans. Nous rappelons que le coût total des actes de prévention sera de 9 573 271 €. Pour organiser les actes de prévention nous devons les financer. L'un des moyens pour financer des actes de prévention est d'augmenter les primes des contrats d'assurance dépendance. Nous allons, donc, comparer la prime sans les actes de prévention et la prime avec les actes de prévention. Dans un premier temps, nous allons regarder le coût total des actes de prévention pour un âge donné et un sexe donné. Nous avons, donc, le graphique suivant :

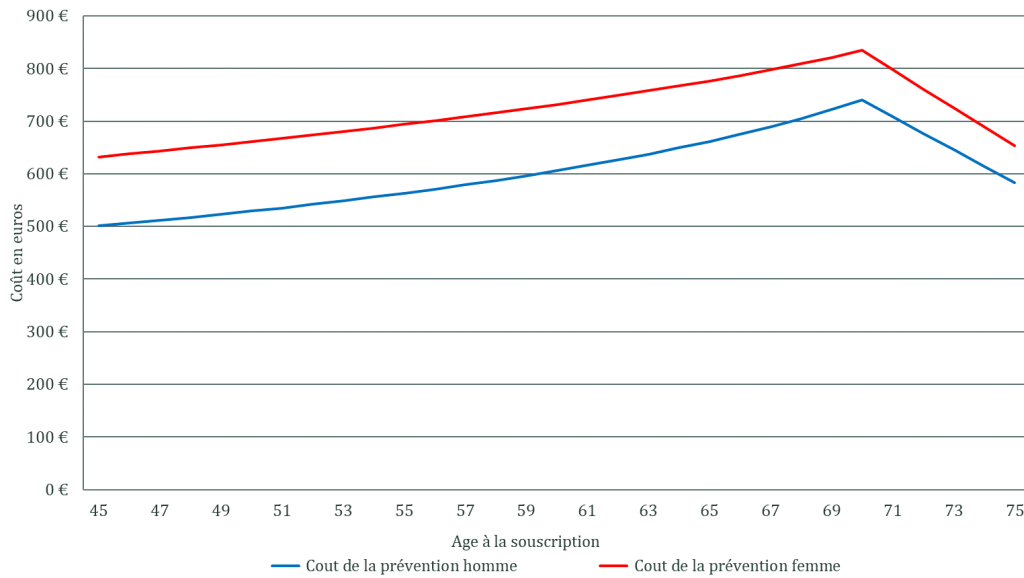


FIGURE 3.5: Coût de la prévention par sexe et âge à la souscription

Nous avons comme formule pour la prime pure d'un individu ayant souscrit à une assurance dépendance et qui profite des actes de prévention. Pour le calcul nous ne prenons pas en compte le délai de carence pour simplifier les calculs. Nous avons le calcul de la prime pure annuelle ci-dessous pour les individus de moins de 70 ans :

$$PP_x^{\text{prévention}} = \frac{PUP_x}{\ddot{a}_x} + \frac{C_x}{\ddot{a}_x}$$

La législation européenne impose que nous ne pouvons différencier un homme et une femme pour le calcul du prix de la prime. Nous avons vu que les coûts pour organiser des actes de prévention ne sont pas les mêmes entre un homme et une femme. Nous allons tarifer dans le but d'obtenir un coût unisexe. Pour cela nous aurons besoin de la répartition de femmes dans le produit B2. Dans le produit B2 nous avons 63% de femmes. Nous avons besoin aussi du coût des actes de prévention pour les hommes et des coûts des actes de prévention pour les femmes. Nous nommerons C_x^f le coût des actes de prévention pour une femme ayant l'âge x et C_x^h le coût des actes de prévention pour un homme ayant l'âge x . Nous avons, donc, la formule suivante pour le calcul des coûts annuels des actes de prévention sans différencier le sexe :

$$C_x^u = \frac{\alpha \times C_x^f + (1 - \alpha) \times C_x^h}{\alpha \times \ddot{a}_x^f + (1 - \alpha) \times \ddot{a}_x^h}$$

Nous allons observer comment le coût annuel de la prévention évolue en fonction de l'âge de l'assuré et de son sexe.

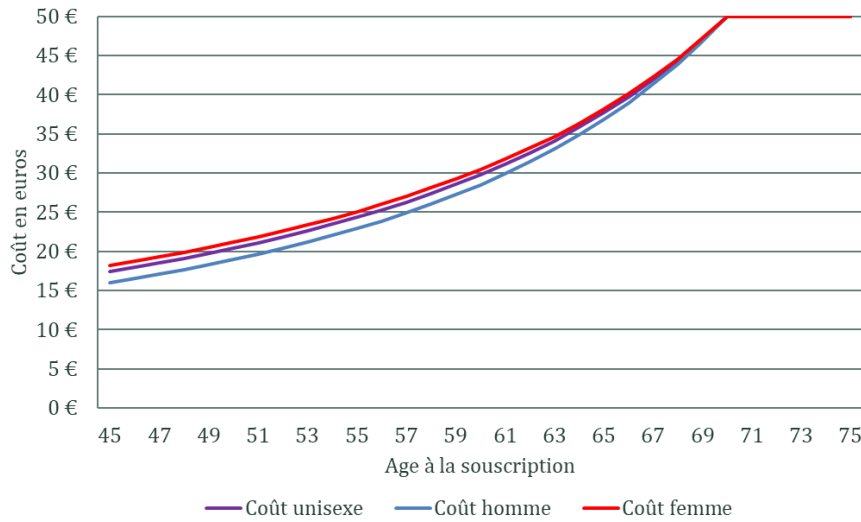


FIGURE 3.6: Coût annuel de la prévention pour un âge à la souscription

Nous avons, donc, que pour un individu qui a 70 ans ou plus nous devons ajouter à sa prime annuelle 50 euros pour qu'il puisse bénéficier des actes de prévention. En revanche, pour les individus de moins de 70 ans nous avons une différence entre les coûts pour un homme et une femme ce qui amène à calculer le coût unisexe. Maintenant nous pouvons calculer la nouvelle prime que nous nommerons $P_x^{prévention}$. Nous avons, donc, la formule suivante pour la prime avec prévention :

$$P_x^{prévention} = P_x + C_x^u.$$

Avec P_x calculé avec les nouveaux taux. Nous allons comparer la prime avec prévention et la prime sans prévention.

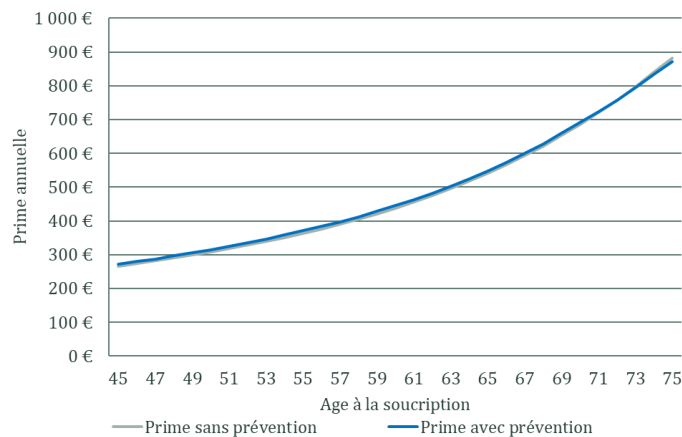


FIGURE 3.7: Prime annuelle sans prévention et Prime annuelle avec prévention

Nous pouvons voir que les primes sont proches. Nous allons regarder $P_x - P_x^{prévention}$ afin de voir si l'une des primes est supérieure à l'autre pour une certaine tranche d'âge. Nous avons, donc, le graphique ci-dessous qui nous montre la différence entre la prime sans prévention et la prime avec prévention.

