

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 Actuares  
le 26 juin 2023

Par : Mathilde KERZERHO

Titre : Etude de sensibilité du provisionnement en arrêt de travail d'un portefeuille de prévoyance collective dans le cadre de la réforme des retraites

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 Actuares :*

*Entreprise :*

Nom : SeaBird Conseil

Signature :



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

*Directeur de Mémoire en entreprise :*

Nom : Arnaud CORLOUER

Signature :

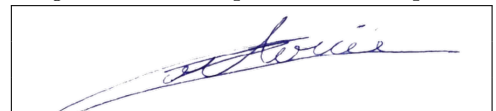


---

*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

---

Lorsqu'un assuré fait face à un arrêt de travail résultant d'une maladie ou d'un accident personnel ou professionnel, il est indemnisé en premier lieu par la Sécurité Sociale. Ces indemnités peuvent être complétées par des prestations provenant d'organismes assureurs privés indemnisant l'incapacité, l'invalidité et le décès le cas échéant. Pour faire face à ses engagements en matière de versement de prestations, l'assureur est tenu de constituer des provisions. Les indemnités sont versées par l'assureur à l'assuré incapable ou invalide jusqu'à la sortie de l'état de l'assuré. Mis à part le décès ou la guérison, la retraite est la dernière issue de sortie des personnes en arrêt de travail. Les provisions calculées par l'assureur dépendent donc de l'âge de départ en retraite des assurés.

Etant donné le contexte démographique et économique actuel, une réforme des retraites est attendue et notamment un recul de l'âge légal de départ en retraite. Cela implique donc pour les assureurs une possible augmentation des indemnités envers les assurés et donc une hausse de leur provisionnement. Les provisions d'arrêt de travail sont calculées par le biais de tables réglementaires de maintien en incapacité et invalidité, de passage en invalidité et de décès en incapacité et invalidité. L'ensemble de ces tables est destiné aux calculs de provisionnement avec un départ à la retraite à 62 ans, âge légal actuel de départ en retraite. Un prolongement de ces tables est donc effectué dans ce mémoire. Le but est ensuite de calculer un nouveau provisionnement selon différents scénarios de réforme des retraites afin d'observer les impacts que pourrait subir un assureur. Enfin, les coûts supplémentaires supportés par l'assureur sont lissés dans les comptes sur plusieurs années afin d'atténuer les effets d'une telle réforme.

---

*Mots-clés : retraite, arrêt de travail, incapacité, invalidité, décès, provisions, prolongement de tables, lissage.*

## Abstract

---

When an insured person has to stop working due to a personal or professional illness or accident, he/she is first compensated by the Social Security. These allowances may be supplemented by benefits from private insurers to compensate for incapacity, disability and death, if applicable. In order to meet its commitments to pay benefits, the insurer is required to set aside provisions. The benefits are paid by the insurer to the incapacitated or disabled insured until the insured's condition is resolved. Apart from death or recovery, retirement is the last exit for people who are off work. The provisions calculated by the insurer are therefore dependent on the retirement age of the insured.

Given the current demographic and economic context, a pension reform is expected, and in particular an increase of the legal retirement age. This implies for insurers a possible increase of the indemnities towards the policyholders and therefore an increase of their provisioning. Work stoppage reserves are calculated using regulatory tables for continued disability, transition to disability and death due to disability. All of these tables are used to calculate provisions for retirement at age 62, the current legal retirement age. An extension of these tables is therefore carried out in this report. The aim is then to calculate a new provisioning under different pension reform scenarios in order to observe the impacts that an insurer might suffer. Finally, the additional costs incurred by the insurer are smoothed out in the accounts over several years in order to mitigate the effects of such a reform.

---

*Keywords : retirement, sick leave, disability, invalidity, death, reserves, tables extension, smoothing.*

# Remerciements

Je tiens à remercier Arnaud Corlouer, mon tuteur de mémoire et manager au sein du cabinet SeaBird, pour la proposition de sujet de mémoire, pour son expertise en assurance prévoyance et son encadrement tout au long de mes travaux.

Je souhaite également remercier Quentin Guibert, mon tuteur universitaire, pour sa disponibilité et ses précieux conseils qui m'ont permis d'étoffer ce mémoire.

Enfin, je remercie les consultants de l'équipe actuariat de SeaBird pour leur accueil, leur aide et leurs conseils avisés tout au long de ce stage de fin d'études.



# Note de Synthèse

## Introduction

Les études démographiques menées sur la population française alertent depuis des années concernant le fonctionnement du système de retraite. En effet, le régime de retraite français, basé sur une répartition des richesses entre la population active et les retraités, est impacté par différents facteurs. Les pensions de retraite représentent, en 2019, 63,2% du revenu d'activité net moyen des personnes en emploi.

## Contexte

Toute personne atteignant l'âge d'ouverture des droits à la retraite (62 ans depuis la réforme de 2010) peut cesser de travailler et bénéficier d'une pension de retraite jusqu'à la fin de sa vie. Or, la population française est vieillissante, étant donné que l'espérance de vie augmente et que l'indice de fécondité diminue progressivement. L'espérance de vie résiduelle d'une femme de 60 ans en 2020 est de 27,3 ans et pourrait atteindre 33,6 ans à l'horizon 2070 selon une étude de l'INSEE. La retraite dure donc plus longtemps et le nombre de retraités augmente tandis que la population active peine à évoluer. Selon une étude du COR menée en 2021, dans les années 2000, on comptait plus de 2 cotisants pour 1 retraité mais ce ratio devrait atteindre les 1,2 cotisants pour 1 retraité à l'horizon 2070 comme le montre le graphique 1.

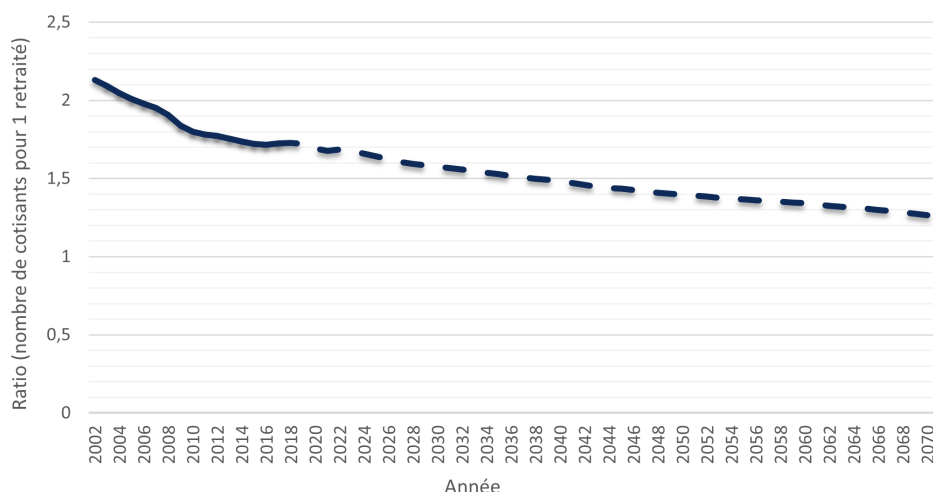


FIGURE 1 – Evolution du ratio cotisants/retraités au fil des années (CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES, 2021)

Ces observations poussent donc le gouvernement à s'interroger et agir en faveur d'une réforme des

retraites et notamment à demander le recul de l'âge d'ouverture des droits à la retraite. Cependant, le passage de la vie active à la retraite ne s'effectue pas toujours de manière directe, mais certaines personnes passent par des périodes de non emploi comme le chômage ou encore des périodes d'arrêt de travail plus ou moins longues.

Ces arrêts temporaires ou durables peuvent survenir à la suite d'un accident de travail ou pour cause personnelle. Les personnes se retrouvant alors en impossibilité de travailler peuvent percevoir une pension d'incapacité ou d'invalidité de la part de la Sécurité Sociale (couverture obligatoire) mais aussi de la part d'organismes assureurs (en tant que couverture facultative).

L'incapacité est considérée comme un état empêchant d'exercer une activité professionnelle de façon temporaire tandis que l'invalidité est un état souvent irréversible dans lequel la capacité de travail de l'individu est réduite de manière permanente. Selon la gravité de l'invalidité, l'individu se voit attribuer une catégorie (1, 2 ou 3) qui lui permet une indemnisation plus ou moins importante.

Les individus seniors en arrêt de travail ont une probabilité importante de le rester jusqu'à la retraite. Un recul de l'âge d'ouverture des droits à la retraite suppose donc des versements de pensions d'arrêt de travail sur des plus longues durées. Ces dépenses additionnelles doivent être supportées par l'Etat mais également par les organismes assureurs qui couvrent les incapacités et invalidités par couverture supplémentaire facultative. Ces couvertures sont aujourd'hui très souvent obligatoires puisque la loi ANI oblige les entreprises à proposer une couverture de prévoyance complémentaire à leurs salariés cadres ou ingénieurs. Ces couvertures peuvent également être exigées par des conventions collectives ou des accords de branches professionnelles.

L'objectif de ce mémoire est d'évaluer l'impact du décalage de l'âge d'ouverture des droits à la retraite sur les provisions des assureurs couvrant les arrêts de travail. Pour cela, plusieurs scénarios ont été étudiés en amont du début des discussions de réforme par l'Etat. Le dernier scénario retenu correspond au projet de réforme proposé et voté par le Sénat et l'Assemblée Nationale et actuellement encore en discussion.

Dans un premier temps, nous rappelons les modalités du provisionnement d'un assureur pour les garanties incapacité et invalidité. Dans un deuxième temps, nous exposons les différents scénarios envisagés de réforme des retraites. Dans un troisième temps, nous présentons les résultats pour le scénario retenu et les différents hypothèses prises.

## Méthodes et données

Le provisionnement des assureurs français pour la prévoyance collective est encadré par la loi Evin du 31 décembre 1989. Les provisions sont calculées par tête et à l'aide de tables réglementaires permettant de déterminer les probabilités de maintien de l'individu dans son état. Ces tables ont été construites par le BCAC (Bureau Commun d'Assurance Collective) en 1993 et sont entrées en vigueur le 28 mars 1996.

Les tables ont dû être reconstruites en 2010 du fait de la dernière réforme des retraites afin de pallier le recul de l'âge légal de départ en retraite pour l'invalidité et le recul de l'âge du taux plein pour l'incapacité. Ces nouvelles tables sont consignées dans l'arrêté du 24 décembre 2010 et sont les tables légalement en vigueur aujourd'hui. Le BCAC a cependant engagé de nouveaux travaux de modification en 2013 pour intégrer les différentes évolutions observées. Les deux jeux de tables sont utilisés pour la suite de l'étude.



Ces tables se présentent sous la forme d'un tableau à double entrée avec l'âge d'entrée dans l'état en colonne et l'ancienneté dans l'état en ligne. Hormis pour la table de passage en invalidité, pour chaque âge d'entrée, la table renseigne le maintien d'une population de 10 000 personnes à l'entrée dans l'état observé au cours du temps. La table de passage en invalidité se présente sous le même format mais elle indique pour chaque âge d'entrée et chaque ancienneté, le nombre d'individus qui passe d'incapable à invalide parmi la population restante en incapacité. La table 1 donne un aperçu global du format de ces tables.

TABLE 1 – Schéma de la table de maintien en incapacité du BCAC 2010 (MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ, 2010)

Ancienneté Âge d'entrée en incapacité	0	1	...	18	...	35	36
<b>23 ans ou moins</b>	10 000	2 842	...	102	...	55	15
<b>24</b>	10 000	2 931	...	95	...	46	14
...	10 000	...	...	...	...	...	...
<b>40</b>	10 000	4 073	...	404	...	156	21
...	10 000	...	...	...	...	...	...
<b>65</b>	10 000	5 588	...	1 036	...	690	401
<b>66</b>	10 000	5 611	...	1 023	...	716	433

Un individu peut entrer et rester dans l'état d'incapacité avant l'atteinte de l'âge du taux plein et peut y rester un total de 3 ans au maximum soit 36 mois. En ce qui concerne l'invalidité, un individu peut y entrer avant l'atteinte de l'âge légal de départ en retraite et y rester tant que cet âge n'est pas atteint soit une durée indéterminée. C'est pour cela qu'un nouveau prolongement des tables est nécessaire afin de calculer le provisionnement en vue de la prochaine réforme. L'âge légal actuel étant de 62 ans, les tables de maintien, de passage et de décès en invalidité ne vont pas au-delà de cet âge. Afin de répondre aux différents scénarios de réforme envisagés, toutes les tables sont prolongées jusqu'à 70 ans, y compris les tables de maintien et de décès en incapacité, même si la réforme n'impacte pas ce provisionnement-là.

Plusieurs méthodes de prolongement ont été envisagées et appliquées sur les différentes tables du BCAC. Pour les tables d'incapacité (maintien en incapacité, passage en incapacité et décès en incapacité), quatre méthodes ont été utilisées :

- les régressions linéaires
- le modèle de Brass
- le modèle de Kannisto
- les modèles additifs

Pour les tables d'invalidité (maintien en invalidité et décès en invalidité), trois méthodes ont été utilisées :

- le prolongement par table de mortalité TD 88-90
- le modèle de Kannisto
- les modèles additifs

Ces prolongements ont été effectués sur les tables du BCAC 2010 et celles de 2013. Après prolongement des tables, certaines présentent tout de même des anomalies i.e. des effectifs non décroissants au fur et à mesure de l'avancée dans l'état d'incapacité ou d'invalidité. Un lissage de ces tables est effectué afin

de pallier ces anomalies. Différentes valeurs des paramètres sont testées donnant des tables dont les taux sont plus ou moins lissés et plus ou moins proches des taux bruts. Des indicateurs testant d'une part, la qualité du lissage et d'autre part, l'écart entre observation et ajustement écartent les tables présentant des anomalies car les méthodes de lissage ne permettent pas d'obtenir des tables vérifiant l'équilibre entre ces deux aspects complémentaires.

Avec les tables prolongées et retenues, le provisionnement selon les différents scénarios de réforme des retraites est calculé. Pour cela, seules les tables d'incapacité prolongées par modèle de Brass ainsi que par modèle de Kannisto sont utilisées au vu des anomalies restantes pour les tables d'incapacité prolongées par régression linéaire et modèles additifs. En ce qui concerne les tables d'invalidité, les tables prolongées par modèles additifs ne sont donc pas utilisées non plus. Seules les tables prolongées par table de mortalité TD 88-90 et par modèle de Kannisto servent au calcul du provisionnement.

Les scénarios choisis pour l'étude de la réforme s'appuient sur des scénarios envisagés d'après les discours et les programmes de la dernière élection présidentielle. Les calculs ont été réalisés pour 5 scénarios. Le scénario 5 correspond à la dernière réforme votée et en attente d'application. C'est selon ce scénario que les résultats sont présentés ci-après.

TABLE 2 – Âge de départ en retraite selon le scénario 5

Date de naissance	Âge de départ après réforme
Avant le 01/09/1961	62 ans
Entre le 01/09/1961 et le 31/12/1961	62 ans et 3 mois
1962	62 ans et 6 mois
1963	62 ans et 9 mois
1964	63 ans
1965	63 ans et 3 mois
1966	63 ans et 6 mois
1967	63 ans et 9 mois
1968 et suivantes	64 ans

La base utilisée pour les calculs de provisionnement est une base de données de sinistrés provenant d'une compagnie d'assurance. Le nombre d'assurés de la base globale s'élève à 24 230. Quelques statistiques sont regroupés dans le tableau 3.

TABLE 3 – Chiffres et statistiques de la base d'assurés

Base	Nombre d'assurés	Moyenne de l'âge d'entrée	Moyenne de l'âge actuel	Moyenne de l'ancienneté actuelle
Base incapacité	15 026	45,25 ans	48,91 ans	11,22 mois
Base invalidité	9 204	47,87 ans	53,36 ans	5,49 ans

La date réelle d'inventaire de la base utilisée est le 31/10/2021. Les calculs de provisionnement ont donc été effectués dans un premier temps à cette date-ci avec les taux d'actualisation en vigueur au 31/10/2021 pour le scénario actuel sans réforme afin d'observer le montant réel des provisions. Dans un deuxième temps, en se plaçant dans la logique du scénario 5, celui-ci a lieu au 01/09/2023. Il est donc intéressant d'observer à combien s'élève la différence de provisions à la veille de cette réforme entre le scénario sans réforme et le scénario de réforme 5.

Les provisions vont donc être calculées avec des taux d'actualisation estimés au 30/06/2023 pour les deux scénarios. Il est pris comme hypothèse que le portefeuille d'assurés reste figé au niveau de la

date d'inventaire et des dates de sinistres donc les âges et anciennetés restent les mêmes. En effet, en théorie, même si le temps s'écoule, des assurés sortent du portefeuille, d'autres avancent dans leur état et des nouveaux sinistrés arrivent dans la base. Une photo de la base est donc prise au 31/10/2021 et transposée au 30/06/2023. Les différents taux sont affichés dans le tableau ci-dessous.

TABLE 4 – Taux d'actualisation des garanties arrêt de travail et décès (SPAC ACTUAIRES, 2023)

Date	TME moyen des 6 derniers mois	TME moyen des 24 derniers mois	Taux d'actualisation de la garantie décès	Taux d'actualisation de la garantie arrêt de travail
<b>31/10/2021</b>	0,08%	-0,04%	0,00%	-0,03%
<b>30/06/2023</b>	3,08%	1,65%	1,50%	1,23%

## Principaux résultats

Les résultats présentent le provisionnement au global et le détail entre provisionnement incapacité et provisionnement invalidité. Le provisionnement incapacité est la somme des provisions de maintien en incapacité, de passage en invalidité et de maintien de garantie décès en incapacité. Le provisionnement invalidité est la somme des provisions de maintien en invalidité et de maintien de garantie décès en invalidité. Les résultats du provisionnement du scénario actuel au 31/10/2021 sont présentés dans le tableau 5 pour les différentes tables prolongées.

TABLE 5 – Résultats du provisionnement de la base globale, de la base d'incapacité et de la base d'invalidité avec un taux d'actualisation au 31/10/2021 en fonction des différentes tables prolongées (en milliers d'euros)

Tables utilisées pour le calcul	Provisions totales	Provisions de la base incapacité	Provisions de la base invalidité
Tables du BCAC <b>2010</b> prolongées par modèle de Brass/TD <b>88-90</b>	1 712 571	1 003 959	708 611
Tables du BCAC <b>2010</b> prolongées par modèle de Kannisto	1 714 696	1 003 969	710 727
Tables du BCAC <b>2013</b> prolongées par modèle de Brass/TD <b>88-90</b>	1 510 940	773 234	737 705
Tables du BCAC <b>2013</b> prolongées par modèle de Kannisto	1 514 216	774 169	740 047

Le tableau 5 de résultat du provisionnement du scénario actuel de retraite à la date d'inventaire montre que les provisions sont sensibles aux tables utilisées et aux méthodes de prolongement de ces tables. De manière générale, les provisions calculées sont plus importantes avec les tables du BCAC de 2010. Elles sont également plus élevées lorsqu'elles sont calculées avec des tables prolongées par modèle de Kannisto. Les tables de 2010 sont plus prudentes mais celles de 2013 sont censées donner une meilleure représentation de la population actuelle. Les tables prolongées par méthode de Kannisto semble plus

prudentes que les tables prolongées par modèle de Brass et TD 88-90.

Les résultats du provisionnement pour le scénario actuel et le scénario 5 aux taux d'actualisation estimés du 30/06/2023 sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous.

TABLE 6 – Résultats du provisionnement de la base globale, de la base d'incapacité et de la base d'invalidité avec un taux d'actualisation au 30/06/2023 en fonction des différentes tables prolongées et en fonction du scénario (en milliers d'euros)

Tables utilisées pour le calcul		Provisions totales	Provisions de la base incapacité	Provisions de la base invalidité
Tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90	<b>Scénario actuel</b>	1 561 708	905 906	655 801
	<b>Scénario 5</b>	1 729 352	985 574	743 777
	<b>Ecart</b>	10,73%	8,79%	13,41%
Tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto	<b>Scénario actuel</b>	1 563 243	905 662	657 580
	<b>Scénario 5</b>	1 728 482	984 628	743 853
	<b>Ecart</b>	10,57%	8,72%	13,12%
Tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90	<b>Scénario actuel</b>	1 381 084	700 448	680 635
	<b>Scénario 5</b>	1 534 780	761 667	773 112
	<b>Ecart</b>	11,13%	8,74%	13,59%
Tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto	<b>Scénario actuel</b>	1 384 135	701 539	682 595
	<b>Scénario 5</b>	1 535 499	762 154	773 345
	<b>Ecart</b>	10,94%	8,64%	13,29%

Les mêmes remarques que précédemment peuvent être faites en ce qui concerne les différentes méthodes de provisionnement pour le scénario actuel 6. En revanche, grâce à la remontée des taux qui s'inscrit dans le contexte économique actuel, les provisions ont baissé par rapport aux calculs faits au 31/10/2021. Pour tout scénario, les provisions sont sensibles aux différents jeux de tables utilisées. Le constat général reste cependant le même : le scénario 5 prévoit une hausse des provisions globales après réforme d'environ 10 à 11%. L'augmentation des provisions de la base invalidité est plus significative avec une hausse d'environ 13% contre 8 à 9% pour la base incapacité.

## Conclusion

Les résultats obtenus grâce à cette étude donnent un aperçu aux assureurs de l'impact sur leur provisionnement, en cas de réforme prenant en compte un décalage de l'âge de départ à la retraite des invalides. Le surplus de provisions calculé en cas de réforme n'est pas directement provisionné dans les comptes de l'assureur. Les provisions supplémentaires peuvent en effet être lissées sur plusieurs années afin de ne pas impacter trop vivement les assureurs. Le calcul d'un nouveau provisionnement est sensible aux différentes hypothèses prises. Dans cette étude, le montant du provisionnement varie en fonction de la valeur des taux d'actualisation, du choix des tables à prolonger et des méthodes de

prolongement des tables. Les hypothèses prises dans cette étude ne sont plus valables puisque la loi de la réforme prône un départ à la retraite à taux plein des invalides à 62 ans. Les assureurs ne devraient donc finalement pas être touchés par cette réforme, du moins pas au niveau des invalidités en cours. Cependant, les assureurs pourraient être impactés par une augmentation du nombre de nouvelles incapacités ou invalidités dues au prolongement des durées de travail des seniors après réforme.



# Synthesis note

## Introduction

Demographic studies conducted on the French population have been warning for years about the functioning of the pension system. Indeed, the French pension system, based on a distribution of wealth between the working population and retirees, is impacted by various factors. In 2019, retirement pensions represent 63.2% of the average net activity income of people in employment.

## Context

Anyone who reaches retirement age (62 since the 2010 reform) can stop working and receive a retirement pension for the rest of his life. However, the French population is aging, as life expectancy is increasing and the fertility rate is gradually decreasing. The residual life expectancy of a 60-year-old woman in 2020 is 27.3 years and could reach 33.6 years by 2070 according to a study by INSEE. Retirement therefore lasts longer and the number of retirees is increasing while the working population is struggling to evolve. According to a COR study conducted in 2021, in the 2000s, there were more than two contributors for every retiree, but this ratio should reach 1.2 contributors for every retiree by 2070, as shown in the graph 2.

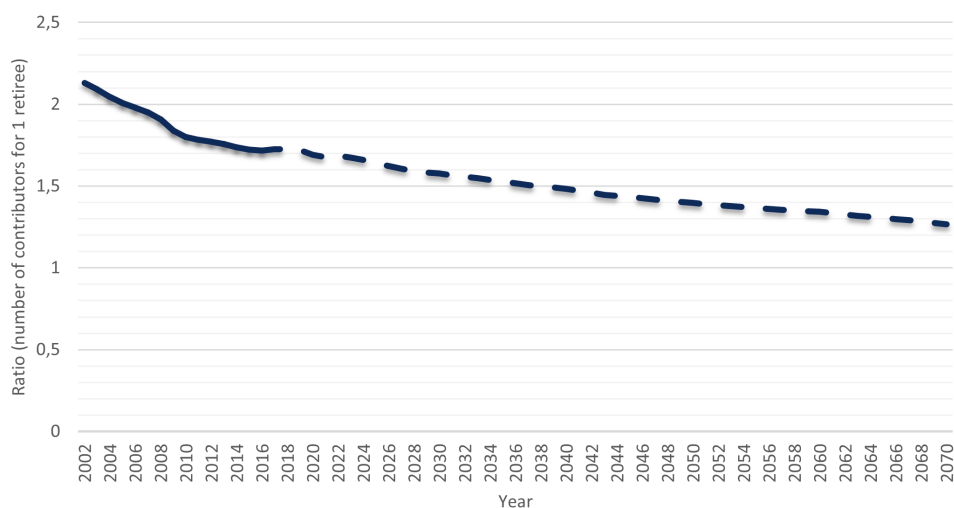


Figure 2 – Evolution of the ratio contributors/retirees depending on the years (Conseil d’Orientation des Retraites, 2021)

These observations have led the government to question and act in favor of pension reform and, in particular, to ask for the opening age of retirement rights to be raised. However, the transition from working life to retirement is not always direct, but some people go through periods of non-employment

such as unemployment or even periods of more or less long work stoppage.

These temporary or long term stoppages can occur as a result of a work accident or for personal reasons. People who find themselves unable to work may receive an incapacity or disability pension from Social Security (compulsory coverage) or from insurance companies (as optional coverage).

Incapacity is considered to be a condition that prevents an individual from carrying out a professional activity on a temporary basis, while disability is an often irreversible condition in which the individual's ability to work is permanently reduced. Depending on the severity of the disability, the individual is assigned a category (1, 2 or 3) that allows for more or less compensation.

Senior individuals who are off work have a high probability of remaining so until retirement. An increase in the age of entitlement to retirement therefore implies the payment of pensions for longer periods of time. These additional expenses must be borne by the State, but also by the insurance companies that cover incapacity and disability through optional supplementary coverage. These covers are nowadays very often compulsory since the ANI law obliges companies to offer a complementary provident cover to their executive or engineer employees. This coverage may also be required by collective agreements or professional branch agreements.

The objective of this paper is to evaluate the impact of the shift in the age of retirement on the reserves of insurers covering work stoppages. To this end, several scenarios were studied prior to the start of the reform discussions by the State. The last scenario retained corresponds to the reform project proposed and voted by the Senate and the National Assembly and currently still under discussion.

First, we review the methods used by an insurer to set aside reserves for disability coverage. Secondly, we present the different scenarios envisaged for pension reform. In a third step, we present the results for the selected scenario and the different assumptions made.

## Methods and data

French insurers' provisioning for group benefits is governed by the Evin Act of December 31, 1989. Provisions are calculated per capita using regulatory tables that determine the probability of the individual remaining in the same condition. These tables were drawn up by the BCAC (Bureau Commun d'Assurance Collective) in 1993 and came into force on March 28, 1996.

The tables had to be rebuilt in 2010 due to the latest pension reform in order to compensate for the increase in the legal retirement age for disability and the increase in the full rate age for incapacity. These new tables are recorded in the decree of December 24, 2010 and are the tables legally in force today. However, the BCAC initiated new modification work in 2013 to incorporate the various changes observed. Both sets of tables are used for the rest of the study.

These tables are presented in the form of a double entry table with the age of entry into the state in the column and the seniority in the state in the row. Except for the disability transition table, for each age of entry, the table provides information on the retention of a population of 10,000 individuals at entry into the observed state over time. The disability transition table has the same format but indicates for each age of entry and each length of service, the number of individuals who go from incapable to disabled among the remaining incapable population. The table 7 provides an overall overview of the format of these tables.

An individual can enter and remain in incapacity before reaching full pension age and can remain



Table 7 – Schematic 2010 BCAC table for maintaining incapacity (Ministère du travail, de l’emploi et de la santé, 2010)

Seniority Entry age of incapacity	0	1	...	18	...	35	36
<b>23 ans or less</b>	10 000	2 842	...	102	...	55	15
<b>24</b>	10 000	2 931	...	95	...	46	14
...	10 000	...	...	...	...	...	...
<b>40</b>	10 000	4 073	...	404	...	156	21
...	10 000	...	...	...	...	...	...
<b>65</b>	10 000	5 588	...	1 036	...	690	401
<b>66</b>	10 000	5 611	...	1 023	...	716	433

there for a total of up to 3 years or 36 months. In the case of disability, an individual may enter the scheme before reaching the statutory retirement age and remain there until that age is reached, so for an indefinite period. This is why a new extension of the tables is necessary in order to calculate the provisioning for the next reform. As the current legal age is 62, the tables for maintenance, passage and death on disability do not go beyond this age. In order to respond to the different scenarios of the envisaged reform, all the tables are extended to 70 years of age, including the maintenance and death-in-disability tables, even if the reform does not impact this provisioning.

Several extension methods have been considered and applied to the various BCAC tables. For the disability tables (maintenance in disability, transition to disability and death in disability), four methods were used:

- linear regressions
- Brass model
- Kannisto model
- additive models

For the disability tables (disability maintenance and disability death), three methods were used:

- extension by mortality table TD 88-90
- Kannisto model
- additive models

These extensions were performed on the 2010 and 2013 BCAC tables. After extending the tables, some of them still show anomalies, i.e. non-decreasing numbers as the disability status progresses. These tables are smoothed to compensate for these anomalies. Different values of the parameters are tested, giving tables whose rates are more or less smoothed and more or less close to the gross rates. Indicators testing the quality of the smoothing on the one hand, and the difference between observation and adjustment on the other hand, discard tables with anomalies, as the smoothing methods do not make it possible to obtain tables that verify the balance between these two complementary aspects.

With the extended tables, the funding according to the different pension reform scenarios is calculated. For this purpose, only the extended disability tables by Brass model and by Kannisto model are used, given the remaining anomalies for the extended disability tables by linear regression and additive models. Therefore, for the disability tables, the extended tables by additive models are not used either. Only tables extended by the TD 88-90 mortality table and the Kannisto model are used to calculate the reserve.

The scenarios chosen for the reform study are based on scenarios considered from the speeches and programs of the last presidential election. Calculations were made for 5 scenarios. Scenario 5 corresponds to the latest reform voted and awaiting implementation. It is under this scenario that the results are presented below.

Table 8 – Age of retirement under scenario 5

Date of birth	Age of retirement after the reform
Before 01/09/1961	62 years
Between 01/09/1961 and 31/12/1961	62 years and 3 months
1962	62 years et 6 months
1963	62 years et 9 months
1964	63 years
1965	63 years et 3 months
1966	63 years et 6 months
1967	63 years et 9 months
1968 and after	64 years

The base used for the reserving calculations is a database of claimants from an insurance company. The number of insureds in the global database is 24,230. Some statistics are grouped in the table below.

Table 9 – Figures and statistics of the insured database

Base	Number of insured	Entry age mean	Actual age mean	Actual seniority mean
Incapacity database	15 026	45,25 years	48,91 years	11,22 months
Disability database	9 204	47,87 years	53,36 years	5,49 years

The actual inventory date of the base used is 10/31/2021. The provisioning calculations have therefore been carried out initially on this date with the discount rates in force on 31/10/2021 for the current scenario without reform in order to observe the actual amount of provisions. In a second step, following the logic of scenario 5, this is done on September 1, 2023. It is therefore interesting to observe how much the difference in provisions on the eve of this reform amounts to between the scenario without reform and the scenario with reform 5.

The provisions will therefore be calculated with discount rates estimated on 30/06/2023 for both scenarios. It is assumed that the portfolio of insureds remains unchanged in terms of inventory date and claims date, so that the ages and seniority remain the same. In fact, in theory, even if time goes by, some insureds leave the portfolio, others advance in their status and new claimants arrive in the database. A snapshot of the base is therefore taken as of 10/31/2021 and transposed to 6/30/2023. The various rates are shown in the table below.

Table 10 – Discount rates of work stoppage and death benefits (SPAC Actuares, 2023)

Date	AGBR mean for the last 6 months	AGBR mean for the last 24 months	Discount rate of death benefit	Discount rate of work stoppage benefit
<b>31/10/2021</b>	0,08%	-0,04%	0,00%	-0,03%
<b>30/06/2023</b>	3,08%	1,65%	1,50%	1,23%

## Main results

The results show the overall reserves and the breakdown between disability and incapacity reserves. Disability reserves are the sum of the reserves for the continuation of disability, the transition to disability and the continuation of death benefits under disability. Disability funding is the sum of the disability continuation and disability death benefit provisions. The funding results for the current scenario as of 10/31/2021 are presented in the table 11 for the various extended tables.

Table 11 – Results of the reserving of the global database, the incapacity database and the disability database with a discount rate at 10/31/2021 according to the different extended tables (in thousands of euros)

Tables used for reserving	Total reserves	Incapacity database reserves	Disability database reserves
<b>2010</b> BCAC tables extended by <b>Brass model/TD 88-90</b>	1 712 571	1 003 959	708 611
<b>2010</b> BCAC tables extended by <b>Kannisto model</b>	1 714 696	1 003 969	710 727
<b>2013</b> BCAC tables extended by <b>Brass model/TD 88-90</b>	1 510 940	773 234	737 705
<b>2013</b> BCAC tables extended by <b>Kannisto model</b>	1 514 216	774 169	740 047

The result table 11 of the provisioning of the current pension scenario at the inventory date shows that the provisions are sensitive to the tables used and the methods of extending those tables. In general, the calculated provisions are higher with the 2010 BCAC tables. They are also higher when calculated with Kannisto model extended tables. The 2010 tables are more conservative, but the 2013 tables are expected to provide a better representation of the current population. The extended Kannisto tables appear to be more conservative than the extended Brass and TD 88-90 tables.

The funding results for the current scenario and scenario 5 at the estimated discount rates of 6/30/2023 are presented in the table 12

Table 12 – Results of the reserving of the global database, the incapacity database and the disability database with a discount rate at 06/30/2023 according to the different extended tables and according to the scenario (in thousands of euros)

Tables used for reserving		Total reserves	Incapacity database reserves	Disability database reserves
2010 BCAC tables extended by Brass model/TD 88-90	Actual scenario	1 561 708	905 906	655 801
	Scenario 5	1 729 352	985 574	743 777
	Difference	10,73%	8,79%	13,41%
2010 BCAC tables extended by Kannisto model	Actual scenario	1 563 243	905 662	657 580
	Scenario 5	1 728 482	984 628	743 853
	Difference	10,57%	8,72%	13,12%
2013 BCAC tables extended by Brass model/TD 88-90	Actual scenario	1 381 084	700 448	680 635
	Scenario 5	1 534 780	761 667	773 112
	Difference	11,13%	8,74%	13,59%
2013 BCAC tables extended by Kannisto model	Actual scenario	1 384 135	701 539	682 595
	Scenario 5	1 535 499	762 154	773 345
	Difference	10,94%	8,64%	13,29%

The same remarks as above can be made with regard to the different provisioning methods for the current scenario 12. On the other hand, thanks to the rise in rates that is part of the current economic context, the provisions have decreased compared to the calculations made on October 31, 2021. For any scenario, the provisions are sensitive to the different sets of tables used. However, the general observation remains the same: scenario 5 foresees an increase in overall provisions after reform of approximately 10 to 11%. The increase in provisions for the disability base is more significant, with an increase of around 13%, compared to 8 to 9% for the disability base.

## Conclusion

The results obtained from this study give insurers an idea of the impact on their reserves in the event of a reform that takes into account a shift in the retirement age of disabled people. The excess reserves calculated in the event of a reform are not directly provisioned in the insurer's accounts. The additional provisions can be smoothed out over several years so as not to have too great an impact on the insurers. The calculation of a new provision is sensitive to the different assumptions made. In this study, the amount of the provisioning varies according to the value of the discount rates, the choice of the tables to be extended and the methods of extending the tables. The assumptions made are no longer in effect since the reform law calls for full retirement of disabled persons at age 62. Therefore, insurers should not be impacted by this reform, at least not for current disabilities. However, insurers could be impacted by an increase in the number of new incapacities or disabilities due to the extension of working hours for seniors after the reform.

# Lexique

ACPR : Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution

AGBR : Average Government Borrowing Rate

ANI : Accord National Interprofessionnel

ARS : Agences Régionales de Santé

AT : Arrêt de Travail

BCAC : Bureau Commun d'Assurances Collectives

CAF : Caisse d'Allocations Familiales

CARSAT : Caisse d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail

CNAF : Caisse Nationale d'Allocations Familiales

CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie

CNAV : Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse

CNSA : Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie

COR : Conseil d'Orientation des Retraites

CPAM : Caisse Primaire d'Assurance Maladie

DREES : Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques

EGB : Echantillon Généraliste des Bénéficiaires

EMCO : Estimateur des Moindres Carrés Ordinaires

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

MP : Maladie Professionnelle

PASS : Plafond Annuel de la Sécurité Sociale

PMSS : Plafond Mensuel de la Sécurité Sociale

RL : Régression Linéaire

TME : Taux Moyen d'Emprunt d'Etat

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>5</b>
<b>Note de Synthèse</b>	<b>7</b>
<b>Synthesis note</b>	<b>15</b>
<b>Lexique</b>	<b>21</b>
<b>Table des matières</b>	<b>23</b>
<b>Introduction</b>	<b>25</b>
<b>1 Vieillissement de la population et activité des seniors</b>	<b>27</b>
1.1 Etat actuel du régime de retraite . . . . .	27
1.2 Les impacts d'une population vieillissante sur les retraites . . . . .	34
1.3 Recul de l'âge de retraite et arrêts de travail . . . . .	39
<b>2 Provisionnement sous réforme des retraites</b>	<b>47</b>
2.1 Présentation de l'assurance pour arrêt de travail . . . . .	47
2.2 Provisionnement règlementaire en arrêt de travail . . . . .	55
2.3 Scénarios envisagés pour la réforme . . . . .	61
2.4 Modifications de l'assureur pour le provisionnement sous réforme . . . . .	64
<b>3 Application au portefeuille</b>	<b>75</b>
3.1 Présentation et traitement des données . . . . .	75
3.2 Prolongement et lissage des tables du BCAC . . . . .	86
3.3 Résultats du provisionnement et comparaison des différents scénarios . . . . .	96
3.4 Impact de la réforme sur la comptabilité de l'assureur . . . . .	103

<b>Conclusion</b>	<b>107</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>109</b>
<b>A Tableaux de règlementation pour la retraite</b>	<b>111</b>
<b>B Choix de la variable Y en régression linéaire</b>	<b>113</b>
<b>C Tables prolongées par modèle de Brass</b>	<b>115</b>
<b>D Tables prolongées par la table TD88-90</b>	<b>121</b>
<b>E Tables prolongées par modèle de Kannisto</b>	<b>123</b>
<b>F Provisionnement incapacité/invalidité avec les tables du BCAC 2013</b>	<b>131</b>
<b>G Provisionnement global avec les tables du BCAC 2013</b>	<b>133</b>



# Introduction

Les différentes études démographiques menées de nos jours s'accordent sur le fait que la population française est vieillissante. Dans un contexte actuel où les naissances sont en baisse et les personnes âgées vivent plus longtemps, la question du financement des retraites se pose. En effet, le système de retraite français est basé sur le principe de répartition : la population active cotise pour les retraités. Pour pallier la diminution continue du ratio cotisants/retraités, la France a mis en place une multitude de réformes. Après l'alignement de la durée de cotisation des fonctionnaires avec les salariés du privé, la suppression progressive des départs anticipés et l'augmentation du nombre de trimestres à acquérir pour l'obtention du taux plein, le gouvernement a dû se tourner vers de nouvelles solutions. Cela donne lieu à la dernière grande réforme datant de 2010 : le recul de l'âge d'ouverture des droits à la retraite passant de 60 à 62 ans. La situation n'allant pas en s'améliorant, la question d'une énième réforme se pose à l'heure actuelle.