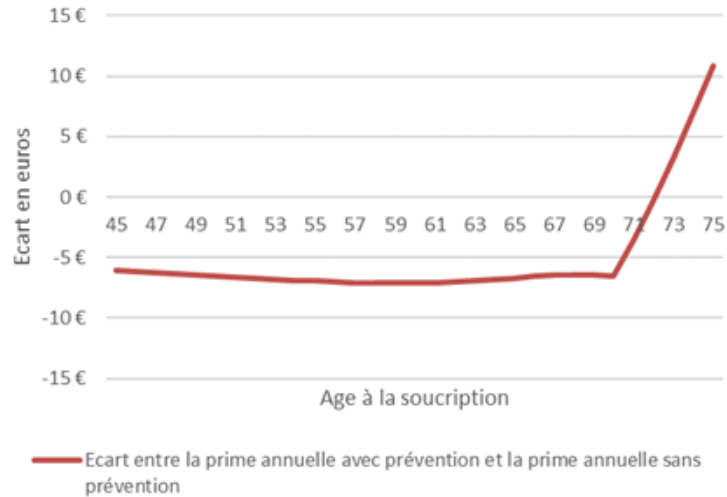


FIGURE 3.8: Ecart entre la prime annuelle sans prévention et prime annuelle avec prévention

Nous pouvons constater que la prime avec prévention est supérieure à la prime annuelle sans prévention pour les âges qui vont de 45 ans à 70 ans. Pour autant, l'écart est faible il ne dépasse pas les 15 euros ce qui montre que l'augmentation de la prime annuelle ne sera pas grande pour l'assuré. Il apparaît qu'ajouter des actes de prévention augmente peu la prime des cotisants.

Maintenant, nous allons regarder l'impact de la prévention sur le résultat technique. Le montant total des primes sans prévention est de 139 079 557 euros et le montant total des sinistres attendus est de 115 130 357 euros. Nous avons, donc, un résultat technique d'un montant de 23 949 200 euros. Le montant total des primes avec prévention est de 143 407 099 euros et le montant des sinistres total attendus est de 110 865 356 euros. Nous avons donc un résultat technique de 32 541 742 euros. Nous allons regarder aussi le résultat d'activité et l'indicateur de performance. Nous avons les formules suivantes pour les indicateurs :

$$\text{Résultat d'activité} = \text{Primes} - \text{Sinistres} - \text{Frais} - \text{Coût du capital} - \text{Taxes}$$

$$\text{Indicateur de performance} = \frac{\text{Résultat d'activité}}{\text{Primes}}$$

Le résultat d'activité correspond à ce que l'assureur va réellement gagner à la fin de vie du produit. Nous avons, donc, les résultats suivants lorsque nous finançons uniquement par une hausse des primes :

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
sans prévention	23 949 200 €	3 865 725 €	2,8%
avec prévention	32 550 962 €	3 211 623 €	2,2%

TABLE 3.7: Impact des actes préventions financés par la prime

Nous pouvons observer un gain important pour le résultat technique, mais, une perte pour le résultat d'activité. En effet, les coûts des actes de prévention font que le résultat d'activité est inférieur lorsque la compagnie organise des actes d'assurances dépendances car la compagnie d'assurance a augmenté ses dépenses de 9 573 271 euros pour financer les actes de prévention. Nous avons le même effet sur l'indicateur de performance.

De plus, pour augmenter ces résultats nous pourrions imposer des chargements sur les actes de prévention pour obtenir une rentabilité supérieure. Il est intéressant aussi d'observer de combien nous devons diminuer le coût annuel des actes de préventions pour permettre d'avoir un résultat d'activité supérieur à celui sans actes de prévention. Nous allons regarder comment le résultat d'activité varie selon les coûts des actes de prévention. En effet, nous pourrions regarder pour un même impact sur les paramètres biométriques et un même niveau de prime comment le résultat d'activité varie.

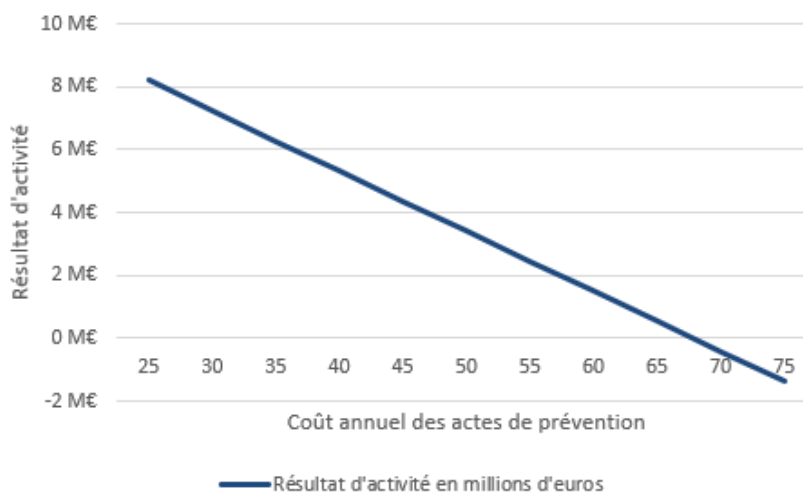


FIGURE 3.9: Impact des actes préventions financés par la prime

Il apparaît qu'à partir d'une réduction de 5 euros des coûts des actes de prévention nous avons un résultat d'activité supérieur à celui sans acte de prévention. En effet, pour un coût de 45 euros nous obtenons un résultat d'activité de 4 368 950 euros et un indicateur de performance égal à 3%. Il apparaît que si la compagnie d'assurance arrive à diminuer ses coûts de 5 euros, alors, elle pourra avoir un gain au niveau du résultat d'activité et de l'indicateur de performance.

3.2.2 Financement par le bénéfice technique généré par la prévention

La prévention permet de générer un bénéfice technique en diminuant le nombre de dépendants et en retardant leur entrée en dépendance. Nous avons vu que les actes de prévention permettaient de diminuer d'un certain montant la sinistralité. Pour des actes de prévention organisés avant 70 ans, nous avons une réduction de 4 265 000 € des sinistres. Nous savons que le coût total des actes de prévention pour un âge minimum de 70 ans est de 9 573 271 €. Il apparaît que la diminution du montant total des sinistres ne permet pas de financer totalement les actes de prévention. Nous allons donc utiliser une partie du résultat technique pour pouvoir financer les actes de prévention ce qui nous amène à regarder l'impact sur les différents résultats. Dans un premier temps, les actes de prévention ont un effet sur la prime que les cotisants doivent payer. Nous ne finançons pas dans ce cas les actes de prévention. Nous pouvons constater ci-dessous la différence :