Les pays européens voisins de la France sont plus avancés en ce qui concerne la question des retraites. Des pays comme l'Allemagne, la Belgique ou encore les Pays-Bas subissent actuellement une réforme des retraites. Ils vont vers un décalage de l'âge légal de départ à la retraite à 67 ans là où la France en est toujours à un âge d'ouverture des droits de 62 ans. Cette réforme est doublement bénéfique. Elle pousse les seniors à rester plus longtemps en activité, permettant ainsi d'une part, qu'ils continuent de cotiser pour des personnes plus âgées et d'autre part, de leur payer une retraite plus tardive et plus courte. On observe effectivement dans ces pays des taux d'emploi des seniors plus importants qu'en France et une espérance de vie en général plus basse. Le gain est donc important pour ces gouvernements. La situation critique actuelle pousse de nouveau les débats sur les régimes de retraite notamment lors des élections présidentielles de 2022. Les candidats se sont accordés sur la nécessité d'une évolution du régime. Cependant, même si certains sont pour une baisse de l'âge de départ en retraite, les débats actuels tendent vers un recul inévitable de l'âge d'ouverture des droits à la retraite.

Dans ce contexte de possible réforme, les assureurs proposant des garanties de prévoyance craignent d'être fortement impactés. Les garanties de prévoyance proposent aux particuliers et professionnels des couvertures pour se prémunir contre les risques liés aux alés de la vie. L'intérêt du mémoire se porte uniquement sur les garanties en cas d'incapacité de travail, d'invalidité et de décès, des états survenant notamment à la suite d'une maladie ou d'un accident personnel ou professionnel. Ces garanties couvrent les assurés tout au long de leurs périodes d'activité professionnelle et ce jusqu'à la retraite et des indemnités peuvent être versées en compensation de la perte de salaire dès lors qu'une personne se retrouve dans un de ces états. Un recul de l'âge légal de départ à la retraite aura deux grandes conséquences. D'une part, les personnes se trouvant dans une situation d'incapacité ou d'invalidité pourront rester plus longtemps dans cet état et ainsi être indemnisés sur une plus longue période. D'autre part, des personnes plus âgées pourront rentrer en état d'incapacité ou d'invalidité alors qu'elles auraient dû normalement être retraitées. C'est le premier point qui risque d'être le plus impactant pour les assureurs. En effet, pour pouvoir respecter leurs engagements vis-à-vis des assurés et verser les prestations, les assureurs doivent constituer des provisions techniques. Le calcul de ces

provisions dépendent de plusieurs paramètres dont l'âge de départ en retraite.

L'objectif de ce mémoire est d'observer quels peuvent être les impacts d'une future réforme des retraites sur le provisionnement des assureurs proposant des garanties de prévoyance en arrêt de travail. Pour cela, différents scénarios seront étudiés puisqu'il n'y a à ce jour aucune certitude sur la réforme qui sera adoptée. Les résultats des différents scénarios permettront également d'avoir une réelle vision du coût d'une année supplémentaire pour le recul de l'âge légal de départ. Dans un premier temps, nous reviendrons en détail sur les raisons qui poussent aujourd'hui le gouvernement à s'intéresser de près à une nouvelle réforme des retraites et sur l'impact au niveau des arrêts de travail (Chapitre 1). Nous nous pencherons, dans un deuxième chapitre, sur les différentes garanties existantes en arrêt de travail dans le domaine public et privé, puis nous détaillerons les éléments techniques que l'assureur doit modifier pour un calcul des provisions sous réforme (Chapitre 2). La dernière section présentera les résultats obtenus sur la base d'un assureur contenant des garanties d'incapacité de travail, d'invalidité et de décès (Chapitre 3).

# Chapitre 1

## Vieillissement de la population et activité des seniors

La question actuelle du recul de l'âge de départ à la retraite a été largement évoquée dans les programmes et débats politiques lors de la dernière élection présidentielle. Cette réflexion s'inscrit dans un contexte de changement démographique qui s'opère depuis quelques années en France. Pour comprendre l'origine de ces débats, il faut s'intéresser au régime de retraite actuellement en place, d'une part et étudier les phénomènes qui impactent ce régime à moyen et long terme, d'autre part.

### 1.1 Etat actuel du régime de retraite

#### 1.1.1 La retraite française en bref

Le régime de base de retraite fait partie de l'organisation globale de protection sociale française qu'englobe la Sécurité Sociale. Les prémices de la protection sociale française sont apparus au sein des classes ouvrières au début du XIX<sup>ème</sup> siècle. En effet, les ouvriers plus que quiconque étaient confrontés aux différents risques tels que les maladies, les accidents du travail ou encore la vieillesse liés à la pénibilité de leur travail. L'assurance sociale pour tous fait son apparition au début du XX<sup>ème</sup> siècle avec la création du premier système complet d'assurance sociale couvrant les risques maladie, maternité, invalidité, vieillesse et décès. Cette forme d'assurance, mise en place pour les salariés de l'industrie et du commerce, voit le jour le 5 avril 1910 avec en premier lieu une couverture pour le risque vieillesse. Les autres risques viendront s'ajouter au fur et à mesure le 5 avril 1928 et le 30 avril 1930. La loi du 11 mars 1932 rajoute à cela le versement d'allocations familiales financé par des versements patronaux. (BIZARD, 2017)

Le grand tournant dans l'histoire de la protection et assurance sociale française a lieu en 1945, après la Seconde Guerre Mondiale. Les ordonnances du 4 et 19 octobre 1945 assurent la création des bases du système de sécurité sociale toujours en place aujourd'hui. Ce système dit Bismarckien est directement inspiré du modèle allemand mis en place par le chancelier Bismarck à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Trois principaux objectifs ressortent de ce nouveau système :

1. La généralisation progressive de la Sécurité Sociale à l'ensemble de la population : financée par une double cotisation à la charge des employeurs et des salariés ;
2. L'unité des Institutions et l'universalité des risques : un régime unique et des caisses à compétences

générales ;

3. Le renforcement de la démocratie sociale : organismes de droit privé dotés d'une autonomie de gestion mais gérés par des Conseils d'Administration composés de représentants de salariés, d'employeurs et de syndicats. (APROBERTS, 2007)

L'organisation de la Sécurité Sociale s'articule autour de plusieurs régimes et branches. Malgré la création d'un régime général, certains régimes particuliers mis en place auparavant sont maintenus à la demande des bénéficiaires par peur d'être moins bien couvert. On distingue alors encore aujourd'hui :

- le régime général (88% de la population) : salariés du secteur privé et travailleurs indépendants ;
- le régime agricole (5% de la population) : exploitants, salariés agricoles et entreprises agricoles ;
- les régimes spéciaux (7% de la population) : fonctionnaires, SNCF, employés et clercs de notaires.

Pour la suite du mémoire, c'est le régime général de la Sécurité Sociale qui sera étudié.

En ce qui concerne les branches de la Sécurité Sociale, l'idée d'une telle répartition est née des ordonnances Jeanneney de 1967. Les branches sont aujourd'hui au nombre de 5 et la dernière a été créée en 2020 (branche Autonomie). Les branches Maladie et Accidents du travail sont deux branches distinctes mais gérées par les mêmes caisses. Les différentes branches sont gérées par des caisses nationales différentes, elles-mêmes reliées à des caisses régionales ou départementales comme le montre la figure suivante 1.1.

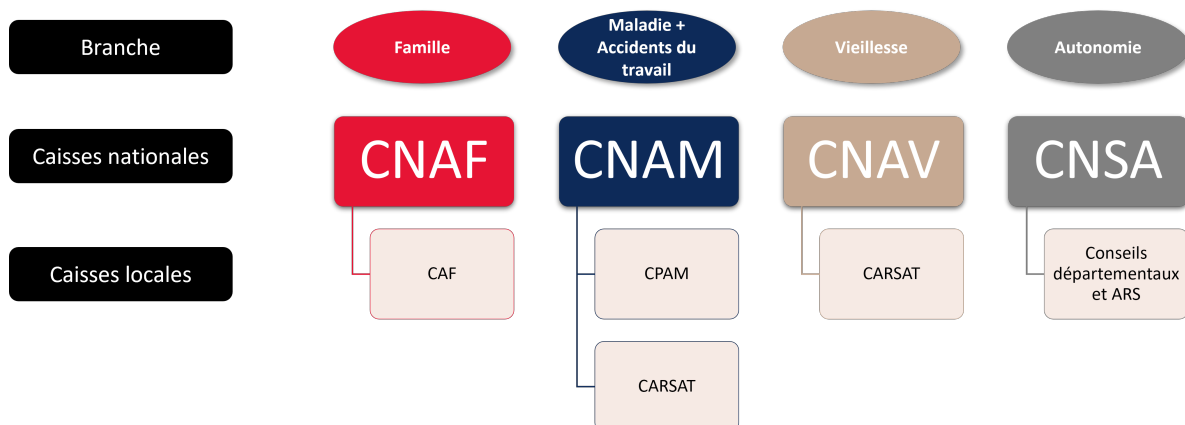


FIGURE 1.1 – Organisation des différentes branches de la Sécurité Sociale pour le régime général (L'ASSURANCE MALADIE, 2022)

La branche Famille est gérée par la Caisse Nationale d'Allocations Familiales (CNAF), elle-même reliée aux différentes Caisses d'Allocations Familiales (CAF) locales. Elle s'occupe de réduire les inégalités de niveau de vie entre les ménages (familles, couples ou personnes seules). La branche Maladie est gérée par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM), elle-même reliée aux Caisses Primaires d'Assurance Maladie (CPAM). La branche Accidents du travail est gérée par la CNAM également mais localement par les Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail (CARSAT). La branche Maladie couvre les risques maladie, maternité, invalidité et décès. La branche Accidents du travail couvre tout risque lié à l'activité professionnelle (accident de travail, de trajet ou maladie

professionnelle). La branche Vieillesse est gérée par la Caisse Nationale d'Assurance Vieillesse (CNAV), elle-même reliée aux Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail (CARSA), et s'occupe de tous les sujets liés à la retraite. Enfin, la branche Autonomie est gérée par la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), elle-même reliée aux Conseils Départementaux et Agences Régionales de Santé (ARS). Il s'agit de la toute nouvelle branche qui couvre les dépenses liées à la difficulté d'autonomie des personnes âgées et handicapées.

D'après l'organigramme 1.1, le régime de retraite actuel est organisé et financé par la CNAV et les CARSA. Il est dit par répartition et est basé sur un principe de repartage des richesses de la population active aux retraités. Les personnes en activité, appelées cotisants, voient une partie de leur salaire partir dans les caisses de retraite afin d'être redistribué aux retraités. Ainsi, la richesse produite par l'activité de la population active doit être suffisante pour couvrir toutes les pensions de retraite en cours tout en assurant un salaire suffisant pour vivre aux cotisants. N'importe quelle personne ayant travaillé en France au cours de sa carrière professionnelle peut prétendre à cette retraite. Le versement de celle-ci commence au plus tôt à partir de l'âge légal de départ en retraite aussi appelé âge d'ouverture des droits. Cet âge est actuellement de 62 ans. Autrement dit, les cotisants eux-même acquièrent des droits pour le versement d'une future pension pour leur retraite. Cette pension est calculée en multipliant le salaire moyen annuel des 25 meilleures années travaillées par un certain taux, appelé taux de remplacement, qui divergera en fonction de la date de départ en retraite. Plus le cotisant travaille longtemps, plus le taux de remplacement sera élevé.

Le taux de remplacement minimum est donné pour tout départ en retraite à l'âge légal ou avant. Cet âge plancher permet l'ouverture des droits à une pension de retraite. Il dépend de l'année de naissance du cotisant ainsi que de sa catégorie professionnelle comme le montre le tableau 1.1 ci-dessous.

TABLE 1.1 – Âge légal d'ouverture des droits à la retraite (GONZALEZ et al., 2020)

Date de naissance	Salariés du privé, indépendants et catégories sédentaires de la fonction publique	Catégories actives de la fonction publique
Avant le 01/07/1951	60 ans	50 ans
Du 01/07/1951 au 31/12/1951	60 ans et 4 mois	55 ans
En 1952	60 ans et 9 mois	55 ans
En 1953	61 ans et 2 mois	55 ans
En 1954	61 ans et 7 mois	55 ans
Du 01/01/1955 au 30/06/1956	62	55 ans
Du 01/07/1956 au 31/12/1956	62	55 ans et 4 mois
En 1957	62	55 ans et 9 mois
En 1958	62	56 ans et 2 mois
En 1959	62	56 ans et 7 mois
A partir de 1960	62	57 ans

Pour obtenir un taux plus élevé, il faut cumuler un certain nombre de trimestres travaillés. En principe, ce cumul de trimestres dépasse l'âge d'ouverture des droits. Ce taux peut atteindre les 50% au maximum et est alors appelé taux plein. L'obtention du taux plein dépend de la génération et de la catégorie professionnelle (voir le tableau A.1 en annexe). Si on dépasse l'âge légal de départ à la retraite sans atteindre le taux plein, on dispose alors d'un taux avec décote sous la forme :  $\text{taux plein} \times (1 - \text{décote})$ . Enfin, il existe un âge à partir duquel le taux plein est acquis d'office sans atteindre le nombre de trimestres cotisés nécessaire. Cet âge est appelé âge d'annulation de la décote. Il dépend aussi de la date de naissance et de la catégorie professionnelle (voir le tableau A.2 en annexe).

Le fonctionnement du système de retraite français présenté ci-dessus est le résultat de nombreux changements qui ont eu lieu depuis sa création en 1945. Bien que le système existant était déjà basé

sur la répartition, les conditions de départ en retraite n'ont pas toujours été les mêmes. Le premier changement important a lieu dans les années 80 avec la réforme Mauroy sous Mitterrand et le passage de la retraite à taux plein automatique de 60 à 65 ans pour les assurés qui cotisent 150 trimestres. Mais c'est en 1991 que des questions importantes sont soulevées grâce au "Livre blanc sur les retraites". Ce rapport officiel coordonné par le Commissariat Général du Plan (Service des Affaires Sociales) résulte d'un travail interministériel. Il insiste notamment sur les différences qui peuvent exister entre les différents régimes, le niveau de vie des nouveaux retraités, le contexte socio-démographique et, en particulier, l'évolution du ratio cotisants/retraités. Ce rapport met en lumière les perspectives financières des régimes de retraite à l'horizon 2010 et les difficultés à venir. (COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN - SERVICE DES AFFAIRES SOCIALES, 1991) Après la parution de ce rapport, quelques réformes inscrites dans le tableau 1.2 vont se succéder.

TABLE 1.2 – Panorama des réformes du régime de retraite français à partir de 1993 (DIRECTION DE L'INFORMATION LÉGALE ET ADMINISTRATIVE, 2018)

Date	Nom de la réforme	Principales mesures
22 juillet 1993	Réforme Balladur	1) La durée de cotisation pour un départ à taux plein passe progressivement de 150 trimestres à 160 trimestres 2) Le salaire annuel servant pour le calcul de la pension de retraite n'est plus calculé sur le salaire annuel moyen des 10 meilleures années mais des 25 meilleures années 3) La revalorisation annuelle des pensions est désormais indexée sur les prix à la consommation et non plus sur l'évolution générale des salaires
21 août 2003	Réforme Fillon	1) La durée de cotisation des fonctionnaires s'aligne progressivement avec celle des salariés du secteur privé soit un passage de 150 à 160 trimestres cotisés entre 2004 et 2008 2) La durée de cotisation est allongée pour tous de 160 à 164 trimestres à partir de 2009 3) Les systèmes de décote et surcotes sont ajustés pour les départs avant ou après obtention du taux plein 4) Un dispositif de départs anticipés pour carrière longue est créé. Il concerne les personnes ayant commencées à travailler entre 14 et 16 ans et ayant cotisés le nombre de trimestres requis avec possibilité de départ avant 60 ans
9 novembre 2010	Réforme Woerth	1) L'âge d'ouverture des droits augmente progressivement de 60 à 62 ans entre 2010 et 2018 2) L'âge du taux plein automatique recule progressivement de 65 à 67 ans 3) La durée de cotisation est allongée pour tous de 164 à 166 trimestres à partir de la génération 1956 4) L'âge de départ pour carrière longue recule progressivement et on inclut dans ce dispositif les personnes ayant commencées à travailler avant leur 18 ans
20 janvier 2014	Réforme Touraine	Le nombre de trimestres à cotiser pour l'obtention du taux plein augmente progressivement passant de 166 trimestres pour les générations 1957 et antérieures à 172 trimestres pour les générations 1973 et postérieures. La durée de cotisation est relevée d'un trimestre tous les trois ans entre 2020 et 2035

### 1.1.2 Quelques chiffres de la retraite en France

L'âge légal de départ à la retraite actuel est de 62 ans. Cependant, les débats sociétaux, politiques et économiques semblent remettre en cause cet âge : certains pensent que l'âge légal devrait être abaissé à 60 ans tandis que d'autres pensent que celui-ci devrait être augmenté pour des âges variant

entre 64 et 65 ans. L'âge de fin d'activité des français ne correspond pas forcément à l'âge légal de départ en retraite. En effet, comme expliqué dans la partie précédente, l'âge légal correspond à l'âge d'ouverture des droits c'est-à-dire l'âge de début de versement des pensions. Cependant, les français ne décident pas tous de cesser leur activité au même moment. Certains le font avant l'âge légal, d'autres à l'âge légal, d'autres après, jusqu'au taux plein ou même au-delà. C'est l'évolution de l'âge moyen de cessation d'activité aussi appelé âge moyen de départ en retraite que nous observons sur le graphique suivant 1.2.

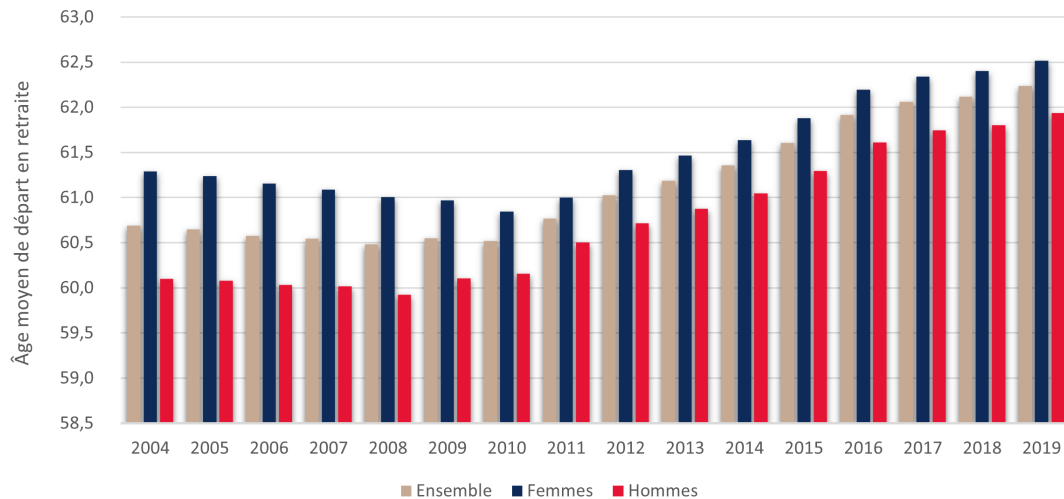


FIGURE 1.2 – Age moyen de départ en retraite en France entre 2004 et 2019 (ARNAUD, 2021)

En 2019, l'âge moyen de départ à la retraite est de 62 ans et 2 mois. Les femmes partent en moyenne 7 mois après les hommes avec un âge de départ à 62 ans et 6 mois contre 61 ans et 11 mois pour les hommes. On observe une baisse de l'âge moyen entre 2004 et 2010 qui s'explique par la réforme Fillon de 2003 permettant des départs anticipés à la retraite pour carrière longue (personnes ayant commencé à travailler très jeunes). La deuxième explication est la participation en hausse des femmes au marché du travail qui leur permet d'atteindre plus tôt la durée requise pour un départ au taux plein. A partir de 2010, on constate une augmentation de l'âge moyen à cause de la réforme Woerth de 2010. Cette réforme a permis le relèvement de l'âge minimum légal d'ouverture des droits à la retraite, passant de 60 à 62 ans progressivement (recul trimestriel de l'âge par génération). Les effets de cette réforme prennent fin en 2016 lorsque l'âge légal atteint 62 ans pour toutes les générations à venir. Dans le même temps, on assiste à une hausse de l'âge d'annulation de la décote à partir de 2016 mais cela a un impact moindre car elle se limite à une plus petite proportion de retraités. C'est pour cela que l'âge moyen tend à stagner par la suite. La distribution des pensions de retraites françaises apparaît sur ce second graphique 1.3.