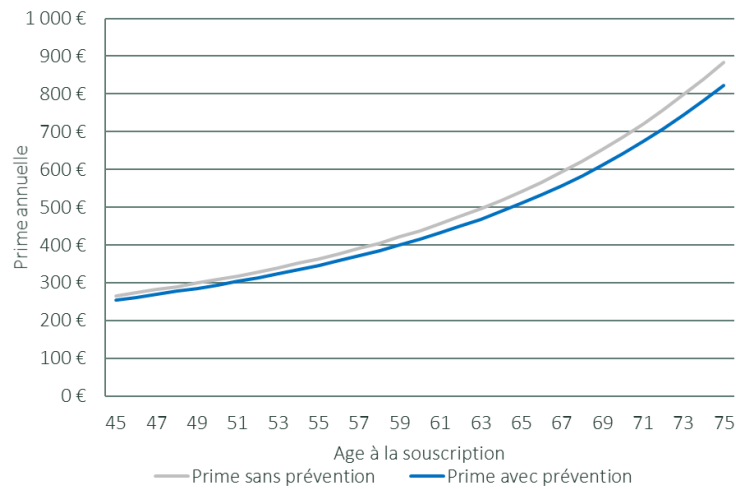


FIGURE 3.10: Prime annuelle avec et sans prévention

En effet, en diminuant l'incidence de 10% et la mortalité de 7% nous avons que les primes annuelles des cotisants diminuent notamment pour les âges supérieurs à 63 ans. Nous aurons donc un montant total des primes acquises par la compagnie d'assurance inférieur à celui sans prévention. Lorsque nous appliquons la prévention nous avons un montant total de prime de 134 505 496 euros pour un montant total de sinistre de 110 865 356 euros. Nous avons donc les résultats suivants :

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
sans prévention	23 949 200 €	3 865 725 €	2,8%
avec prévention	23 640 140 €	-6 081 263 €	-5%

TABLE 3.8: Impact des actes préventions financés par le résultat technique

Nous avons donc un résultat d'activité négatif ce qui n'est pas étonnant, car, nous n'arrivons pas à financer les actes de prévention totalement avec la diminution du montant total des sinistres. Nous ne pouvons pas financer les actes de prévention juste avec les bénéfices provoqué par les actes de prévention. Nous allons donc regarder si le changement des caractéristiques contractuelles d'un contrat permet de financer les actes de prévention.

3.2.3 Financement des actes de prévention par l'augmentation de la franchise

Nous avons vu que financer les actes de prévention uniquement par le gain effectué par les actes de prévention n'est pas possible. Nous avons vu qu'une augmentation de la franchise diminue le montant total des sinistres. Nous pourrions, donc, utiliser ce gain pour pouvoir financer les actes de prévention et avoir un résultat d'activité plus important. Nous allons sélectionner une augmentation de franchise de 3 mois ce qui revient à une franchise de 6 mois pour le produit B2. Nous avons vu qu'une augmentation de franchise impactait le taux d'incidence dépendance et le taux de mortalité des dépendants. Nous avons à cause des actes de prévention les chocs suivants :

- Une diminution de 10% du taux d'incidence dépendance hommes et femmes pour tous les âges supérieurs à 70 ans.

- Une diminution de 7% du taux de mortalité hommes et femmes des cotisants pour tous les âges supérieurs à 70 ans.
- Nous n'appliquons pas d'impact sur la mortalité des dépendants car l'étude ne nous donne pas de résultat sur ce paramètre biométrique.

Nous supposons que la diminution sur les taux d'incidence dépendance causée par les actes de prévention et la diminution sur les taux d'incidence dépendance causée par l'augmentation de franchise sont indépendants. La franchise élimine les sinistres de courte durée et les actes de prévention sont concentrés sur la démence et les maladies cardiovasculaires qui sont, comme nous l'avons vu, des sinistres plutôt de longue durée.

Nous avons, donc, regardé la répartition des sinistres selon la cause d'entrée en dépendance en augmentant le franchise de 3 mois. Nous avons observé une variation dans la répartition des causes d'entrée en dépendance notamment sur les tumeurs et les cancers. Nous constatons que les cancers et tumeurs représentent 4% des sinistres alors qu'avant augmentation de la franchise ils en représentaient 6%. Ainsi, le nombre de tumeurs et de cancer a fortement diminué en proportion. Les maladies cardiovasculaires ont légèrement augmenté en proportion et représente 14% des sinistres alors qu'ils représentaient 13% des sinistres. De plus, les sinistres cognitifs représentent toujours 65% des sinistres. Ceci montre bien que la franchise a un impact notamment sur les causes qui entraînent des sinistres courts comme les tumeurs et les cancers. Nous pouvons, donc, considérer que les impacts sont indépendants, car, les actes de prévention ont pour but de diminuer le nombre de sinistres liés à la démence et aux maladies cardiovasculaire. Nous allons, donc, avoir les impacts suivants :

Tranches d'âges	Incidence dépendance	Taux de mortalité des cotisants	Taux de mortalité des dépendants
70-74	-26%	-7%	0%
75-79	-22%	-7%	-14%
80-84	-22%	-7%	-7%
85-89	-19%	-7%	-7%
90-94	-24%	-7%	-9%
+95 ans	-24%	-7%	-9%

TABLE 3.9: Impact des actes prévention financés par le résultat technique

Nous avons une diminution de 22% pour la tranche d'âge 80-84 car nous avons une diminution de 10% à cause de l'incidence dépendance, puis, nous avons une diminution de 13% à cause de l'augmentation de franchise. Nous avons, donc, une diminution au total de $1 - 0.87 \times 0.9 = 21,7\%$ que nous arrondissons à 22%. La diminution de 7% sur la mortalité des dépendants est causée par les actes de prévention à 70 ans et la diminution du taux de mortalité des dépendants est causée par l'augmentation de la franchise de 3 mois. Nous avons appliqué le même raisonnement pour les autres tranches d'âge. Nous avons calculé le montant total des sinistres avec les impacts suivants et nous posons que la prime des cotisants ne change pas. Nous avons, donc, un montant total des primes de 134 505 496 € et un montant total des sinistres de 100 615 314 € avec une franchise de 6 mois. L'augmentation de la franchise de 3 mois permet de diminuer de 9,2% le montant total des sinistres ce qui concorde avec ce que nous avons trouvé comme résultat pour les produits sélectionnés dans le chapitre 2. Nous allons regarder l'impact d'une augmentation de la franchise de 3 mois sur le résultat technique, le résultat d'activité et l'indicateur de performance.

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
avec une franchise 6 mois	33 890 182 €	4 159 559 €	3,1%
avec une franchise 3 mois	23 640 140 €	-6 081 263 €	-5,0%

TABLE 3.10: Impact des actes de prévention et d'une augmentation de franchise sur les paramètres biométriques

L'augmentation de la franchise de 3 mois permet de financer totalement les actes de prévention et d'avoir un résultat d'activité et un indicateur de performance positif. Maintenant, nous allons comparer les différents résultats et l'indicateur de performance avec ou non une augmentation de franchise et des actes de prévention.

B2	Résultat technique	Résultat d'activité	Indicateur de performance
avec prévention et une augmentation de franchise de 3 mois	33 890 182 €	4 159 559 €	3,1%
sans prévention sans augmentation de franchise	23 949 200 €	3 865 725 €	2,8%

TABLE 3.11: Impact des actes de prévention financés par le résultat technique

Il apparaît que des actes de prévention financés par une augmentation de la franchise permet d'avoir un résultat d'activité supérieur et un indicateur de performance plus important. Enfin, si nous regardons pour des primes annuelles équivalentes à celles sans prévention nous aurions un résultat d'activité de 11 millions d'euros et un indicateur de performance de 8%. Nous pouvons, donc, dire qu'il est intéressant d'organiser des actes de prévention financés par une augmentation de la franchise. Il reste à nuancer ce résultat. En effet, nous ne pouvons pas évaluer l'impact des actes de prévention et une augmentation de la franchise sur l'attractivité du produit. Il se pourrait qu'une augmentation de la franchise de 3 mois diminue fortement le nombre de souscriptions, ce qui serait négatif pour la rentabilité. Nous avons regardé l'impact d'une diminution de 10% des souscriptions sur le résultat d'activité et l'indicateur de performance.

B2	Résultat d'activité	Indicateur de performance
avec prévention et une augmentation de franchise de 3 mois	3 743 603 €	3,1%

TABLE 3.12: Impact d'une diminution de 10% des souscriptions sur les différents indicateurs financiers

Nous avons le même niveau d'indicateur de performance, mais, nous avons une perte de 415 956 € sur le résultat d'activité si nous avons une diminution de 10% des souscriptions. Il faut, donc, veiller à ce que l'augmentation de la franchise n'empêche pas les individus de souscrire à un contrat d'assurance dépendance. La compagnie d'assurance pourra mettre en avant les actes de prévention et la volonté de l'assureur de garder le plus longtemps possible ses assurés en bonne santé.

3.3 Impact de l'incidence dépendance et la mortalité sur le résultat d'activité

Nous allons observer comment évolue le résultat d'activité selon l'évolution de l'incidence et la mortalité des cotisants. Nous avons vu que la prévention a un impact sur ces différents facteurs biométriques. Nous allons donc regarder de combien doit varier la mortalité des cotisants et l'incidence pour un même niveau de prime annuelle pour avoir un résultat d'activité supérieur à celui sans prévention. Pour regarder les variations du résultat d'activité nous allons l'observer pour une diminution de l'incidence de 1% à 16% et pour une diminution de la mortalité des cotisants allant de 0% à 10% avec un pas de 2%. Nous avons le graphique suivant :

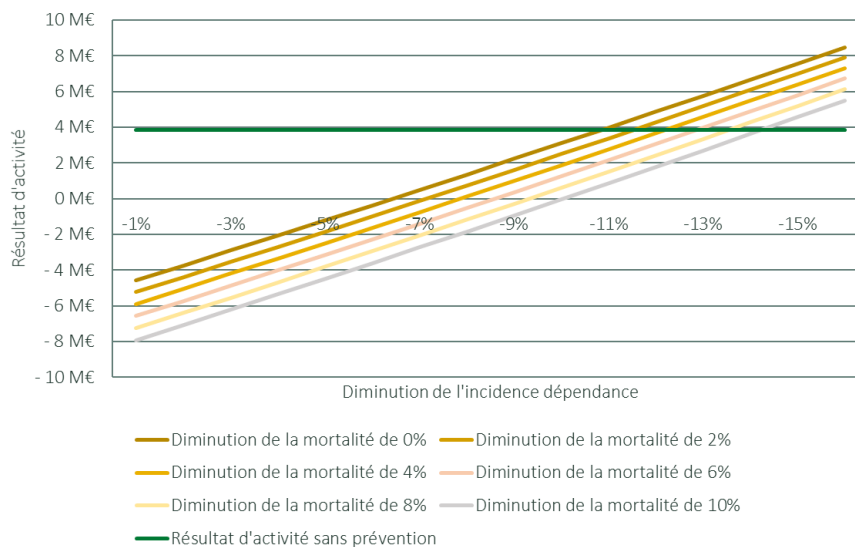


FIGURE 3.11: Impact des paramètres biométriques sur le résultat d'activité

Dans un premier temps, nous pouvons observer que pour un niveau de prime équivalent nous devons avoir une forte diminution de l'incidence pour obtenir un résultat d'activité supérieur. La diminution de l'incidence dépendance doit être au moins supérieure à 11% pour espérer obtenir un gain au niveau du résultat d'activité. En effet, par exemple si les actes de prévention ont pour effet de diminuer l'incidence de 13% et une diminution de la mortalité des cotisants de 6%, nous avons un résultat d'activité qui est supérieur à celui sans prévention.

De plus, il apparaît qu'une diminution de la mortalité des cotisants a un impact négatif sur le résultat d'activité. La diminution de la mortalité des cotisants a pour effet d'augmenter la durée d'autonomie durant laquelle l'assuré verse sa prime, mais, elle augmente aussi le nombre de sinistres, ce qui coûte très cher à la compagnie d'assurance. Nous pouvons, donc, observer que l'effet d'augmentation du nombre de sinistres surpasse l'effet d'augmentation du nombre de prime accumulée. Il est, donc, important de noter que les actes de prévention ne doivent pas diminuer uniquement la mortalité des cotisants. En effet, elle doit aussi réduire le nombre de dépendants. Les actes de prévention pour être financièrement efficaces devraient surtout réduire le nombre de dépendants sans diminuer la mortalité des cotisants. Ceci semble compliqué puisque une diminution de la dépendance implique que les individus soient en meilleure santé et aient, donc, une espérance de vie plus importante. Il est, donc, important d'organiser les actes de prévention en fonction des pathologies qui sont réellement liées à la dépendance comme la démence.

3.4 Mise en place des nouvelles garanties avec une augmentation de la franchise

3.4.1 Introduction des nouvelles garanties dans les contrats existants

Le contrat que nous proposons n'offre qu'une garantie qui est une rente si l'on tombe en dépendance totale ou partielle. Les derniers rapports demandés par le gouvernement, comme le rapport "La branche autonomie : périmètre, gouvernance et financement" dirigé par Laurent Vachey paru en 2020, soulignent le fait que des nouvelles garanties devraient être intégrées dans les contrats d'assurance dépendance. Ces rapports proposent que des nouvelles garanties puissent être intégrées pour aider les aidants à aménager les domiciles des dépendants pour qu'ils restent le plus longtemps possible chez eux et ainsi éviter qu'ils aillent trop rapidement dans des centres médicalisés. Or, l'un des moyens pour permettre aux dépendants de rester le plus longtemps possible dans leur domicile est de leur fournir un capital à leur entrée en dépendance leur permettant d'aménager leur domicile. En effet, avec un certain montant, ils pourraient aménager leur maison en mettant des barres d'appui dans leur salle de bain, en intégrant des détecteurs de mouvements pour l'éclairage et des détecteurs de chute ou en investissant pour améliorer la mobilité dans leur domicile. La compagnie d'assurance peut aussi aider les aidants lorsque la personne aidée tombe en dépendance. Elle pourrait proposer des services afin de diminuer la tâche psychologique et physique de l'aidant. En effet, elle pourrait proposer les services suivants :

- Payer des consultations chez un psychiatre.
- Aider aux démarches administratives.
- Garder les enfants ou petits enfants pendant une journée.
- Payer le déplacement pour qu'un proche rejoigne l'aidant.
- Livrer des courses ou des médicaments.