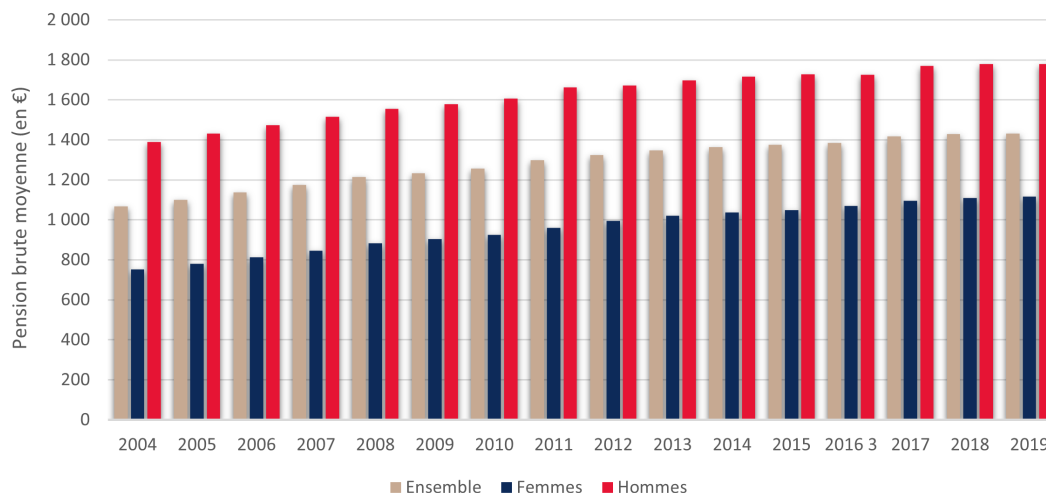


FIGURE 1.3 – Montant moyen mensuel de la pension de retraite perçue en France entre 2004 et 2019 (ARNAUD, 2021)

Il s'agit ici des pensions de retraite de droit direct avec majoration pour trois enfants et plus pour les personnes résidant en France. On remarque une très grosse différence encore à ce jour entre les retraites des femmes et des hommes. En effet, les femmes gagnent une pension environ 40% inférieure à celle des hommes en 2019 contre 50% inférieure en 2004. On constate que la pension moyenne n'a fait qu'augmenter au fil des années, cela s'expliquant notamment par la hausse des prix à la consommation. En 2019, la pension moyenne dépasse légèrement les 1 400 € bruts. La somme totale des pensions de 2019 représente 63,2% du revenu d'activité net moyen des personnes en emploi.

Dans le contexte de notre étude, les chiffres qui vont essentiellement nous intéresser concernent les taux d'activité des seniors car ils dépendent, tout comme l'âge moyen de cessation d'activité, de l'âge légal de départ en retraite. Le taux d'activité correspond au pourcentage d'actifs (travailleurs et chômeurs) sur une tranche d'âge donnée. Ces taux sont représentés sur les graphiques 1.4 et 1.5.

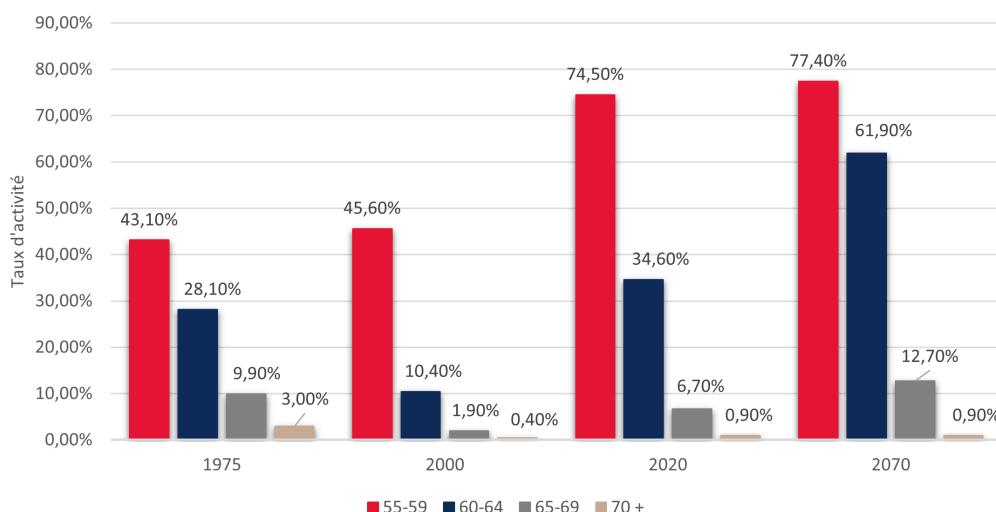


FIGURE 1.4 – Evolution des taux d'activité des femmes seniors par tranche d'âge



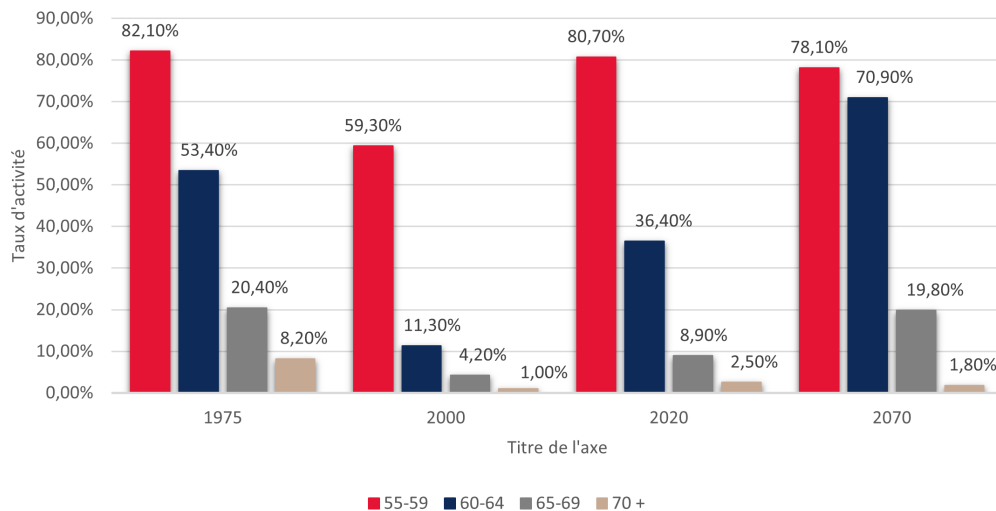


FIGURE 1.5 – Evolution des taux d’activité des hommes seniors par tranche d’âge (BLANPAIN et BUISSON, 2016)

Les évolutions sont assez différentes entre les hommes (Figure 1.5) et les femmes (Figure 1.4). On observe une croissance très forte du taux d’activité des femmes entre les années 2000 et 2020 pour les tranches d’âge 55-59 et 60-64 ans. Cela est dû à l’arrivée progressive des femmes sur le marché du travail à partir d’une certaine époque. Pour les hommes, au contraire, l’ensemble des taux baisse significativement entre 1975 et 2000 avant de remonter en 2020 à un pourcentage tout de même en-dessous de l’année 1975. Globalement, on remarque dans les projections à l’horizon 2070 que le taux d’activité des hommes et des femmes entre 60 et 64 ans s’égalise presque avec le taux de la tranche d’âge 55-59 ans. En ce qui concerne les taux d’activité des 65-69 ans, les taux des femmes et des hommes ont beaucoup baissé entre 1975 et 2000, restant bas en 2020, avant de plus ou moins s’égaliser à l’année 1975 pour les projections. Quant aux taux des 70 ans et plus, ils resteraient globalement très bas et n’atteindraient jamais le niveau de l’année 1975.

Après les observations faites en France, une observation à l’échelle européenne sera faite dans la partie suivante pour situer la France par rapport aux autres pays de l’Europe sur les modalités et les avancées en matière de retraite.

### 1.1.3 La retraite dans d’autres pays européens

Une rapide comparaison entre différents pays européens (tableau 1.3) permet de voir que la France est en décalage avec le reste de l’Europe en ce qui concerne les retraites. En effet, l’âge d’ouverture des droits est au minimum 3 ans en-dessous des autres pays. Quant à l’augmentation de cet âge, on remarque que tous les pays sont en pleine mutation jusqu’à 67 ans (sauf l’Italie qui est déjà à 67 ans), tandis que la France en est seulement au stade de réflexion afin de décaler l’âge de retraite au-delà de 62 ans (probablement 64 ou 65 ans).

TABLE 1.3 – Âge légal de départ à la retraite et réformes prévues dans différents pays de l'UE (SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DU CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES, 2022)

Pays	Âge légal de départ à la retraite	Augmentation progressive prévue
France	62 ans	En réflexion
Belgique	65 ans	66 ans en février 2025 puis 67 ans en février 2030
UE	65 ans	
Allemagne	65 ans et 10 mois	Jusqu'à 67 ans en 2031
Espagne	66 ans et 2 mois	Jusqu'à 67 ans en 2027 (augmentation de 2 mois/an)
Pays-Bas	66 ans et 4 mois	Jusqu'à 67 ans en 2024 (augmentation de 4 mois/an)
Italie	67 ans	Pas prévue

Un autre facteur intéressant à comparer entre les différents pays européens est le taux d'emploi. Le taux d'emploi correspond au pourcentage de travailleurs sur une tranche d'âge donnée de population en âge de travailler. Malgré les observations faites dans le tableau 1.3, le graphique 1.6 montre un taux d'emploi des seniors plus important en France qu'en Italie et Belgique sur les trois années observées. Cependant, ce taux reste tout de même inférieur à la moyenne européenne d'environ 5% en 2021. La moyenne européenne est essentiellement poussée à la hausse par les taux observés en Allemagne et aux Pays-Bas qui sont en 2021 de 15% supérieurs à ceux de la France. On remarque en particulier une ascension fulgurante des taux néerlandais en une dizaine d'années, creusant l'écart avec la France de 10% à 15%. Il pourra être intéressant d'observer les réformes de retraite mises en place ainsi que les comportements de départ en retraite dans ces deux pays où les taux sont très élevés. En ce qui concerne l'Allemagne, l'ouverture des droits à la retraite ne se fait qu'à partir de 63 ans et les taux de remplacement sont plus faibles qu'en France et en Italie notamment. Des raisons qui poussent donc les allemands à travailler plus tard.

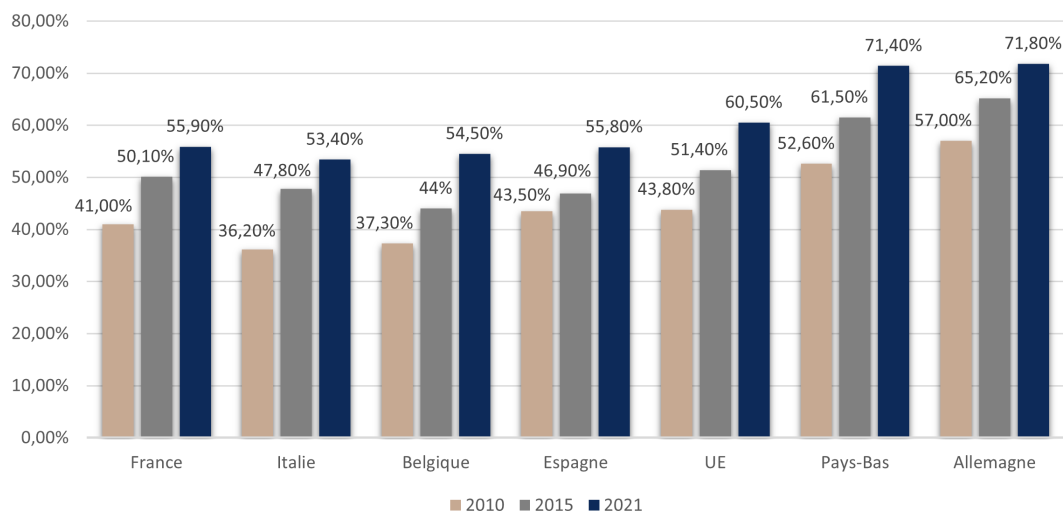


FIGURE 1.6 – Taux d'emploi des seniors (55-64 ans) dans certains pays de l'UE pour différentes années (EUROSTAT, 2022)

## 1.2 Les impacts d'une population vieillissante sur les retraites

Après avoir observé les tendances actuelles de l'âge moyen de départ à la retraite dans la population française ainsi que les taux d'activité et d'emploi des seniors en France et en Europe, nous allons maintenant tenter d'expliquer les raisons d'un possible nouveau recul d'âge légal de départ en retraite.

### 1.2.1 Les facteurs espérance de vie et fécondité et projections à l'horizon 2070

On peut voir dans le tableau 1.4 que l'espérance de vie résiduelle des femmes à 60 ans en 2020 est de 27,3 et a évolué de presque 2 ans depuis les années 2000. Cette progression ne semble pas s'arrêter pour les années à venir et les statisticiens prévoient une augmentation relativement constante de l'espérance de vie, comme le montre le ratio, jusqu'à atteindre 33,6 ans à l'horizon 2070. Les mêmes observations peuvent être faites pour les hommes au niveau des tendances même si les écarts tendent à se restreindre entre les espérances de vie des hommes et des femmes. En effet, en 2000, l'écart est de plus de 5 ans, en 2020, il est de moins de 5 ans et les prévisions 2070 annoncent un écart de 2,7 ans seulement entre hommes et femmes. On le voit également au niveau du ratio des hommes qui est plus élevé que celui des femmes pour chaque année observée et qui indique donc une croissance plus importante. On peut donc noter qu'il y a une hausse de l'espérance de vie globale et qu'elle est d'autant plus importante chez les hommes. Les français vivent plus longtemps mais surtout ils vivent longtemps après la retraite ce qui impacte la durée de versement des pensions de retraite. Ce tableau permet de montrer la durée moyenne de versement des pensions de retraite si toutes les personnes arrêtaient de travailler à 60 ans (avec l'âge d'ouverture des droits à 60 ans).

TABLE 1.4 – Espérance de vie résiduelle à 60 ans par sexe pour chaque décennie (PAPON et BEAUMEL, 2021 ; BLANPAIN et BUISSON, 2016)

Année	Espérance de vie résiduelle		Ratio (Année N/Année N-1)	
	Femme	Homme	Femme	Homme
2000	25,6	20,4		
2010	27,1	22,4	1,059	1,098
2020	27,3	22,7	1,008	1,015
2030	29,2	25,2	1,069	1,110
2040	30,1	26,8	1,031	1,060
2050	31,3	28,3	1,038	1,058
2060	32,5	29,7	1,038	1,049
2070	33,6	30,9	1,034	1,042

Le tableau 1.5 permet de constater la même évolution mais pour des personnes âgées de 65 ans : une évolution constante et d'autant plus marquée chez les hommes. Cela donne alors une idée de la durée de versement de pensions de retraite pour un âge légal de départ en retraite à 65 ans. Cette durée pourrait atteindre presque 29 ans pour les femmes et 26,3 ans pour les hommes à l'horizon 2070. Un allongement de l'espérance de vie augmente d'une part la durée de versement des pensions de retraite mais peut-être aussi d'autre part le nombre de pensions versées. En effet, il y aura une plus faible quantité de décès que de personnes qui rentreront en retraite à l'avenir et donc une augmentation globale du nombre de personnes recevant une pension de retraite.

TABLE 1.5 – Espérance de vie résiduelle à 65 ans par sexe pour chaque décennie (PAPON et BEAUMEL, 2021 ; BLANPAIN et BUISSON, 2016)

Année	Espérance de vie résiduelle		Ratio (Année N/Année N-1)	
	Femme	Homme	Femme	Homme
2000	21,2	16,7		
2010	22,7	18,6	1,071	1,114
2020	23,0	18,9	1,012	1,016
2030	24,7	21,1	1,075	1,115
2040	25,5	22,4	1,033	1,064
2050	26,6	23,8	1,042	1,063
2060	27,7	25,1	1,043	1,054
2070	28,8	26,3	1,038	1,046

Tandis que la population de retraités semble augmenter de manière progressive et durable, la natalité française peine à garder une certaine stabilité depuis les années 1900 comme le montre le graphique 1.7. Après des épisodes de très faible natalité durant les deux Guerres Mondiales (chute à moins de 400 000 naissances en 14-18 puis 500 000 naissances en 39-45) suivies de deux périodes de baby-boom (pic à 850 000 après 1918 puis presque 900 000 durant la période 45-70), la natalité tend à se stabiliser entre 700 000 et 800 000 naissances par an. D'après un bilan démographique de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economique) en 2020, le nombre d'enfants par femme, originellement en-dessous de 2 jusqu'à 2005 et passé au-dessus de 2 en 2006 puis entre 2008 et 2012, est de nouveau en constante diminution depuis 2013. Sur le graphique, on peut également voir que le nombre de naissances annuelles tend à passer en-dessous de la barrière des 700 000 à l'horizon 2070 tandis que la population globale ne cesse d'augmenter. Cela nous amène à la conclusion qu'il y a une population retraitée qui ne cesse de grandir face à une population jeune, qui sera bientôt en âge de cotiser, de moins en moins importante ce qui change de manière défavorable l'équilibre entre le nombre de cotisants (actifs) et les bénéficiaires (retraités).

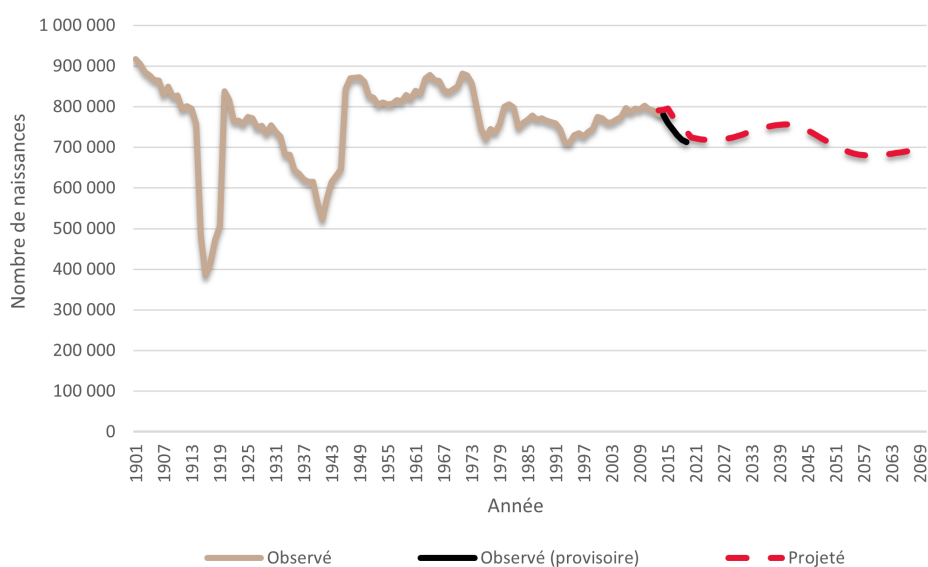


FIGURE 1.7 – Nombre de naissances annuelles observées puis projetées (PAPON et BEAUMEL, 2020 ; BLANPAIN et BUISSON, 2016)

### 1.2.2 Effectifs cotisants/retraités et projections à l'horizon 2070

Les effets présentés dans le paragraphe précédent ainsi que les conclusions tirées se retrouvent dans le graphique 1.8. D'après le rapport annuel du COR (Conseil d'Organisation des Retraites) de 2021, sur les années observées, entre 2000 et 2020, les populations de cotisants et de retraités sont en augmentation. La population de cotisants passe de 26 millions en 2000 à 28,5 millions en 2020 tandis que la population de retraités passe de 12,5 millions à 16 millions. L'augmentation est donc plus marquée dans la population de retraités. Cela est principalement dû à l'arrivée en retraite des premiers enfants du baby-boom. En ce qui concerne les années projetées, l'évolution du nombre de retraités reste constante en passant de 16 millions en 2020 à 23 millions en 2070. Au contraire, le nombre de cotisants semble stagner. Il y a une très légère hausse entre 2020 et 2037, passant de 27 millions à 30 millions mais ce nombre serait voué à redescendre vers les 29 millions d'ici 2070. (CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES, 2021) Même si nous n'avons pas de chiffres au-delà de 2070, la tendance semble négative pour les années qui vont suivre. Globalement, le nombre de retraités et le

nombre de cotisants convergent ce qui amène à la baisse du ratio cotisants/retraités comme le montre le graphique 1.8. On visualise de manière plus claire le problème qui vient à se poser au niveau du système de retraite français. Dans les années 2000, on comptait plus de 2 cotisants pour un retraité mais ce nombre est rapidement passé en-dessous de la barre des 2. Malgré les différentes réformes, le ratio ne cesse d'évoluer négativement depuis et devrait atteindre 1,5 (soit 3 cotisants pour 2 retraités) d'ici 2036 si aucune mesure n'est prise. A l'horizon 2070, on atteindrait presque 1,2 cotisant pour 1 retraité d'après les estimations. Etant donné les perspectives d'évolution, on perd environ 0,2 sur le ratio en 20 ans ; on pourrait donc atteindre un ratio de 1 cotisant pour 1 retraité d'ici 2090. Cela reviendrait à payer sa retraite soi-même et on perdrait le sens du régime actuel.