La compagnie d'assurance donnera une enveloppe de 200 euros par an à l'aidant par an pour financer un ou plusieurs de ces services. Nous proposons comme garantie une rente de 7430 euros pour la dépendance totale, une rente de 3715 euros pour la rente dépendance partielle, une enveloppe de 200 euros pour les aidants et un capital de 3000 euros lors de l'entrée en dépendance partielle ou totale pour aménager le domicile de l'individu. Pour financer ces nouvelles garanties, nous allons, donc, augmenter la durée de franchise de 3 mois. La période de franchise est de 6 mois pour le produit B2 si nous augmentons la franchise de 3 mois.

3.4.2 Tarification des nouvelles garanties

Dans un premier temps, nous nommons le contrat d'assurance dépendance C1 avec pour garantie une rente de 7430 euros si dépendance totale et une rente de 3715 euros si dépendance partielle et une franchise de 3 mois. En outre, nous avons le contrat d'assurance dépendance C2 avec une franchise de 3 mois et les garanties suivantes :

- Une rente de 7430 euros si dépendance totale.
- Une rente de 3715 euros si dépendance partielle.

- Un capital de 3000 euros si dépendance partielle ou totale.
- Une enveloppe annuelle de 200 euros si dépendance partielle ou totale

Nous posons C3 le contrat avec les mêmes garanties que C2 et une franchise de 6 mois. Nous avons, donc, que C2 et C3 ont les mêmes garanties mais ont des périodes de franchise différentes. Nous allons comparer les primes annuelles de C1, C2 et C3. Nous rappelons qu'une augmentation de franchise a un impact sur le taux d'incidence dépendance et sur la mortalité des dépendants. Nous allons comparer le coût pour l'assuré de ces nouvelles garanties.

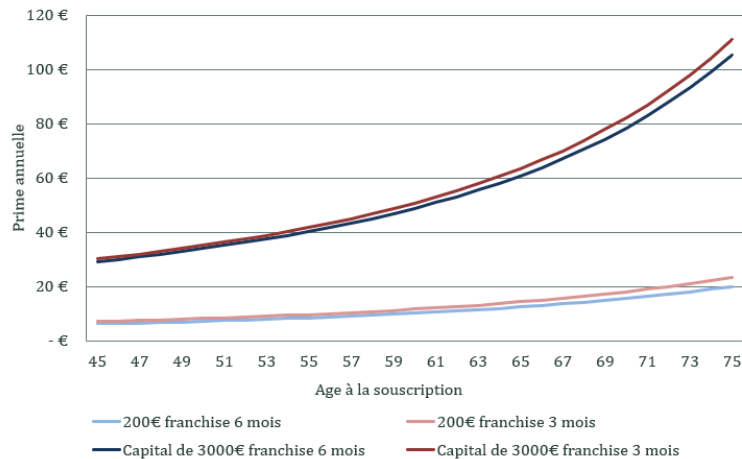


FIGURE 3.12: Prime annuelle des différentes garanties

Nous observons une différence au niveau des primes pour les garanties. Elle est plus importante pour le capital ce qui semble logique car la franchise diminue fortement le nombre de dépendants. Nous allons donc comparer les primes avec toutes les garanties. Nous nous retrouvons avec les primes commerciales suivantes pour C1, C2 et C3.

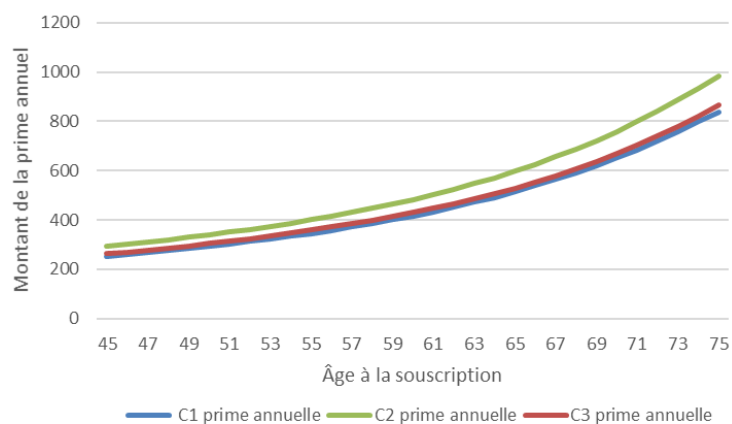


FIGURE 3.13: Prime annuelle avec et sans augmentation de franchise

Nous pouvons observer qu'une augmentation de la franchise de 3 mois permet de fortement diminuer la prime. Nous avons une diminution moyenne de 70 euros entre les primes annuelles du contrat C1 et C2. En outre, nous pouvons observer que les primes annuelles de C1 et C3 sont proches. Nous avons une différence moyenne de 10 euros entre ces deux primes annuelles. Il apparaît qu'une augmentation de franchise permet, donc, d'obtenir de nouvelles garanties sans augmenter fortement les primes. Une augmentation de la franchise a pour effet de diminuer la couverture des assurés ce qui a pour effet de diminuer l'attractivité du produit. Cette diminution de l'attractivité peut diminuer le nombre de souscriptions. Une diminution des souscriptions aura un impact sur le résultat d'activité. Nous allons, donc, regarder en fonction du pourcentage de diminution de souscriptions comment le résultat d'activité varie.

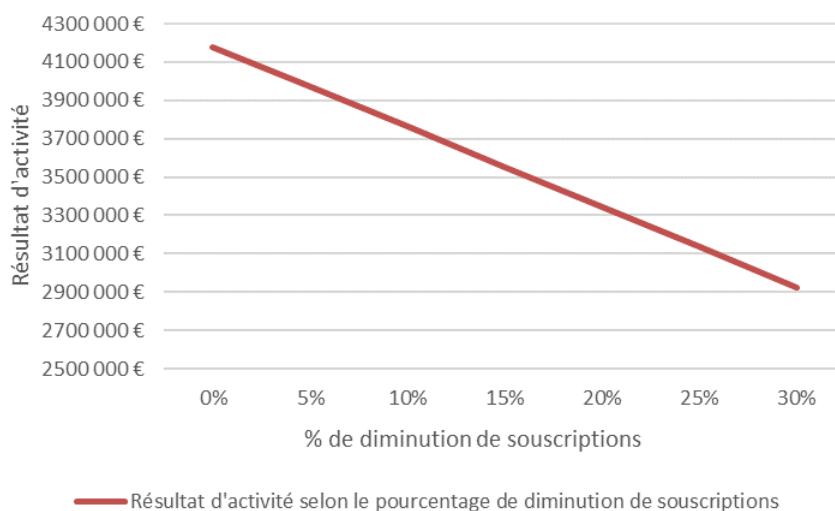


FIGURE 3.14: Impact de la souscription sur le résultat d'activité

Nous pouvons remarquer que le résultat d'activité est impacté négativement si le nombre de souscriptions diminue à cause de la perte d'attractivité causée par une augmentation de la franchise. Si nous avons une diminution de 20% du nombre de souscriptions, le résultat d'activité aura diminué d'un montant de 835 829 euros.

Conclusion

La dépendance étant aujourd'hui un enjeu majeur de notre société, ce mémoire avait pour objectif de trouver des solutions pour inclure des actes de prévention et des nouvelles garanties dans un contrat d'assurance dépendance. Il s'agissait de trouver aussi des moyens pour qu'un contrat d'assurance reste un produit rentable pour la compagnie et attractif pour le souscripteur. Nous avons vu plusieurs méthodes de financement comme notamment l'augmentation de la franchise.

Nous avons pu constater l'impact d'une augmentation de la franchise sur la sinistralité et sur le montant total des sinistres. Une augmentation de la franchise diminue fortement le nombre de sinistres pris en charge par la compagnie d'assurance et réduit aussi le montant de rente remis par la compagnie d'assurance. Ces impacts ont pour effet de diminuer le montant total des sinistres et ainsi d'augmenter le résultat technique. En effet, il apparaît qu'une augmentation de la franchise de 3 mois permettrait de diminuer de 9% le montant total des sinistres.

Nous avons vu que pour mettre en place des actes de prévention nous devons connaître les principales causes d'entrée en dépendance. Nous avons montré que les maladies neurodégénératives et les maladies cardiovasculaires sont les principales causes d'entrée en dépendance. Nous avons, donc, établi des actes de prévention pour ces maladies ce qui a permis de diminuer de 4,5 millions le montant des sinistres pour un coût de 9,5 millions. Aussi, il apparaît que les actes de prévention permettent de diminuer la dépendance et son coût.

Nous avons étudié 3 types de financement : un financement par la prime, un financement par le résultat technique et un financement par l'augmentation de la franchise. Nous avons vu que le financement par la prime permettait de garder le même niveau de prime que sans prévention. Pour autant, nous avons montré que le résultat d'activité était inférieur. De même, le financement par le résultat technique s'est trouvé très peu concluant, car, le nombre de sinistres diminué ne permettait pas de financer totalement le coût des actes de prévention. Enfin, nous avons vu qu'une augmentation de la franchise de 3 mois pourrait permettre d'avoir un résultat d'activité supérieur et des primes pour les assurés qui diminuent. Néanmoins, nous devons limiter ce résultat car l'augmentation de la franchise peut diminuer fortement l'attractivité d'un produit dépendance. Le manque de données et d'études sur la prévention pour la dépendance nous a obligés à poser des hypothèses fortes notamment sur la baisse de la mortalité et du taux d'incidence dépendance. En effet, les compagnies d'assurances ne réalisent rarement ces études et ne permet donc pas d'avoir un résultat précis sur les impacts des actes de prévention sur les paramètres biométriques. Nous avons pour cela effectué des tests de sensibilité afin d'observer comment variait le résultat d'activité selon l'impact sur les paramètres biométriques. Il a été observé qu'une diminution de l'incidence de plus de 11% est nécessaire pour avoir un résultat d'activité de meilleure qualité. En outre, il aurait été bien d'avoir d'autres études plus récentes que celle que nous avons utilisés et d'avoir aussi des données sur la mortalité des dépendants et sur l'impact selon l'âge des assurés.

Finalement, il apparaît qu'avec une augmentation de la franchise de trois mois, nous pouvons offrir des garanties pour aménager le domicile d'un dépendant et aider son entourage sans fortement augmenter la prime. Nous n'augmentons en moyenne la prime annuelle que de 2%. Cette étude, même si elle a ses limites, permet d'affirmer que l'augmentation d'une franchise offre en plus de la rente qui demeure stable soit l'opportunité d'actes de prévention, soit la possibilité de proposer de nouvelles garanties comme un capital de 3000 euros et une enveloppe de 200 euros annuels de service pour les aidants.

Bibliographie

- AQUINO, J.-P. (2015). Plan national d'action et de prévention de la perte d'autonomie, Rapport gouvernementale, Ministère des Solidarité et de la Santé, p. 1-166. URL : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_national_daction_de_prevention_de_la_perte_dautonomie.pdf.
- BLANPAIN, N. et BUISSON, G. (2016). Projections de population à l'horizon 2070 : Deux fois plus de personnes de 75 ans ou plus qu'en 2013. Insee Première, 1619.
- DUÉE, M. et REBILLARD, C. (2006). La dépendance des personnes âgées: une projection en 2040. Données sociales-La société française, 7, p. 613-619.
- FFA (2016). Label GAD, Plaquette informative, Fédération Française de l'assurance, p. 1-16. URL : <https://www.ffa-assurance.fr/sites/default/files/files/2016/10/plaquette-label-gad-2016.pdf>.
- FFA (2018). Assurance dépendance : 7,1 millions de personnes couvertes à la fin de l'année 2017, Études statistiques, Fédération Française de l'assurance, p. 1. URL : <https://www.ffa-assurance.fr/etudes-et-chiffres-cles/assurance-dependance-71-millions-de-personnes-couvertes-la-fin-de-annee-2017>.
- HICKEL, H. (2012). Reduction of Long term care Dependance after 8 Year Primary care Prevention Program for Stroke and Demantia : The Invade Trial, Journal of the American Heart association 1.4, p. 1-18. URL : <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.112.000786>.
- INSEE (2020). Personnes âgées et dépendantes. Tableaux de l'économie française édition 2020 - Insee Références, p. 94-96. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277754?sommaire=4318291>.
- KIVIPELTO, M., SOLOMON, A., AHTILUOTO, S., NGANDU, T., LEHTISALO, J., ANTIKAINEN, R. et SOININEN, H. (2013). The Finnish geriatric intervention study to prevent cognitive impairment and disability (FINGER): study design and progress, Alzheimer's Demantia, 9.6, p. 657-665.
- LEROUX, I. (2019). L'aide et l'action sociales en France : Perte d'autonomie, handicap, protection de l'enfance et insertion. Edition 2019, Dress, p. 1-226. URL : <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/panoramas-de-la-drees/laide-et-laction-sociales-en-france-perte-dautonomie-handicap>.
- LIBAULT, D. (2019). Concertation grand âge et autonomie, Rapport gouvernementale, Ministère des Solidarité et de la Santé, p. 1-155. URL : https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_grand_age_autonomie.pdf.
- VACHEY, L., ALLOT, F. et SCOTTÉ, N. (2020). La branche autonomie : périmètre, gouvernance et financement, Rapport gouvernementale, Ministère des Comptes publics, p. 1-360. URL : <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/276269.pdf>.

Chapitre 4

Annexes

Nous allons présenter des codes utilisés et développés sur Rstudio durant le mémoire pour calculer l'exposition utilisée pour le calcul des taux d'incidence. Ces code sont utilisés sur une base de donnée que nous avons manipulée afin de la corriger et de nommer correctement les variables. Nous allons présenter dans un premier temps le code qui standardise la base de données. Puis, nous présenterons le code utilisé pour calculer l'exposition.