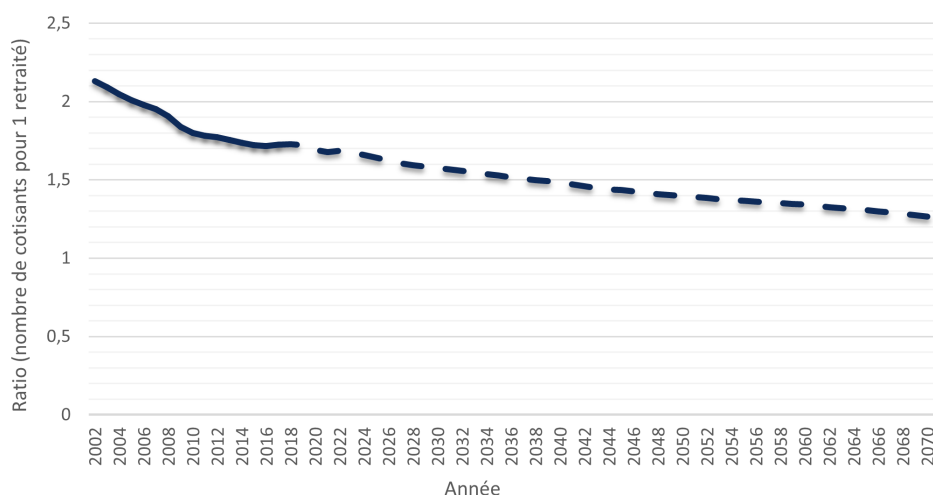


FIGURE 1.8 – Evolution du ratio cotisants/retraités au fil des années (CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES, 2021)

### 1.2.3 Durée moyenne d'activité et durée moyenne de retraite en France et comparaison à différents pays européens

Une autre façon d'observer les évolutions du système de retraite est d'observer à la fois les durées de cotisations et de prestations, c'est-à-dire le temps moyen passé à travailler et le temps moyen passé en retraite avec perception de la pension. Il est également intéressant de comparer ces chiffres à différents pays européens voisins de la France.

#### Durée moyenne d'activité

Les données des tableaux 1.6 et 1.7 ont été calculées à partir de statistiques sur les taux d'activité et d'emploi et les durées hebdomadaires de travail des européens. L'espérance d'activité présentée dans le tableau 1.6 correspond à la moyenne d'activité d'une génération qui serait soumise aux conditions d'activité observées en 2018 ; de même pour l'espérance en emploi présentée dans le tableau 1.7 avec une population présentant les conditions d'emploi de 2018. En terme d'activité, la France ne se situe pas si loin de la moyenne européenne qui est largement réhaussée par l'Allemagne et les Pays-Bas. Elle détient d'ailleurs la durée d'activité la plus élevée en-dessous de la moyenne à égalité avec l'Espagne. En revanche, pour la durée moyenne en emploi pendant leur vie active, les français sont les avant-derniers de tous les pays observés et 5 000 heures en-dessous de la moyenne européenne. C'est une durée environ 10% plus faible que la moyenne des pays observés par le COR. Ces données permettent de se

rendre compte de la durée moyenne de cotisation pour la retraite dans les différents pays. Regardons maintenant les durées moyennes de retraite dans ces mêmes pays.

TABLE 1.6 – Durée moyenne en activité sur l'ensemble de la vie active en 2018 (EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS., 2021)

Pays	Durée
France	36 ans
Belgique	34 ans
UE	37,5 ans
Allemagne	39 ans
Espagne	36 ans
Pays-Bas	40 ans
Italie	32 ans

TABLE 1.7 – Durée moyenne en emploi sur l'ensemble de la vie active en 2018 (EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS., 2021)

Pays	Durée
France	48 000 heures
Belgique	49 000 heures
UE	53 000 heures
Allemagne	51 000 heures
Espagne	50 000 heures
Pays-Bas	53 000 heures
Italie	47 000 heures

### Durée moyenne de retraite

Que cela soit chez les femmes (graphique 1.9) ou chez les hommes (graphique 1.10), on constate qu'en 2019 l'espérance de vie après retraite ou durée moyenne de retraite est la plus élevée en France par rapport à ses voisins européens. Cela s'explique sans doute par un âge légal de départ plus bas que dans les autres pays mais peut-être aussi par des meilleures conditions de vie. Pour les femmes, il y a 2,8 ans de différence avec l'Espagne, qui a la deuxième plus haute durée de retraite, et 3,7 ans avec la moyenne de l'UE. Pour les hommes, il y a 1,5 ans d'écart avec l'Espagne et 3,6 ans d'écart avec la moyenne de l'UE. Les projections à l'horizon 2070 vont dans le même sens à l'exception que la Belgique dépasserait l'Espagne et même la France pour la durée de retraite des hommes. Globalement, les écarts se réduiront avec la moyenne de l'UE : 2,2 ans d'écart pour les femmes et 1,4 ans d'écart pour les hommes.

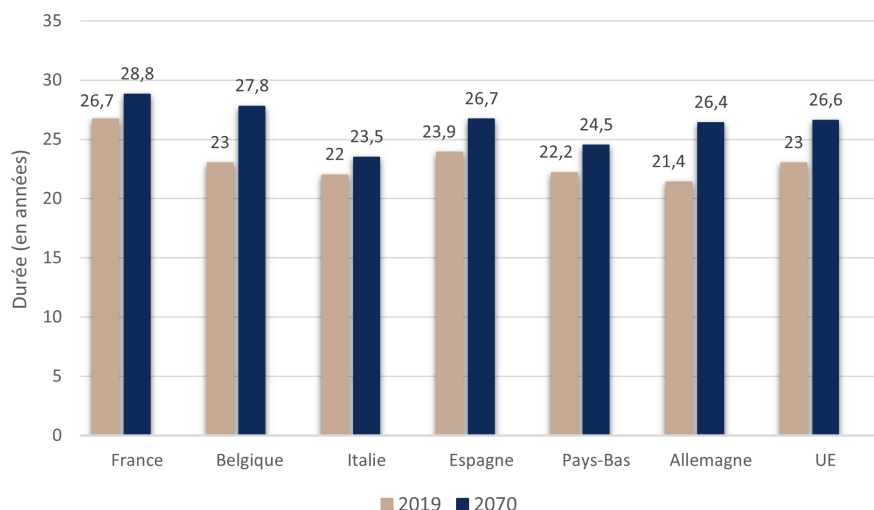
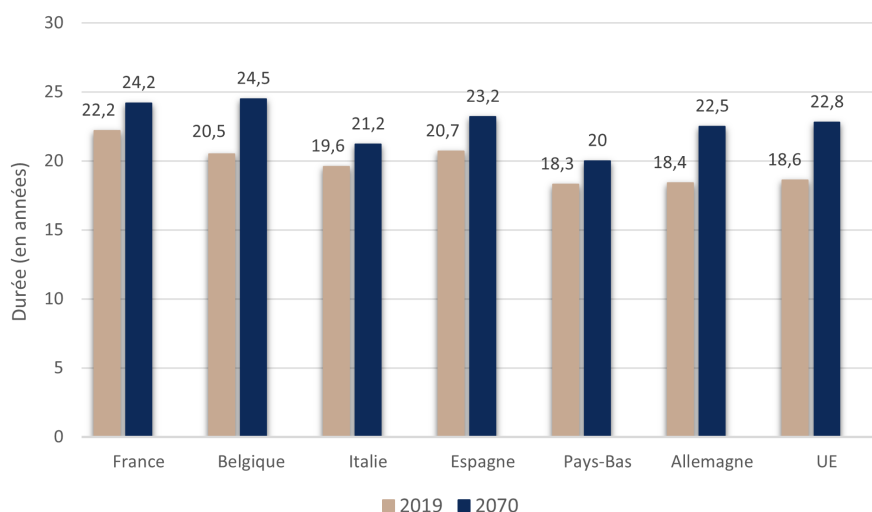


FIGURE 1.9 – Espérance de vie à la retraite des femmes (ou durée moyenne de retraite)

FIGURE 1.10 – Espérance de vie à la retraite des hommes (ou durée moyenne de retraite)  
(EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS., 2021)

Individuellement, les deux observations apportent peu, mais si on les regarde simultanément, on constate un certain déséquilibre au niveau de l'organisation française. Une activité moindre et une retraite plus longue donc des versements de pensions de retraite plus importants. Cela montre encore une fois que le système actuel n'est pas forcément adapté et qu'il mériterait des ajustements.

### 1.3 Recul de l'âge de retraite et arrêts de travail

Après avoir étudié les raisons qui pousseraient le gouvernement à opérer un recul de l'âge légal de départ en retraite au-delà de 62 ans, il est intéressant de se pencher sur la question des travailleurs seniors et de leurs tendances à obtenir un arrêt de travail ou à devenir invalide ainsi que la durée dans le temps de ces phénomènes. Ces événements peuvent les empêcher de travailler totalement pendant un temps ou jusqu'à la retraite (incapacité), ou réduire fortement leur capacité de travail (invalidité).

Une personne peut être reconnue en arrêt de travail par la Sécurité Sociale jusqu'à l'âge du taux plein soit 67 ans et cela ne devrait pas changer après réforme tandis que l'invalidité est observable jusqu'à l'âge légal. Les impacts de la réforme seront donc essentiellement centrés sur l'invalidité. Le décalage de l'âge d'ouverture des droits à la retraite soulève alors des questions sur la fréquence et la durée des arrêts de travail du fait de la présence d'un nombre plus important de seniors sur le marché du travail. La réforme parie sur un gain d'argent du fait des pensions de retraite plus tardives mais cela pourrait s'avérer être un véritable nouveau coût au niveau des indemnités d'incapacité et des pensions d'invalidité chez les plus âgés. Dans ce cadre-là, deux facteurs vont jouer :

1. les personnes qui sont déjà en invalidité ;
2. les personnes qui seraient parties à la retraite à 62 ans sans réforme et qui pourront désormais entrer en incapacité ou en invalidité à ces âges sous réforme pour une durée plus importante.

Nous nous appuyerons par la suite sur des études menées après la réforme des retraites de 2010 en France (AUBERT et al., 2016).

### **1.3.1 La fréquence des arrêts de travail et de l'invalidité chez les seniors (ou incapacité et invalidité en attente)**

Dans le cas de la fréquence, c'est sur le deuxième facteur que l'on va en particulier se pencher. De manière intuitive, il y aura un plus grand nombre de personnes sinistrées au regard de la population totale mais la question est de savoir si les personnes seniors sont plus exposées aux arrêts de travail ou développe plus facilement une invalidité comparé à la population globale.

Sur ce premier graphique 1.11, on observe environ 7 500 invalides à l'âge de 40 ans contre environ 72 500 invalides à l'âge de 60 ans fin 2014. D'après l'article de la DREES (Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques), la croissance est exponentielle avec l'âge avec en moyenne 11% d'invalides de plus à l'âge N qu'à l'âge N-1 entre 50 et 59 ans. Afin de contrôler la taille de chaque génération (aussi appelée cohorte), les effectifs ont été rapportés aux estimations de population totale de l'INSEE. On décompte ainsi 0,9% des personnes de 40 ans en état d'invalidité contre 8,8% des personnes de 60 ans. On remarque que la courbe décroît à partir de 60 ans car l'âge légal à 62 ans n'est pas encore totalement établi à fin 2014.



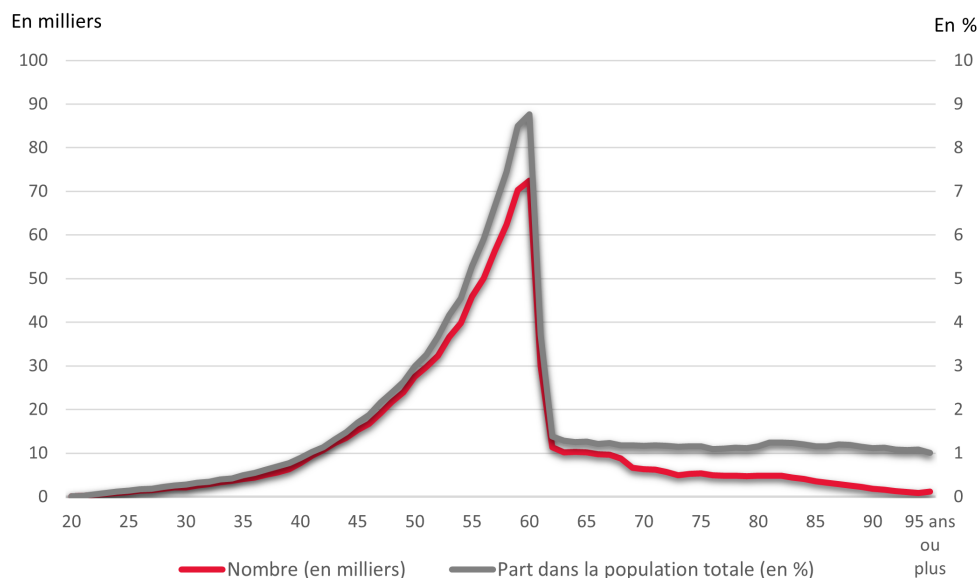


FIGURE 1.11 – Bénéficiaires d'une pension d'invalidité de droit direct par âge en France au 31 décembre 2014 (AUBERT et al., 2016)

Dans un deuxième temps, il est intéressant d'observer sur le graphique 1.12 l'évolution de la part de bénéficiaires d'une pension d'invalidité entre 2010 et 2014 avec la montée progressive de l'âge légal de départ en retraite jusqu'à 62 ans. A noter qu'il a fallu attendre début 2017 pour que la totalité de la population parte au minimum à 62 ans (à partir de la génération 55). D'après les chiffres de la DREES, le nombre de personnes en invalidité a augmenté de plus de 62 000 entre 2011 et 2014 soit +10% supplémentaires. Les augmentations d'effectifs sont significatifs entre 2010 et 2014 aux grands âges. Ainsi, on note :

- A 60 ans : 0,5% de la classe d'âge est en invalidité en 2010 contre 7,7% en 2014
- A 62 ans : 0,1% de la classe d'âge est en invalidité en 2010 contre 2,5% en 2014.

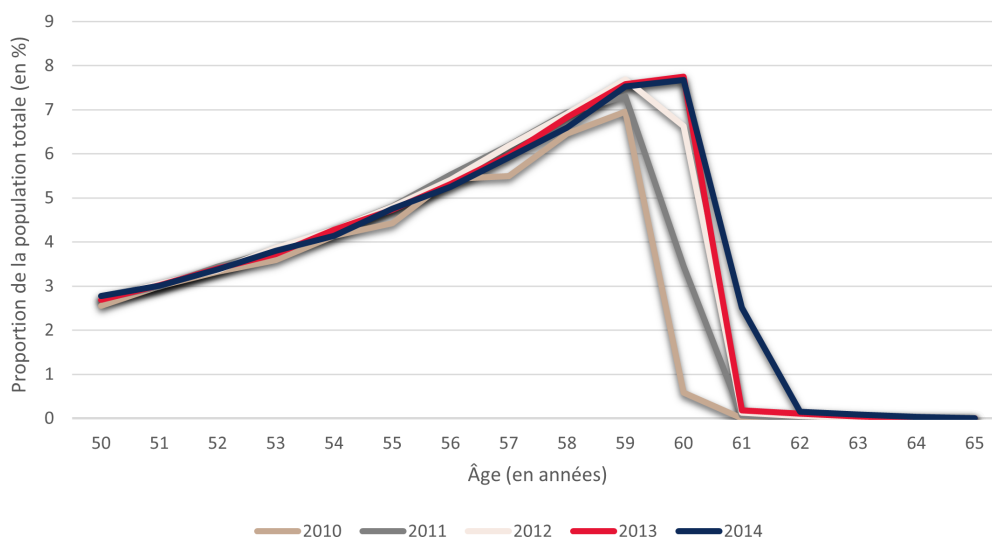


FIGURE 1.12 – Évolution de la part dans la population des bénéficiaires d'une pension d'invalidité par âge au 31 décembre de chaque année en France (AUBERT et al., 2016)

Le tableau 1.8 présente les effectifs de nouveaux invalides entre 2011 et 2017 suite à la réforme de

2010. Les projections entre 2015 et 2017 ont été effectuées en amont sur les taux d'invalidité par rapport à la population globale pour prendre en compte la variation de la taille des cohortes. Pour cela, différents scénarios ont été envisagés afin de projeter la part d'invalides aux âges de 60, 61 et 62 ans puis appliqués à la population projetée par l'INSEE. Les 3 scénarios sont :

- Scénario bas : réplique de la part d'invalides de 59 ans à 60 et 61 ans ; part d'invalides à 62 ans =  $(1/12)$  de la part d'invalides à 59 ans ; les entrées dans l'invalidité à partir de 60 ans compensent tout juste les sorties par le décès ;
- Scénario haut : progression entre 59 et 61 ans selon l'évolution exponentielle observée ci-dessus de la part d'invalides en fonction de l'âge ;
- Scénario médian : part d'invalides à 60 ans = part d'invalides à 59 ans  $\times$  évolution relative moyenne observée entre 59 et 60 ans entre 2013 et 2014 (+ 2,1%) ; de même pour 61 et 62 ans.

TABLE 1.8 – Effets estimés de la réforme de 2010 sur le nombre de bénéficiaires d'une pension d'invalidité et extrapolation avec différents scénarios (AUBERT et al., 2016)

Année	Observé		Scénario bas		Scénario médian		Scénario haut	
	Effet cumulé	Effet annuel	Effet cumulé	Effet annuel	Effet cumulé	Effet annuel	Effet cumulé	Effet annuel
2011	23 700	23 700	20 400	20 400	21 000	21 000	23 100	23 100
2012	50 800	27 100	46 900	26 500	48 000	27 000	52 300	29 200
2013	59 300	8 500	56 000	9 100	57 400	9 400	62 400	10 100
2014	78 500	19 200	72 200	16 200	74 300	16 900	82 000	19 600
2015	n.d.	n.d.	98 000	25 800	101 300	27 000	113 500	31 500
2016	n.d.	n.d.	118 800	20 800	123 100	21 800	138 800	25 300
2017	n.d.	n.d.	124 600	5 800	129 400	6 300	146 600	7 800

Les hypothèses prises et les projections effectuées montrent sur le graphique 1.13 qu'une forte augmentation du nombre d'invalides est à prévoir dans les années suivant la réforme. A terme, selon le scénario envisagé, il y aurait entre 125 000 et 147 000 invalides supplémentaires. Cela représenterait une augmentation entre 20 et 25% des effectifs totaux avant réforme.

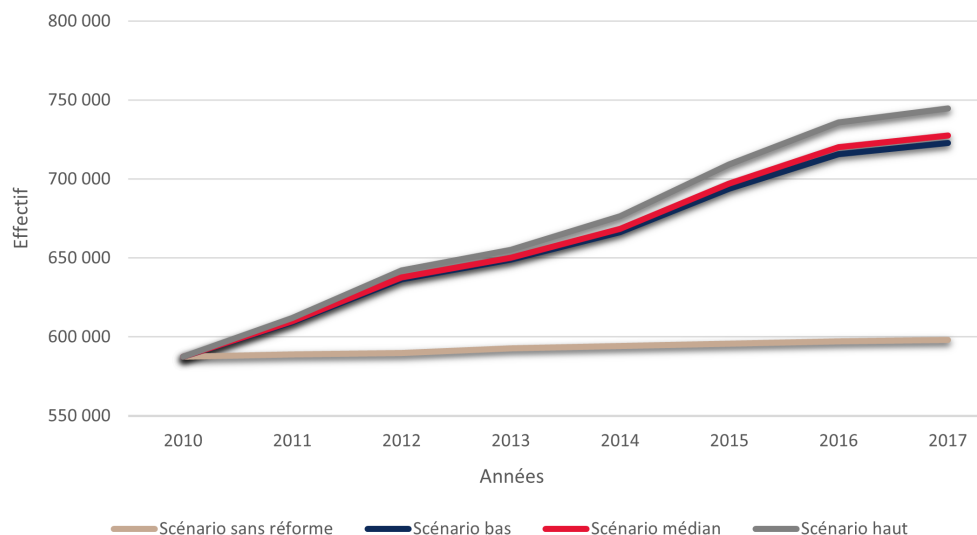


FIGURE 1.13 – Évolution des effectifs totaux d'invalides simulés entre 2010 et 2017 selon les différents scénarios (AUBERT et al., 2016)

Une étude sur l'EGB (Echantillon Généraliste des Bénéficiaires) menée par la DREES montre également une influence sur les arrêts maladie de longue durée (3 ans). L'EGB est un échantillon permanent

représentatif de la population protégée par la Sécurité Sociale. Il contient des informations anonymes sur les caractéristiques sociodémographiques et médicales des bénéficiaires et les prestations qu'ils ont perçues. Le tableau suivant s'intéresse à la part d'assurés de 50 à 65 ans en arrêt longue durée ayant perçus des indemnités de la part de la CNAM durant plus de 3 mois.

TABLE 1.9 – Part d'assurés au régime général ayant reçus des indemnités pour arrêt maladie sur une période de plus de 3 mois pour différents âges et différentes années (AUBERT et al., 2016)

Âge \ Année	2006	2010	2014
50 ans	2,2%	3%	2,8%
55 ans	2,8%	3,5%	3,2%
58 ans	1,9%	3,5%	3,9%
59 ans	1,8%	3,1%	3,5%
60 ans	1,1%	2,2%	3,1%
61 ans	0,5%	1%	2%

Le tableau 1.9 nous informe qu'entre 2006 et 2010, le taux de recours aux indemnités de longue durée a augmenté à tous les âges, mais de façon plus marquée avant 60 ans. On constate une baisse plus importante à l'âge légal de départ en retraite (60 ans à l'époque). Cette diminution du nombre d'indemnisés peut s'expliquer à la fois par des taux d'emploi plus faibles (moins de personnes en activité) et par un effet de "travailleur sain" (les personnes se maintenant en emploi au-delà de 60 ans sont plus susceptibles d'être en bonne santé). Entre 2010 et 2014, le recours aux arrêts longs augmente seulement pour les personnes ayant entre 58 et 61 ans. Il baisse au contraire pour des personnes âgées de moins de 58 ans. Cette observation est concomitante avec la réforme des retraites qui s'opère à cette époque depuis 2010. Les assurés semblent user plus facilement des arrêts maladie à l'approche de l'âge légal de départ en retraite déplacé progressivement à 62 ans à partir de 2010. Bien que ces observations soient minimes, elles suivent la tendance attendue suite à la réforme des retraites de 2010.

### 1.3.2 La durée des arrêts de travail et de l'invalidité chez les seniors (ou maintien en incapacité et en invalidité)

Dans le cas de la durée de l'invalidité chez les seniors, le premier facteur va énormément jouer. Le premier facteur correspond à toutes les personnes déjà en incapacité ou invalidité au moment de la réforme et qui vont donc rester plus longtemps dans cet état. De manière générale, la probabilité de sortir d'une invalidité est assez faible surtout lorsque la catégorie (gravité) est plus élevée. Il existe trois catégories d'invalidité notées de 1 à 3 au sens de la Sécurité Sociale, la troisième regroupant les cas les plus graves. Ces catégories seront développées en début de chapitre 2. Les personnes qui sont en invalidité avant leur 62 ans ont une probabilité très élevée d'y rester jusqu'à leurs 65 ans. Il en va de même pour les personnes qui sont reconnues en arrêt de travail.

Le graphique 1.14 montre que la proportion de personnes en état d'invalidité de catégorie 1 décroît avec l'âge tandis que celle de catégorie 2 augmente. En effet, on observe qu'à l'âge de 40 ans, plus d'un tiers des invalides est en catégorie 1 et moins de 6/10 en catégorie 2. A l'âge de 60 ans, la tendance est encore plus marquée avec 1/6 des invalides en catégorie 1 et plus de 7/10 en catégorie 2. La gravité de l'invalidité semble augmenter avec l'âge.

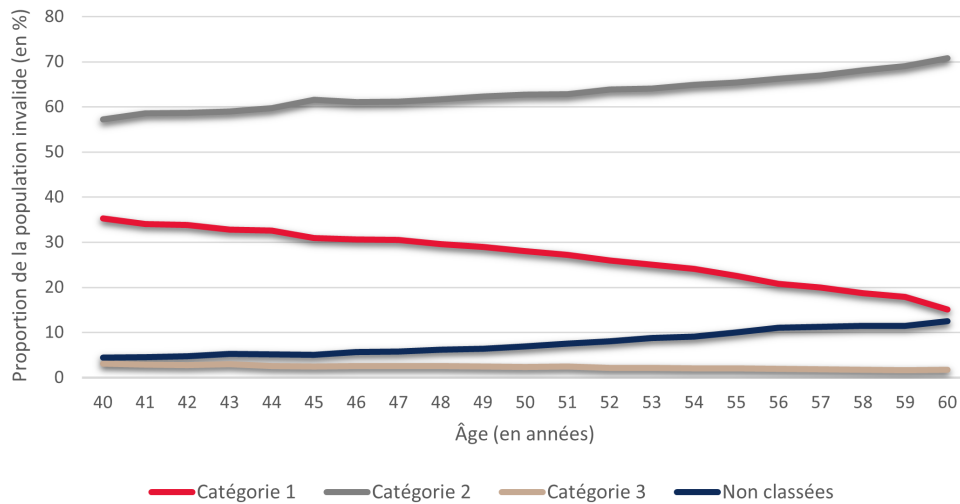


FIGURE 1.14 – Répartition des bénéficiaires d'une pension d'invalidité en France au 31 décembre 2014 par catégorie en fonction de l'âge (AUBERT et al., 2016)

Sur ce deuxième graphique 1.15, on remarque que le nombre de bénéficiaires croît avec l'âge pour toutes les catégories mais particulièrement pour la catégorie 2 pour laquelle la pente est beaucoup plus marquée. Il y a 0,5% de la population à 40 ans en catégorie 2 contre 6,2% de la population à 60 ans. Ces chiffres s'expliquent par deux raisons principales. Tout d'abord, un changement de catégorie par aggravation de l'état de santé avec l'âge des invalides (ou effet stock). Deuxièmement, une probabilité plus importante de rentrer dans la catégorie 2 à des âges plus élevés (ou effet flux).

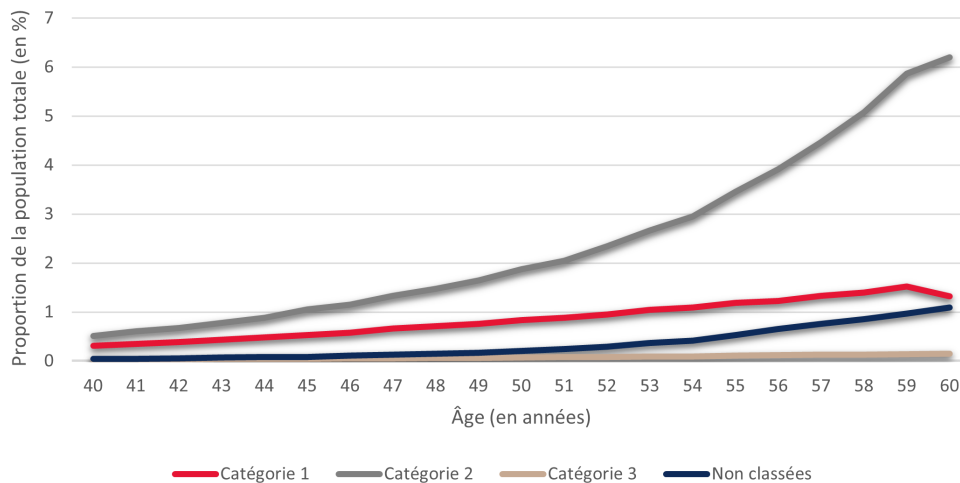


FIGURE 1.15 – Part dans la population totale des bénéficiaires d'une pension d'invalidité en 2014 par catégorie en fonction de l'âge (AUBERT et al., 2016)

Ces observations concernent la population totale d'invalides c'est-à-dire anciens comme tous nouveaux invalides de l'année 2014. Si on regarde exclusivement l'entrée en invalidité 1.16, on se rend compte que la gravité est plus marquée avec l'âge. On voit effectivement que l'effet flux joue ici. Les nouveaux invalides seniors de l'année 2014 ont tendance à rentrer directement en catégorie 2. Cela est moins marqué aux âges plus faibles comme à 40 ans où la moitié rentre en catégorie 1 et l'autre moitié rentre en catégorie 2. Au contraire, à 60 ans, 65% des nouveaux invalides sont en catégorie 2 contre seulement 17% en catégorie 1.

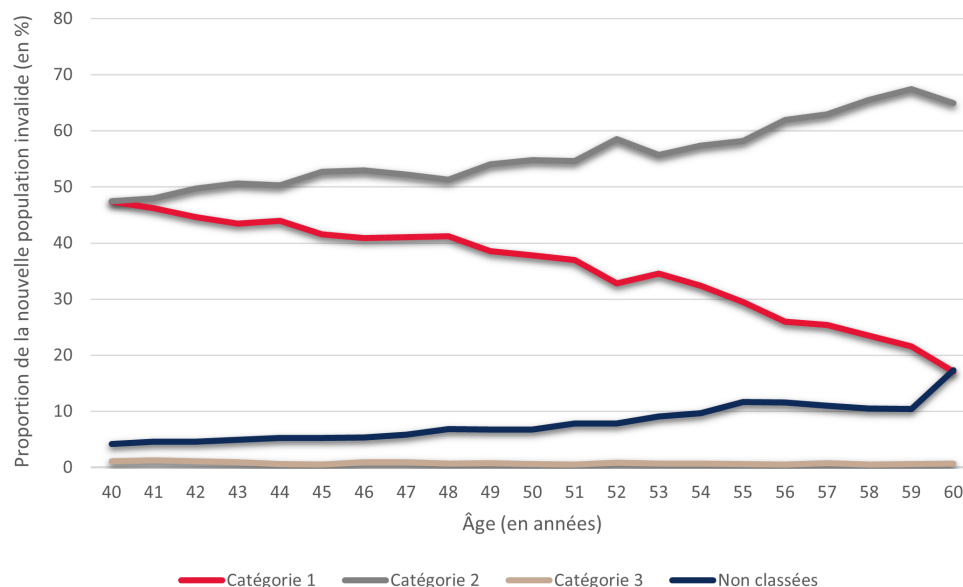


FIGURE 1.16 – Répartition des nouveaux bénéficiaires d’une pension d’invalidité en 2014 par catégorie en fonction de l’âge (AUBERT et al., 2016)

Même si ces données ne permettent pas directement d’observer les durées d’invalidité des invalides seniors, on peut tout de même supposer que les personnes rentrant à partir de 60 ans ou après sont plus susceptibles de rester jusqu’à leur retraite soit l’âge légal de départ puisqu’elles sont plus nombreuses à rentrer ou à rester dans des catégories élevées dont il est difficile de sortir.

La protection sociale française, au travers de la Sécurité Sociale, couvre les arrêts de travail et l’invalidité, survenus à la suite d’un accident professionnel ou non, et ce jusqu’au départ en retraite. Un recul de l’âge d’ouverture des droits à la retraite impliquerait une proportion plus grande de seniors en emploi et comme vu dans cette partie, une quantité plus importante de personnes en arrêts de travail et en invalidité dû à une fréquence et des échéances plus importantes. Les indemnités seront donc plus lourdes pour la Sécurité Sociale mais aussi pour les régimes de protection complémentaire appelés régimes de prévoyance. Bien que la fréquence soit un sujet préoccupant qui jouera sur le prix des assurances, nous nous intéresserons pour la suite du mémoire au facteur durée c’est-à-dire aux personnes déjà en incapacité ou invalidité et susceptibles de rester jusqu’à leur retraite dans cet état. L’objet de ce mémoire est donc d’étudier l’impact d’un possible recul de l’âge d’ouverture des droits à la retraite sur le provisionnement des assureurs concernant les personnes actuellement en état d’incapacité de travail ou d’invalidité. Dans le prochain chapitre, nous allons développer sur les risques d’arrêt de travail et d’invalidité, sur les différents acteurs qui couvrent ce marché et sur les impacts du facteur durée sur le provisionnement de contrats du secteur privé de la prévoyance.



## Chapitre 2

# Impacts d'une modification de l'âge de départ à la retraite sur le provisionnement des contrats de prévoyance collective

### 2.1 Présentation de l'assurance pour arrêt de travail

Les garanties de prévoyance permettent de se prémunir contre les différents aléas de la vie liés à la personne. Parmi elles se trouvent des assurances couvrant le risque arrêt de travail. En effet, à la suite d'un évènement particulier, certaines personnes se retrouvent dans l'incapacité d'effectuer partiellement ou totalement leur travail, durant une période plus ou moins longue. Ces évènements peuvent survenir dans le cadre professionnel ou personnel. Dans les deux cas de figure, il existe des assurances qui couvrent le sinistré contre la perte d'un revenu régulier pour différents degrés de gravité et de longévité. Ces assurances peuvent être obligatoires ou facultatives, collectives ou individuelles, et peuvent se cumuler. Dans la suite de cette section, nous faisons une présentation des risques couverts en considérant le cas des salariés du secteur privé.

#### 2.1.1 Les différents risques couverts en arrêt de travail

Les risques décrits portent les mêmes noms que l'on soit dans le domaine de l'assurance publique ou privée mais les définitions pourront diverger sur certains points. Nous donnerons tout de même une définition globale de ces risques que nous nuancerons par la suite en fonction des régimes.

L'*incapacité* est un état physique et/ou psychologique empêchant d'exercer une activité professionnelle souvent de façon temporaire.

En cas de *décès* d'une personne suite à une incapacité ou invalidité, un capital ou des rentes peuvent être versés aux proches du défunt, appelés ayants droit, en compensation de la perte de revenus réguliers.

Il existe d'autres risques couverts en arrêt de travail mais ceux évoqués ci-dessus restent les principaux et feront l'objet de l'étude qui suit. Par la suite, nous présentons les différents types de couverture

existantes à savoir la Sécurité Sociale qui offre une prestation de base obligatoire complétée par une prestation complémentaire de la part des différents organismes assureurs.

### 2.1.2 La couverture obligatoire : la Sécurité Sociale

Nous nous intéressons ici aux assurances obligatoires mises en place par l'état pour les risques incapacité, invalidité ou décès en arrêt de travail. Ces assurances sont gérées par le régime de base de Sécurité Sociale régi par le Code de la Sécurité Sociale. Le régime de protection sociale des salariés du secteur privé comprend automatiquement la couverture de ces risques par la Sécurité Sociale. Les causes sont multiples et peuvent être divisées en deux sous catégories qui sont la cause professionnelle d'une part, et la cause personnelle d'autre part. Deux branches distinctes du régime de base de protection sociale traitent ces deux causes. La branche *AT-MP* ou *Accidents du travail - Maladies professionnelles* couvre les risques liés à la cause professionnelle ; on parle ici d'incapacité ou d'inaptitude. Quant à la branche *Maladie*, elle couvre les risques liés à la cause personnelle ; on parle ici d'invalidité.

#### *Branche Maladie*

Le cas le plus fréquent pour la Sécurité Sociale en cas d'arrêt de travail est l'indemnisation d'individus en incapacité ou invalidité pour cause personnelle, le plus souvent suite à des problèmes de santé. Les deux types d'indemnisation existants sont décrits dans le tableau 2.1.



TABLE 2.1 – Indemnités des arrêts de travail de la branche Maladie (PREVISSIMA, 2022 ; L'ASSURANCE MALADIE, 2022 ; CODE DU TRAVAIL NUMÉRIQUE, 2022)

Nom de l'indemnisation	Conditions de versement	Montant d'indemnisation
Indemnités journalières maladie d'incapacité temporaire (IJM)	<p>Il s'agit des arrêts de travail pour maladie classiques. L'assuré a droit à des indemnités journalières versées bimensuellement pour compenser la perte de salaire. Ces IJM sont versées au maximum pendant 360 jours par période de 3 ans dans le cas général ou 3 ans dans le cas de personnes souffrant d'une affection de longue durée (ALD).</p> <p>Il existe un délai de carence de 90 jours pour un arrêt de moins de 6 mois et de 365 jours pour un arrêt de plus de 6 mois. Le délai de carence correspond au temps nécessaire de travail à effectuer en cumulé avant arrêt. Durant le délai de carence, les garanties ne jouent pas encore. Il existe également un délai de franchise où les garanties sont acquises mais les indemnités ne sont versées qu'une fois le délai écoulé. Ce délai est de trois jours pour le versement des IJM par la Sécurité Sociale.</p>	$IJM = 50\% \times \text{salaire journalier}$ <p>avec</p> $\text{salaire journalier} = \sum 3 \text{ derniers mois de salaire} / 91,25$ <p>Le plafond s'élève à 49,68 € par jour en 2022.</p>
Pensions d'invalidité	<p>Pour être éligible à la pension d'invalidité, l'assuré doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ne pas avoir atteint l'âge légal de la retraite ;</li> <li>— Voir sa capacité de travail ou son revenu diminué d'au moins 2/3 ;</li> <li>— Être affilié depuis minimum 12 mois au régime ;</li> <li>— Avoir effectué au minimum 600 heures de travail salarié ou cotisé sur un salaire au moins égal à 2 030 fois le Smic horaire au cours des 12 derniers mois.</li> </ul> <p>La reconnaissance de l'état d'invalidité donne droit à une pension versée mensuellement mais également à la prise en charge à 100% des soins médicaux, examens et médicaments dans la limite des tarifs fixés par la Sécurité Sociale.</p> <p>A tout moment, le versement de la pension peut être révisé, suspendu ou supprimé. Elle est versée jusqu'à l'âge légal de départ à la retraite si la victime n'exerce plus d'activité professionnelle. La pension d'invalidité est alors automatiquement remplacée par la pension de retraite à taux plein quelque soit la durée de cotisation validée. Elle peut également être étendue jusqu'à l'âge d'annulation de la décote de la victime si celle-ci exerce encore une quelconque activité professionnelle et qu'elle souhaite continuer à travailler. Si l'assuré est en recherche d'emploi, elle peut être prolongée jusqu'à 6 mois après l'âge légal.</p> <p>Enfin, la perception d'une pension d'invalidité est cumulable avec la perception d'indemnités journalières au titre d'un arrêt de travail puisqu'une personne invalide peut l'être partiellement et tout de même continuer une activité professionnelle.</p>	<p>Le montant de la pension d'invalidité est calculée sur la base du revenu annuel moyen des 10 meilleures années d'activité de l'individu invalide.</p> <p>Le taux utilisé dépend de la catégorie d'invalidité attribué à la victime après examen par le médecin-conseil de la caisse d'assurance maladie. Ces différentes catégories d'invalidité sont évoquées à l'article L341-4 du Code de la Sécurité Sociale.</p>

Le schéma 2.1 détaille les indemnités perçues en cas d'invalidité en fonction des différentes catégories citées dans le tableau 2.1.