Code standardisation

```
load("050DataManipulation.rdata")
dataManTemp<-dataManipulation5

# Selection du bon mov(mov=0 cotisants,mov=1 dépendants,mov=2 sorties, mov=3 décès)

mov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_entree_en_dependance_totale)==FALSE,1,0)
dmov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_entree_en_dependance_totale)==FALSE,
dataManTemp$Date_entree_en_dependance_totale,obsend)

mov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_sortie)==FALSE & (dataManTemp$Cause_sortie=="Resiliation"|
dataManTemp$Cause_sortie=="Delai de Carence"),2,mov)
dmov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_sortie)==FALSE & (dataManTemp$Cause_sortie=="Resiliation"|
dataManTemp$Cause_sortie=="Delai de Carence"),dataManTemp$Date_sortie,dmov)

mov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_sortie)==FALSE & dataManTemp$Cause_sortie=="Deces"
& is.na(dataManTemp$Date_entree_en_dependance_totale),3,mov)
dmov=ifelse(is.na(dataManTemp$Date_sortie)==FALSE & dataManTemp$Cause_sortie=="Deces"
& is.na(dataManTemp$Date_entree_en_dependance_totale)
,dataManTemp$Date_sortie,dmov)

dataManTemp<-cbind(dataManTemp,mov,dmov)
rom<-rep(0,nrow(dataManTemp))
dom=dmov

#Sinistre
rom=ifelse(mov==1,1,0)
```

```

#Sortie
rom=ifelse(mov==2,4,rom)

#Décès
rom=ifelse(mov==3 | mov==4,5,rom)

dom=as.Date.numeric(dom,origin=origin)
dataManTemp=cbind(dataManTemp,dom,rom)

dataManTemp=dataManTemp[!dataManTemp$dom<obsstart,]
dataManTemp$rom=ifelse(dataManTemp$dom>obsend,0,rom) #Si dom>obsend rom=0
dataManTemp$dom=ifelse(dataManTemp$dom>obsend,obsend,dom)
dataManTemp$dom=as.Date.numeric(dataManTemp$dom,origin=origin)

#Exclusion des sinistres durant la période de franchise-> rom=3
#période de franchise = dp
dataManTemp$rom<-ifelse(dataManTemp$company=="X" & !is.na(dataManTemp$Date_sortie)
& dataManTemp$Date_sortie< dataManTemp$dom+dp & rom==1
& dataManTemp$LTCstart=="declaration",3,dataManTemp$rom)

dataManTemp$rom<-ifelse(dataManTemp$company=="X" &
is.na(dataManTemp$Date_deffet_de_la_rente)==FALSE &
is.na(dataManTemp$Date_sortie)==FALSE &
dataManTemp$Date_deffet_de_la_rente==dataManTemp$Date_sortie & dataManTemp$rom==1
& dataManTemp$LTCstart=="effetrente",3,dataManTemp$rom)

dataManTemp$rom<-ifelse(dataManTemp$company!="X"
& dataManTemp$Date_deces<dataManTemp $dom+dp &dataManTemp$rom==1
& !(is.na(dataManTemp$Date_deces)),3,dataManTemp$rom)

dataManTemp$rom<-ifelse( dataManTemp$rom==1 & dataManTemp$dom+dp>obsend,0, dataManTemp$rom)
dataManTemp$dom<-ifelse(dataManTemp$rom==3,dataManTemp$Date_sortie,dataManTemp$dom)

dataMan_standard_ix<-dataManTemp
save(dataMan_standard_ix,file="06dataMan_standard_ix.Rdata")

```

Nous avons présenté le code pour standardiser la base de donnée. Maintenant, nous allons présenter le code utilisé pour le calcul des expositions.

Code calcul des expositions

```

load("06dataMan_standard_ix.Rdata")

dataManTemp=dataMan_standard_ix
dataManTemp=dataManTemp%>% rename(Type_de_dépendance='Type de dépendance' )
dataManTemp=dataManTemp[is.na(dataManTemp$Date_de_naissance)==FALSE,]

#Definition variable failure (failure=0 cotisants,failure=1 dépendants,failure=4 résiliation)
failure=ifelse(dataManTemp$rom==1,1,0)

```



```

failure=ifelse(dataManTemp$rom==4,4,failure)
dataManTemp=cbind(dataManTemp,failure)
summary(as.factor(dataManTemp$failure))

#Definition doe et dox
dataMantemp$dom=if_else(datamanTemp$rom=1,datamanTemp$dom+dp,datamanTemp$dom)
dataManTemp=mutate(dataManTemp,doe=pmax(obsstart,dataManTemp$Date_effet_police))
dataManTemp=mutate(dataManTemp,dox=pmin(obsend,dataManTemp$dom))
a=dataManTemp$dox
dataManTemp$dox=if_else(dataManTemp$doe==dataManTemp$dox,dataManTemp$dox+1,dataManTemp$dox)
dataManTemp$dom=if_else(dataManTemp$doe==a,dataManTemp$dox,dataManTemp$dom) #add +1 if doe=dox

#Suppressions erreurs
duplicate=which(duplicated(dataManTemp[,c("Numero_de_police","Identifiant_assure")]))
temp1=dataManTemp[duplicate,]
dataout=dataManTemp[dataManTemp$Numero_de_police %in% temp1$Numero_de_police, ]
datamistake=dataout #Select the lines with mistakes
dataManTemp=dataManTemp[!dataManTemp$Numero_de_police %in% temp1$Numero_de_police, ]
dataout=subset(dataout,rom!=0 | is.na(Date_sortie)==FALSE)
dataManTemp=bind_rows(dataManTemp,dataout)

#Comptage de police par individu et attribution des bonnes dates pour chaque individu
breaks1 <- select(dataManTemp,c(Identifiant_assure, doe))
breaks2 <- select(dataManTemp,c(Identifiant_assure, dox))
breaks1 <- breaks1 %>% rename(breaks = doe)
breaks2 <- breaks2 %>% rename(breaks = dox)
breaks3 <- rbind(breaks1,breaks2)
breaks3 <- breaks3 %>% distinct()

dataManTemp1 <- dataManTemp %>% full_join(breaks3, by = "Identifiant_assure") %>%
filter(breaks >= doe & breaks <= dox) %>% #select contract where dox>doe
arrange(Identifiant_assure,Numero_de_police,desc(breaks)) %>% rename(doe1 = breaks)

dataManTemp2 <- dataManTemp1 %>% group_by(Identifiant_assure,Numero_de_police)
dataManTemp2$dox1 <- lag(dataManTemp1$doe1)
dataManTemp2 <- dataManTemp2 %>% group_by(Identifiant_assure,Numero_de_police)
%>% filter(row_number()!=1)
dataManTemp2 <- ungroup(dataManTemp2)

dataManTemp2$nn <- 1
dataManTemp3 <- dataManTemp2 %>% group_by(Identifiant_assure,doe1,dox1)
%>% summarise(nsum = sum(nn, na.rm = TRUE))#count the number of policy for each id
dataManTemp3 <- dataManTemp3 %>% rename(policies = nsum)
dataManTemp3 <- dataManTemp2 %>% full_join(dataManTemp3,
by = c("Identifiant_assure","doe1","dox1"))
dataManTemp3$LiferiskAdj <- 1 / dataManTemp3$policies
drop=c("dmov","mov","nn","doe","dox")
dataManTemp3=dataManTemp3[,!names(dataManTemp3) %in% drop]
dataManTemp3= dataManTemp3%>% rename(doe = doe1)#doe1 devient doe