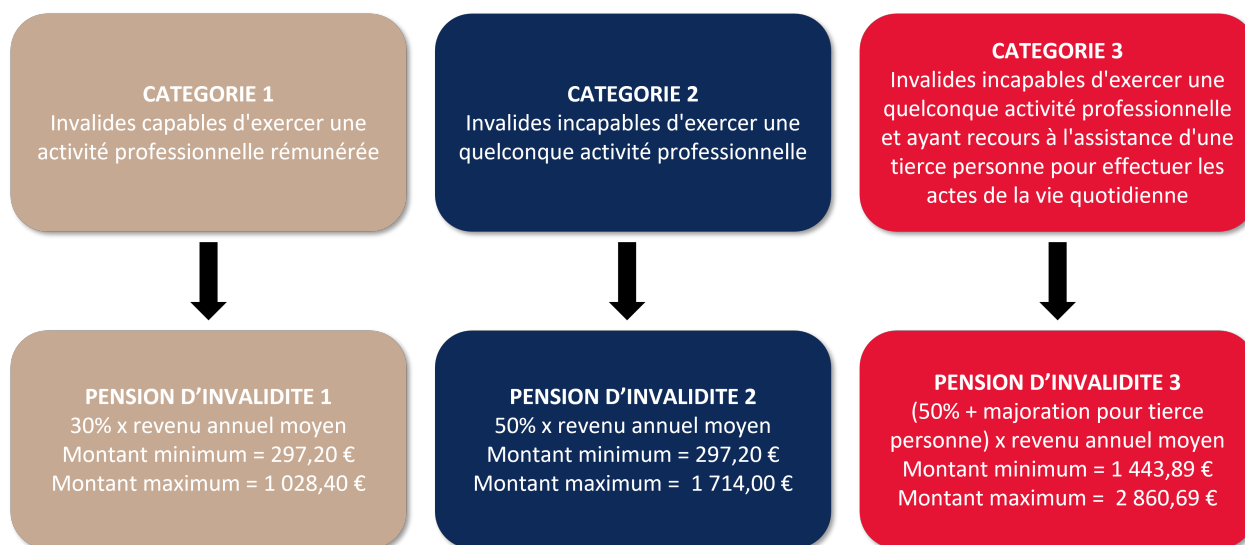


FIGURE 2.1 – Montant de la pension d'invalidité en fonction de la catégorie attribuée (L'ASSURANCE MALADIE, 2022)

En ce qui concerne la garantie décès, elle est automatique pour tous ceux qui se trouvent dans l'une de ces situations les 3 mois précédant le décès :

- Salarié ;
- Indemnisé par Pôle Emploi ;
- Titulaire d'une pension d'invalidité.

Ainsi, les ayants droits d'une personne décédée peuvent percevoir un capital décès. La priorité vient à l'époux ou au partenaire pacsé si il existe, puis aux enfants et le cas échéant aux ascendants. Si il y a plusieurs enfants ou ascendants de même rang, alors ce capital est partagé de manière équitable. Au 1er avril 2022, le montant du capital décès du régime général est de 3 539 €. Les bénéficiaires ont deux ans pour faire la demande auprès de la CPAM à compter de la date du décès.

### ***Branche AT-MP***

La Sécurité Sociale indemnise également les personnes victimes d'accidents du travail, d'accidents de trajet ou de maladie professionnelle causant des arrêts de travail. Il s'agit d'une protection sociale renforcée. Un accident du travail ou de trajet résulte d'un accident survenu directement sur le lieu de travail ou sur le trajet pour se rendre au travail. A la différence, une maladie professionnelle est la conséquence d'une exposition à un risque auquel l'individu a été confronté tout au long de son activité professionnelle (souvent durant des années). Le risque peut être physique, chimique, psychique ou biologique. Dans tous les cas de figure, l'individu doit être examiné par un médecin et déclaré légitime, par la CPAM, à recevoir une indemnisation de la part de la Sécurité Sociale. Les différentes formes d'indemnisation sont regroupées dans le tableau 2.2.

TABLE 2.2 – Indemnités des arrêts de travail de la branche AT-MP (PREVISSIMA, 2022 ; L'ASSURANCE MALADIE, 2022 ; CODE DU TRAVAIL NUMÉRIQUE, 2022)

Nom de l'indemnisation	Conditions de versement	Montant d'indemnisation
Indemnités journalières d'incapacité temporaire (IJ)	Cette indemnisation est possible dès lors que l'individu est embauché quelque part (cela ne dépend pas d'un nombre de jours ou mois plancher travaillés pour un employeur). Ces indemnités sont similaires aux IJM en terme de fréquence et de durée de versement. En revanche, il n'y a pas de délai de franchise pour le début d'indemnisation mais celle-ci débute le jour suivant l'accident puisque le jour de l'accident est à la charge de l'employeur.	Le montant des indemnités peut évoluer dans le temps.  $IJ = \begin{cases} 60\% \times \text{salaire journalier} & \text{les 28 premiers jours} \\ 80\% \times \text{salaire journalier} & \text{dès le 29ème jour} \end{cases}$ avec $\text{salaire journalier} = \frac{\text{salaire mensuel précédant l'AT}}{30,42}$ Une revalorisation peut être envisagée au-delà de trois mois d'arrêt. Ces montants sont bien entendu toujours plafonnés ; ils ne peuvent dépasser 343,07 € par jour en 2022.
Indemnités temporaires d'incapacité (ITI) (existe depuis le 1er juillet 2010)	L'individu est guéri mais le médecin ne renouvelle pas l'arrêt de travail. Il peut cependant déclarer l'incapacité temporaire de l'individu à reprendre le travail. Cette indemnité remplace totalement les IJ et a une durée d'un mois maximum. Si l'individu perçoit une rente d'incapacité permanente liée à l'incident de travail, le montant de l'ITI est diminué du montant journalier de ladite rente.	Le montant de l'ITI est égal au montant de la dernière indemnité journalière perçue lors de l'arrêt de travail initial.
Rentes d'incapacité permanente	L'individu fait face à une réduction de sa capacité de travail s'apparentant à une invalidité. Il garde des séquelles permanentes suite à son accident de travail. Le médecin-conseil lui attribue alors un Taux d'Incapacité (TI) qui lui permettra de recevoir une rente ou un capital unique selon le degré de gravité. Les rentes sont perçues jusqu'au décès de la victime.  Une réversion de la rente est possible ; la rente sera alors versée au conjoint à compter du décès de la personne initialement indemnisée. Cette réversion ne porte que sur une certaine proportion de la rente qui variera en fonction de l'âge de l'assuré initial et de celui de son conjoint.	

Les figures 2.2 et 2.3 ci-dessous détaillent le calcul des rentes en cas d'incapacité permanente.

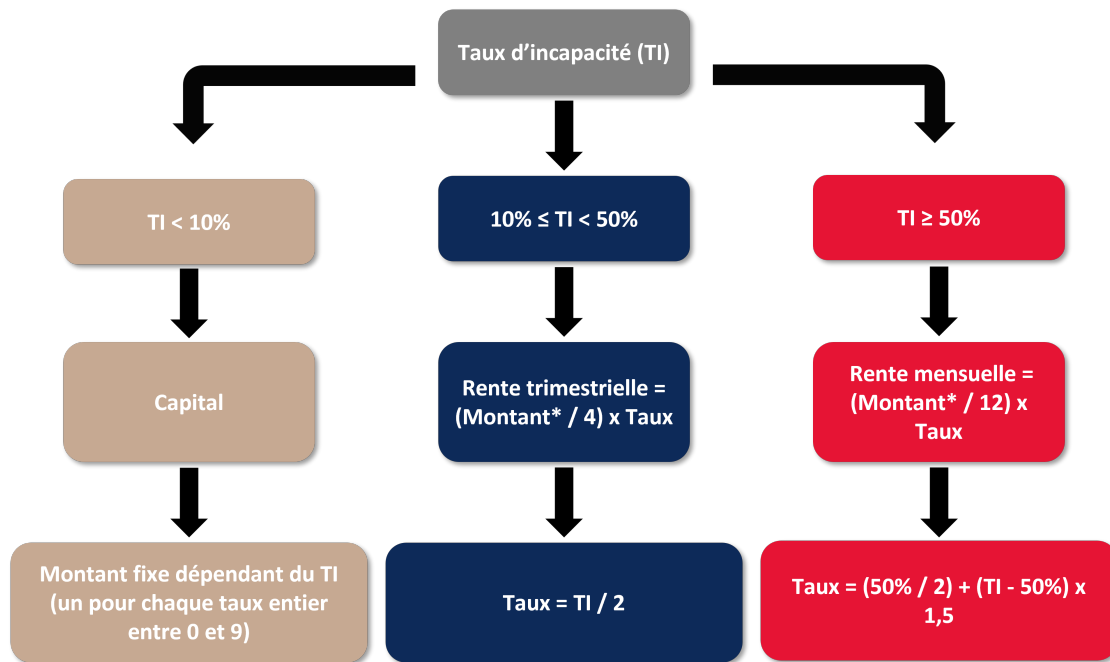


FIGURE 2.2 – Indemnité pour incapacité permanente : calcul du taux - (L'ASSURANCE MALADIE, 2022)

\*Montant calculé comme indiqué sur la figure 2.3

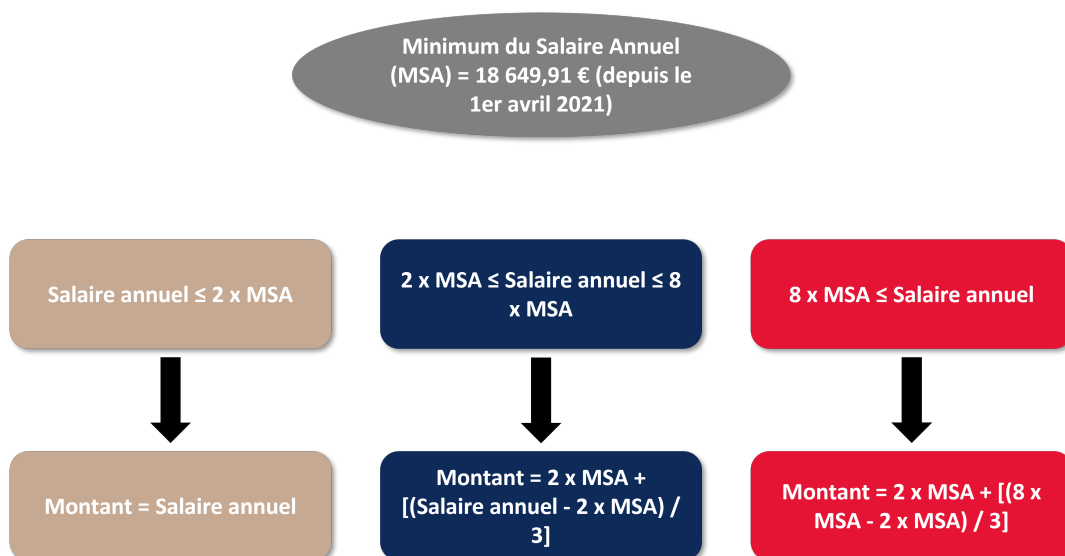


FIGURE 2.3 – Indemnité pour incapacité permanente : calcul du montant (L'ASSURANCE MALADIE, 2022)

Dans la situation où l'individu se retrouve confronté à une maladie professionnelle, la procédure pour être reconnue comme telle est souvent beaucoup plus longue qu'un simple accident du travail. Il existe des tableaux des maladies professionnelles dressés par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) ; chaque maladie répertoriée est accompagnée de certaines conditions (délai de prise en charge, durée d'exposition au risque, liste de travaux effectués). L'assuré peut bénéficier, en supplément des indemnités décrites ci-dessus, d'un suivi médical personnalisé post-professionnel mais seulement

en cas d'inactivité (retraité ou chômeur).

Le décès est également couvert pour tout arrêt de travail pour cause professionnelle mais des prestations financières supplémentaires peuvent être ajoutées. En plus du capital décès peuvent être versées un remboursement des frais funéraires, un remboursement des frais de transport du corps et une rente viagère aux ayants droit. La rente peut être accordée uniquement à l'époux, au partenaire pacsé, au concubin, aux enfants jusqu'à leur 20 ans ou aux ascendants qui étaient à la charge du défunt.

### 2.1.3 La couverture facultative : les régimes de prévoyance complémentaire

#### *Origines et cadre législatif et réglementaire*

Les premières formes d'assurance prévoyance sont apparues à l'origine bien avant la création d'une assurance obligatoire. C'est seulement en 1945 à partir de la création de la Sécurité Sociale que cette forme d'assurance fût considérée comme complémentaire pour couvrir tout ou partie de ce qui n'est pas couvert par le régime obligatoire. Les contrats d'assurance complémentaire proposés peuvent être facultatifs ou obligatoires, individuels ou collectifs. En règle générale, les contrats obligatoires sont collectifs et les individuels sont facultatifs. En l'occurrence, les entreprises sont obligées de proposer une couverture de prévoyance complémentaire à leurs salariés cadres et ingénieurs depuis la Convention Collective Nationale des Cadres du 14 mars 1947, complétée par l'ANI (Accord National Interprofessionnel) du 17 novembre 2017. Elle prévoit notamment une contribution de l'employeur à hauteur de 1,5% de la tranche A des salaires brutes, tranche inférieure ou égale au PMSS (Plafond Mensuel de la Sécurité Sociale). Cette cotisation doit être affectée en priorité à la couverture décès. Une convention collective ou un accord de branche professionnelle peut également obliger l'employeur à proposer un contrat de prévoyance collectif à tous ses salariés (PREVISSIMA, 2022 ; JORF, 2017). Enfin, la loi Fillon de 2003 et sa circulaire du 30 janvier 2009, modifiée en 2013, permet d'encourager la mise en place d'un régime complémentaire de prévoyance collectif à adhésion obligatoire en faisant bénéficier les entreprises d'avantages fiscaux et sociaux en contrepartie.

En ce qui concerne la législation, plusieurs lois visent à poser un cadre pour la prévoyance collective. La Loi de Mensualisation du 18 janvier 1978, modifiée par décret le 18 juillet 2008, oblige les employeurs à maintenir tout ou partie du salaire d'un salarié en arrêt de travail pour cause professionnelle ou personnelle. Cependant une franchise de sept jours est appliquée dans le cas d'un arrêt pour cause personnelle mais aucun pour cause professionnelle. Pour prétendre à ce maintien de salaire, le salarié doit :

- Avoir minimum un an d'ancienneté (délai de franchise) ;
- Être couvert par la Sécurité Sociale ;
- Avoir transmis son arrêt de travail en 48h ;
- Être soigné sur le territoire français.

L'indemnité est à hauteur de 90% du salaire brut puis de 2/3 du salaire brut pendant des périodes de temps définies en fonction de l'ancienneté dans l'entreprise. Ces durées d'indemnisation vont de 30 jours chacune à 90 jours chacune. La Loi Evin de 1989 prévoit quant à elle notamment d'informer l'assuré de ses droits ainsi que d'encadrer la résiliation des contrats. L'article 7 énonce qu'en cas de changement d'assureur, l'ancien assureur doit continuer à indemniser les personnes sinistrées jusqu'à l'échéance prévue au contrat et maintenir la garantie décès également. L'article 2 précise que le nouvel assureur doit prendre à sa charge toute nouvelle pathologie qui apparaîtrait pour les personnes déjà sinistrées et indemnisées par l'ancien assureur.

### *Les différentes structures*

Le marché de la prévoyance complémentaire se partage entre trois types d'entités : les mutuelles, les institutions de prévoyance et les compagnies d'assurance.

Les mutuelles sont des sociétés de personnes à but non lucratif régies par le Code de la Mutualité. Elles sont gérées par des représentants directement élus par les adhérents. Elles agissent exclusivement dans le domaine de l'assurance de personnes et en particulier en santé et prévoyance. Tous les profits réalisés sont utilisés pour constituer des réserves en cas de difficultés financières ou reversées directement aux assurés.

Les institutions de prévoyance sont des organismes paritaires à but non lucratif et sont régies par le Code de la Sécurité Sociale. Elles sont gérées à parts égales par des représentants des salariés et des représentants des entreprises. Elles sont tournées vers l'assurance de personnes mais gèrent exclusivement des contrats collectifs souscrits par des entreprises pour leurs salariés. Tous les profits sont ici utilisés pour améliorer le niveau des garanties et la sécurité des engagements.

Les compagnies d'assurance sont elles des entités commerciales régies par le Code des Assurances. Elles peuvent ainsi réaliser des profits et les réinvestir dans les garanties offertes aux assurés ou les reverser aux actionnaires. Les compagnies d'assurance pratiquent toutes sortes d'activités au-delà de l'assurance de personnes soit en assurance vie soit en assurance non vie.

### *Les différentes prestations*

Les garanties proposées dans les contrats d'assurance privée arrêt de travail sont indépendantes de l'origine de l'arrêt, qu'il résulte d'un accident de travail ou non. En effet, dans ce cadre assurantiel, l'incapacité est souvent considérée comme le premier stade d'un arrêt et l'invalidité comme le deuxième stade, plus aggravé, quelque soit la cause de l'arrêt de travail. L'assuré est couvert dès lors qu'il est reconnu dans l'état indiqué au contrat. Selon que le contrat soit collectif ou non, l'assuré disposera d'une couverture pour un ou plusieurs risques évoqués au paragraphe 2.1.1. Dans le cas d'un contrat facultatif, l'assuré pourra choisir de se prémunir contre l'incapacité seule, l'invalidité seule, ou les deux, avec une garantie décès ou non dans les différents cas de figure. Dans la majorité des cas, le versement des prestations du régime complémentaire est effectué après un délai de franchise de 90 jours.

L'incapacité correspond à un état supposé temporaire et on ne peut donc rester dans l'état d'incapacité que 3 ans au maximum soit 36 mois. Le versement des prestations d'incapacité est journalier étant donné qu'un arrêt de travail peut être de courte durée. On parle d'indemnités journalières comme dans le cas de la Sécurité Sociale. Si la personne est déclarée en incapacité, alors elle reçoit une rente mensuelle au prorata du nombre de jours en arrêt dans le mois pour compléter ses revenus. Le niveau d'indemnisation est fixé aux conditions particulières du contrat entre l'entreprise et l'assureur (contrat collectif) ou l'adhérent et l'assureur (contrat individuel). Les possibilités de sortie de cet état sont la guérison, le passage en retraite, le passage en invalidité ou la mort. La guérison correspond à la reprise normale de l'activité professionnelle et donc la fin du versement de la rente d'incapacité. Le passage en retraite peut s'effectuer dès l'âge légal, c'est-à-dire actuellement 62 ans, mais peut s'étendre jusqu'à 67 ans, qui est l'âge du taux plein. Une personne peut donc être considérée incapable jusqu'à ses 67 ans et peut rester exceptionnellement plus longtemps que 3 ans en état d'incapacité si elle souhaite atteindre le taux plein. A la date du passage en retraite, le versement de la rente d'incapacité s'arrête.