```

```

dataManTemp3= dataManTemp3%>% rename(dox = dox1)#dox1 devient dox

#Calcul de l'exposition avec la fonction lexsplitt
split <- lexsplitt(dataManTemp, entry=doe, exit=dox, fail=failure,
                  breaks=list(seq(obsstart,obsend,"years"), 0:200, 0:200),
                  origin=c(NA,Date_de_naissance, Date_effet_police), scale=years,
                  left=c(year, age, duration = 1L + left))

#Fusion avec les tables d'incidence
load("incidence_table.R")
incidence_table=incidence_table %>% rename(ix1=ixH)#rename for the merge
incidence_table=incidence_table %>% rename(iy1=ixF)#rename for the merge
incidence_table=incidence_table %>% rename(age=Age)#rename for the merge

dataManTemp=merge.data.frame(split,incidence_table,by="age",all.x = TRUE)
b=order(dataManTemp$age)#Trie la table par âge
dataManTemp=dataManTemp[b,]#Trie la table par âge
dataManTemp$i=dataManTemp$ix1#Création de la variable incidence

#Calcul des expositions attendues
if(ix_table1=="ToT2012" | ix_table1=="ToT2012" | ix_table1=="ToT2014" | ix_table1=="ToT2016"){
  dataManTemp$i=ifelse(dataManTemp$sexe=="F",dataManTemp$iy1,dataManTemp$i)}

dataManTemp=dataManTemp %>% rename(risk=exposure)

# Ajustement sélection médicale
dataManTemp=mutate(dataManTemp,exnotadj=dataManTemp$risk)

dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==1 & dataManTemp$sexe=="M"
, dataManTemp$risk*PourcYear1m,dataManTemp$risk)
dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==1 & dataManTemp$sexe=="F"
, dataManTemp$risk*PourcYear1f,dataManTemp$risk)

dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==2 & dataManTemp$sexe=="M"
, dataManTemp$risk*(PourcYear1m+PourcYear2m),dataManTemp$risk)
dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==2 & dataManTemp$sexe=="F",
dataManTemp$risk*(PourcYear1f+PourcYear2f),dataManTemp$risk)

dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==3 & dataManTemp$sexe=="M",
dataManTemp$risk*(PourcYear1m+PourcYear2m+PourcYear3m),dataManTemp$risk)
dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==3 & dataManTemp$sexe=="F",
dataManTemp$risk*(PourcYear1f+PourcYear2f+PourcYear3f),dataManTemp$risk)

dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==4 & dataManTemp$sexe=="M",
dataManTemp$risk*(PourcYear1m+PourcYear2m+PourcYear3m+PourcYear4m),dataManTemp$risk)
dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$duration==4 & dataManTemp$sexe=="F",
dataManTemp$risk*(PourcYear1f+PourcYear2f+PourcYear3f+PourcYear4f),dataManTemp$risk)

```

```

#Ajustement de l'exposition pour les dépendants
getPivotSplit1=dataManTemp[dataManTemp$failure==1,]
getPivotSplit1=mutate(getPivotSplit1,risk1=1)
getPivotSplit1=getPivotSplit1[,c("Identifiant_assure", "produit", "year","risk1")]
dataManTemp=merge(dataManTemp,getPivotSplit1,
by=c("Identifiant_assure","produit","year"), all.x = TRUE)

dataManTemp$risk1=ifelse(is.na(dataManTemp$risk1)==TRUE,0,dataManTemp$risk1)
dataManTemp$risk=ifelse(dataManTemp$risk1==1,0,dataManTemp$risk)#risk=0 if risk1=1
dataManTemp$expnotadj=ifelse(dataManTemp$risk1==1,0,dataManTemp$expnotadj)

dataManTemp$risk=ifelse((dataManTemp$dox==dataManTemp$dom |dataManTemp$dox==obsend )
& dataManTemp$risk1==1,1,dataManTemp$risk)
dataManTemp$expnotadj=ifelse((dataManTemp$dox==dataManTemp$dom |dataManTemp$dox==obsend )
& dataManTemp$risk1==1,1,dataManTemp$expnotadj)

#Calcul des variables pour les statistiques
dataManTemp=mutate(dataManTemp, expected=dataManTemp$i*dataManTemp$risk)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, expectednotadj=dataManTemp$i*dataManTemp$expnotadj)

claim=ifelse(dataManTemp$failure==1,1,0)
A_lapse=ifelse(dataManTemp$failure==4,1,0)

dataManTemp=cbind(dataManTemp,claim,A_lapse)
dataManTemp=mutate(dataManTemp,exp_sa=dataManTemp$risk*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, expected_sa=dataManTemp$expected
*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)

dataManTemp=mutate(dataManTemp,exp_sa_notadj=dataManTemp$expnotadj
*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, expected_sa_notadj=dataManTemp$expectednotadj
*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)

dataManTemp=mutate(dataManTemp, claim_sa=dataManTemp$claim
*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, A_lapse_sa=dataManTemp$A_lapse
*dataManTemp$Montant_de_rente_initial)

dataManTemp=mutate(dataManTemp, perLifeExposure=dataManTemp$LiferiskAdj*dataManTemp$risk)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, perLifeClaim=dataManTemp$LiferiskAdj*dataManTemp$claim)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, perLifeLapse=dataManTemp$LiferiskAdj*dataManTemp$A_lapse)
dataManTemp=mutate(dataManTemp, perLifeExpected=dataManTemp$LiferiskAdj*dataManTemp$expected)

dataManTemp=mutate(dataManTemp, AgeExpnotadj=dataManTemp$age*dataManTemp$expnotadj)

#Création variable âge catégorie
dataManTemp$age=ifelse(dataManTemp$age<45,45,dataManTemp$age)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age>=110,"[110+)", "[40 45)")

```

```

age_cat=ifelse(dataManTemp$age<110 & dataManTemp$age>=105,"[105 110)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<105 & dataManTemp$age>=100,"[100 105)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<100 & dataManTemp$age>=95,"[95 100)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<95 & dataManTemp$age>=90,"[90 95)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<90 & dataManTemp$age>=85,"[85 90)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<85 & dataManTemp$age>=80,"[80 85)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<80 & dataManTemp$age>=75,"[75 80)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<75 & dataManTemp$age>=70,"[70 75)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<70 & dataManTemp$age>=65,"[65 70)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<65 & dataManTemp$age>=60,"[60 65)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<60 & dataManTemp$age>=55,"[55 60)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<55 & dataManTemp$age>=50,"[50 55)",age_cat)
age_cat=ifelse(dataManTemp$age<50 & dataManTemp$age>=45,"[45 50)",age_cat)

dataManTemp=cbind(dataManTemp,age_cat)
dataManTemp=mutate(dataManTemp,tablename=ix_table11)
dataManTemp=mutate(dataManTemp,defperiod=dp)

dataManTemp=dataManTemp[!dataManTemp$year>yobsend,]
dataManTemp=mutate(dataManTemp,freq=1)

#Création model point
v2=c("freq","expnotadj" ,"risk", "expected" ,"exp_sa" ,"expected_sa" ,"claim", "claim_sa",
"A_lapse", "perLifeExposure", "perLifeClaim" ,"perLifeLapse" ,"perLifeExpected"
,"expectednotadj","AgeExpnotadj" ,"ExpLapse", "exp_sa_notadj",
"expected_sa_notadj","Montant_de_rente_initial")

dataManTemp <- dataManTemp %>%group_by(age,sexe,produit,company,Portfolio,sa_cat,age_cat,year,
duration,LiferiskAdj,Option_de_la_rente,Type_de_dépendance,Cause_entree_en_dependance,
reduction_tarif)%>% summarise_at(v2,sum, na.rm = TRUE)

```