L'invalidité correspond à un état permanent car il est plus difficile d'en sortir. Le versement des prestations est ici mensuel car l'état d'invalidité est un état de plus longue durée. On parle alors de

rentes mensuelles. Si la personne est déclarée en invalidité, alors elle reçoit une pension annuelle au prorata du nombre de jours en invalidité dans l'année. Le niveau d'indemnisation est là aussi fixé aux conditions particulières du contrat entre l'adhérent et l'assureur. Pour une personne ayant souscrit la garantie incapacité et étant rentrée dans cet état, le passage en invalidité s'effectue automatiquement au bout de 3 ans d'incapacité dans la mesure où elle est reconnue invalide et se trouve en-dessous de l'âge d'ouverture des droits à la retraite. Sinon, le passage peut s'effectuer avant les 3 ans ou directement si la personne est reconnue comme invalide. Les possibilités de sortie de cet état sont la guérison, même si elle est rare, le passage en retraite ou la mort. Tout comme pour l'état d'incapacité, la guérison ou la retraite entraîne l'arrêt du versement de la pension. Cependant, le passage en retraite est obligatoire dès l'âge légal de départ en retraite soit 62 ans à ce jour. A noter qu'une personne invalide obtient la retraite à taux plein dès l'âge d'ouverture des droits.

Dans le cas où la personne décède, qu'elle soit en incapacité ou en invalidité, le versement des indemnités s'arrête mais un capital décès peut être versé à un ayant droit prévu au contrat si l'option garantie décès est présente au contrat.

Le schéma 2.4 permet de résumer les deux dernières parties décrivant l'ensemble des prestations offertes en matière d'assurance arrêt de travail en donnant un exemple parmi d'autres.

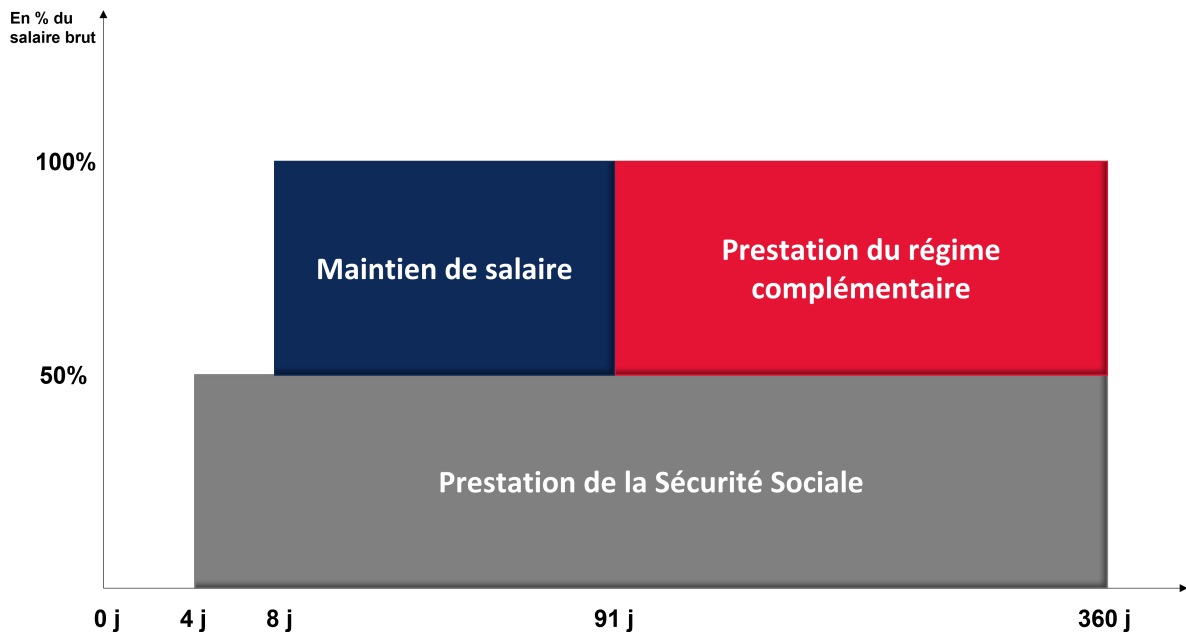


FIGURE 2.4 – Exemple de prestations d'incapacité temporaire pour un individu en arrêt de travail pour maladie (CODE DU TRAVAIL NUMÉRIQUE, 2022)

Maintenant que les différentes garanties en arrêt de travail ont été développées du côté des régimes de prévoyance complémentaires, nous allons voir la manière dont les assureurs provisionnent ces contrats afin d'être en mesure d'indemniser les assurés et quels impacts pourraient alors avoir un recul du départ à la retraite sur ce provisionnement.

## 2.2 Provisionnement réglementaire en arrêt de travail

Lorsqu'un assureur conclut des contrats de prévoyance, il doit disposer réglementairement dans son bilan de provisions suffisantes pour couvrir l'ensemble des engagements pris auprès des assurés. Ces

provisions permettent de prévenir les futurs paiements à venir au titre d'incapacités ou invalidités futures. Les provisions des contrats d'assurance arrêt de travail sont calculées tête par tête puisqu'il s'agit d'une assurance forfaitaire. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons uniquement aux provisions mises en place pour des personnes déjà sinistrées c'est-à-dire déjà en situation d'incapacité ou d'invalidité.

### 2.2.1 Cadre législatif du provisionnement et format des tables réglementaires

C'est la loi Evin n°89-1009 du 31 décembre 1989, qui oblige pour la première fois les organismes assureurs à provisionner intégralement leurs engagements en assurance collective au lieu de compter sur le principe de répartition. Pour calculer ces différentes provisions, les actuaires doivent utiliser des tables réglementaires pour déterminer les probabilités de rester dans l'état d'incapacité ou d'invalidité ou de passer de l'état d'incapable à invalide. Ces tables ont été construites par le BCAC (Bureau Commun d'Assurances Collectives) en 1993 à l'origine et sont entrées en vigueur lors de la parution de l'arrêté A.331-22 du Code des Assurances (A.931-10-9 du Code de la Sécurité Sociale et A.212-9 du Code de la Mutualité) du 28 mars 1996 fixant les règles de provisionnement des garanties d'incapacité de travail, d'invalidité et de décès. Elles ont par la suite été modifiées après la réforme des retraites de 2010 et consignées dans un nouvel arrêté le 24 décembre 2010. Les tables ont en fait simplement été allongées pour prendre en compte le recul de l'âge légal de départ à la retraite et le recul de l'âge du taux plein. Le BCAC a depuis engagé de nouveaux travaux de modification en 2013 pour intégrer les évolutions observées sur les différents risques mais, légalement, les tables de 2010 sont toujours d'actualité. C'est sur celles-ci que nous nous appuyons dans les prochaines sections. A noter qu'un organisme peut aussi utiliser ses propres tables dans la mesure où elles ont été certifiées par un actuaire, indépendant de l'entreprise, agréé par l'une des associations d'actuaires reconnues par l'ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution).

Les tables 2.3 et 2.4 utilisées pour le maintien en incapacité/invalidité ne présentent pas directement des probabilités mais plutôt l'évolution d'une population rapportée à un effectif de 10 000 personnes. Il s'agit d'un tableau à double entrée qui présente d'un côté, l'âge d'entrée en incapacité/invalidité et de l'autre, l'ancienneté en incapacité/invalidité. Les âges d'entrée en incapacité vont de 23 à 66 ans. Pour les âges allant de 18 à 22 ans, c'est la ligne des 23 ans qui est utilisée. L'âge maximal d'entrée dans l'état est de 66 ans puisqu'on peut rester jusqu'à 67 ans, soit l'âge du taux plein automatique, en incapacité. En ce qui concerne l'invalidité, les âges d'entrée s'étendent de 20 à 61 ans. Comme pour l'incapacité, en cas d'entrée entre 18 et 19 ans, on se réfère à la ligne des 20 ans. L'âge maximal d'entrée est ici 61 ans car on ne reste en invalidité que jusqu'à l'âge légal de départ en retraite soit 62 ans depuis 2010. Comme évoqué précédemment, l'incapacité s'observe mensuellement et l'invalidité s'observe annuellement. Les entrées du tableau pour l'ancienneté vont donc de 0 à 36 mois (3 ans) pour l'incapacité et de 0 à 42 ans pour l'invalidité.

La table 2.3 se lit de la façon suivante : pour toute personne rentrée en incapacité à un âge  $x$ , on utilise uniquement la ligne de l'âge  $x$ . L'ancienneté  $k$  permet alors de lire par colonne l'effectif de personnes rentrées en incapacité à l'âge  $x$  et toujours dans l'état après  $k$  mois sur 10 000 personnes au départ. L'effectif à l'âge  $x$  et à l'ancienneté  $k$  est noté  $L_{x,k}$ . Ainsi, la probabilité de rester en incapacité le mois suivant lorsqu'on est rentré à l'âge  $x$  et qu'on a  $k$  mois d'ancienneté est

$$iC_{x,k+1} = \frac{L_{x,k+1}^{inc}}{L_{x,k}^{inc}}. \quad (2.1)$$

De façon générale, la probabilité de rester en incapacité dans  $j$  mois lorsqu'on est rentré à l'âge  $x$  et



qu'on a  $k$  mois d'ancienneté est

$$iC_{x,k+j} = \frac{L_{x,k+j}^{inc}}{L_{x,k}^{inc}}. \quad (2.2)$$

TABLE 2.3 – Schéma de la table de maintien en incapacité du BCAC 2010 (MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ, 2010)

Ancienneté Âge d'entrée en incapacité	0	1	...	18	...	35	36
23 ans ou moins	10 000	2 842	...	102	...	55	15
24	10 000	2 931	...	95	...	46	14
...	10 000	...	...	...	...	...	...
40	10 000	4 073	...	404	...	156	21
...	10 000	...	...	...	...	...	...
65	10 000	5 588	...	1 036	...	690	401
66	10 000	5 611	...	1 023	...	716	433

Pour la table d'invalidité 2.4, on remarque une particularité : la table est triangulaire. En effet, plus l'âge d'entrée en invalidité est tardif, moins on restera de temps puisque la sortie de l'état est définitif le jour des 62 ans. Il n'existe pas de condition semblable pour l'incapacité qui permet de rester 3 ans en arrêt même en rentrant à 66 ans car théoriquement la personne peut rester le temps qu'elle travaille. Ici, le passage en retraite est immédiat. Mis à part cela, la table se lit comme celle d'incapacité. La probabilité de rester en invalidité dans  $j$  années lorsqu'on est rentré à l'âge  $x$  et qu'on a  $k$  années d'ancienneté est

$$iv_{x,k+j} = \frac{L_{x,k+j}^{inv}}{L_{x,k}^{inv}}. \quad (2.3)$$

TABLE 2.4 – Schéma de la table de maintien en invalidité du BCAC 2010 (MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ, 2010)

Ancienneté Âge d'entrée en invalidité	0	1	...	20	...	41	42
20	10 000	9 859	...	7 881	...	5 760	5 663
21	10 000	9 859	...	7 881	...	5 747	
...	10 000	...	...	...	...	...	
40	10 000	9 751	...	6 718	...		
...	10 000	...	...	...			
60	10 000	9 843	...				
61	10 000	9 831					

La table 2.5 utilisée pour le passage d'incapacité à invalidité est également un tableau à double entrée comme pour le maintien en incapacité ou invalidité. Pour chaque âge d'entrée en incapacité et chaque mois d'ancienneté, la table indique le nombre de personnes passées en invalidité. Ce nombre représente une partie de l'effectif de personnes encore en incapacité pour un âge d'entrée et un certain mois d'ancienneté et non pas de l'effectif total de départ de 10 000 personnes. On remarque que la table commence à 20 ans et se termine à 61 ans comme celle d'invalidité mais est bien semblable à celle d'incapacité en ce qui concerne la structure des mois d'ancienneté. En effet, personne ne passe en invalidité passé 62 ans. On ne regarde pas le 36ème mois puisque toute personne qui reste en incapacité

à ce moment-là passe automatiquement en invalidité (sauf si l'âge ne le permet pas ce qui fera l'objet d'un cas particulier). Pour calculer la probabilité de passer de l'état d'incapacité à invalidité, on doit utiliser à la fois cette table et la table de maintien en incapacité. Il s'agit du nombre de personnes passant en incapacité sur le nombre de personnes présentes à cet instant dans l'état d'incapacité. La probabilité de passer invalide dans  $j$  mois lorsqu'on est rentré en incapacité à l'âge  $x$  et qu'on a  $k$  mois d'ancienneté est la probabilité d'être en incapacité dans  $j$  mois multiplié par la probabilité de passer en invalidité ce  $j$ -ième mois.

$$ps_{x,k+j} = \frac{L_{x,k+j}^{inc}}{L_{x,k}^{inc}} \times \frac{L_{x,k+j}^{pas}}{L_{x,k+j}^{inc}} = \frac{L_{x,k+j}^{pas}}{L_{x,k}^{inc}}. \quad (2.4)$$

TABLE 2.5 – Schéma de la table de passage d'incapacité à invalidité du BCAC 2010 (MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ, 2010)

Âge d'entrée en incapacité	Ancienneté						
	0	1	...	18	...	34	35
20 ans ou moins	1	0	...	0	...	1	39
21	1	0	...	0	...	1	39
...	...	...	...	...	...	...	...
40	1	2	...	4	...	10	114
...	...	...	...	...	...	...	...
60	14	12	...	43	...	14	312
61	15	13	...	44	...	13	305

## 2.2.2 Provisions mathématiques en arrêt de travail

### Maintien en incapacité

Cette provision est aussi appelée provision d'incapacité en cours. La provision est calculée jusqu'à la date la plus tardive possible de sortie de l'état c'est-à-dire jusqu'à l'atteinte des 36 mois d'incapacité. Du fait du format de la table de maintien en incapacité, la provision de maintien en incapacité est calculée mensuellement et les indemnités journalières sont donc regroupées en une rente mensuelle pour le calcul du provisionnement.

$$PM_{ic}(x, k, R_{mens}, Anc\ max, u) = R_{mens} \times \sum_{j=0}^{\lfloor Anc\ max - k - 1 \rfloor} ic_{x,k+j} \times u^j, \quad (2.5)$$

avec :

- $x$  : l'âge d'entrée en incapacité ;
- $k$  : l'ancienneté dans l'état d'incapacité à la date d'inventaire ;
- $R_{mens}$  : la rente mensuelle (composée des indemnités journalières du mois prévues au contrat versées en cas d'incapacité) ;
- $Anc\ max$  : le nombre maximum de mois pour lequel on peut rester dans l'état d'incapacité (initialement 36 mois mais il existe des exceptions discutées dans le paragraphe précédent) ;
- $u$  : l'actualisation mensuelle telle que  $u = \frac{1}{1+m}$  avec  $m$ , le taux d'actualisation mensuel. Si on considère  $a$ , le taux d'actualisation annuel alors on a :  $(1 + m) = (1 + a)^{12}$ .

Pour plus de précision, on utilise dans la suite du mémoire des formules de provisionnement permettant de considérer les milieux de période. En effet, puisque l'incapacité est réellement indemnisée de manière journalière, il est prudent de considérer une moyenne entre les personnes présentes en début et en fin de mois afin de prendre en compte que les incapables peuvent sortir de l'état n'importe quel jour du mois. La formule donne alors

$$PM_{ic}(x, k, R_{mens}, Anc\ max, u) = R_{mens} \times \sum_{j=0}^{\lfloor Anc\ max - k - 1 \rfloor} \frac{1}{2} (ic_{x, k+j} \times u^j + ic_{x, k+j+1} \times u^{j+1}), \quad (2.6)$$

### *Maintien en invalidité*

Elle est aussi appelée provision d'invalidité en cours. La provision est calculée jusqu'à la date la plus tardive possible de sortie de l'état c'est-à-dire l'âge légal de départ en retraite de l'assuré. Du fait du format de la table de maintien en invalidité, la provision d'invalidité en cours est calculée annuellement et les rentes mensuelles sont donc regroupées en une rente annuelle pour le calcul du provisionnement.

$$PM_{iv}(x, k, R_{ann}, Age\ max, i) = R_{ann} \times \sum_{j=0}^{\lfloor Age\ max - x - k \rfloor} \frac{1}{2} (iv_{x, k+j} \times i^j + iv_{x, k+j+1} \times i^{j+1}), \quad (2.7)$$

avec :

- $x$  : l'âge d'entrée en invalidité ;
- $k$  : l'ancienneté dans l'état d'invalidité à la date d'inventaire ;
- $R_{ann}$  : la rente annuelle (composée des rentes mensuelles de l'année prévues au contrat versées en cas d'invalidité) ;
- $Age\ max$  : l'âge jusqu'auquel on peut rester en invalidité (initialement 62 ans mais il sera utile de le paramétrer pour étudier les différents scénarios de recul de l'âge légal de départ à la retraite) ;
- $i$  : l'actualisation annuelle telle que  $i = \frac{1}{1+a}$  et  $a$ , le taux d'actualisation annuel.

### *Passage d'incapacité à invalidité*

Elle est aussi appelée provision d'invalidité en attente. Le principe de cette provision est de regarder ce que cela coûterait à l'assureur si chaque assuré incapable passait en invalidité à partir de la date d'inventaire et pour chaque mois à venir jusqu'à sa sortie d'incapacité définitive. Ainsi, pour chaque mois passé en incapacité, on calcule la probabilité de passer en invalidité et on la multiplie par une provision d'invalidité d'ancienneté nulle allant jusqu'à la retraite de l'assuré.

$$PM_{ps} = \sum_{j=0}^{\lfloor Anc\ max - k - 1 \rfloor} ps_{x, k+j} \times u^j \times PM_{iv}(x + \lfloor \frac{k+j}{12} \rfloor, 0, R_{ann}, Age\ max, i). \quad (2.8)$$

### 2.2.3 Provisions mathématiques de garantie décès

En complément des provisions de maintien et de passage, l'assureur doit provisionner le paiement d'un capital en cas de décès de l'assuré si cette garantie est prévue au contrat. Ce capital est versé aux ayants droits désignés au contrat en compensation de la perte des indemnités touchées par la personne sinistrée. Aucune loi ne définit réglementairement le provisionnement de cette garantie qui a été mise en place suite à la Loi Evin de 1989 (Article 7-1). Pour calculer ces provisions, il existe des tables de mortalité également construites par le BCAC renseignées dans une note technique du 27 juin 2002 (BCAC, 2002). Ces tables sont différentes des tables de mortalité classiques car elles prennent en compte la mortalité observée en situation d'incapacité ou d'invalidité. Elles ont toutes deux un âge d'entrée maximum de 65 ans. Elles sont à retrouver en annexe avec le prolongement établi en conséquence.

#### *Garantie décès en invalidité*

On note la probabilité de mourir dans  $j$  années lorsqu'on se trouve en état d'invalidité, étant rentré à l'âge  $x$  et ayant  $k$  années d'ancienneté, comme

$$q_{x,k+j}^{inv} = \frac{L_{x,k+j}^{DC\ inv} - L_{x,k+j+1}^{DC\ inv}}{L_{x,k+j}^{DC\ inv}}, \quad (2.9)$$

$$PM_{iv}^{DC}(x, k, K, Age\ max, i) = K \times \sum_{j=0}^{\lfloor Age\ max - x - k \rfloor} iv_{x,k+j} \times q_{x,k+j}^{inv} \times i^j, \quad (2.10)$$

avec  $K$ , le capital décès prévu au contrat versé aux ayants droits en cas de décès de l'assuré. Ce capital, s'il n'est pas défini, peut être calculé sur la base du salaire annuel de l'assuré et du PASS (Plafond Annuel de la Sécurité Sociale).

#### *Garantie décès en incapacité*

Cette garantie se décompose en deux provisions : une pour l'incapacité pure et une autre prenant en compte la probabilité de passage dans l'état d'invalidité, tout comme les provisions de maintien en incapacité et passage en invalidité précédentes. On note la probabilité de mourir dans  $j$  années lorsqu'on se trouve en état d'incapacité, étant rentré à l'âge  $x$  et ayant  $k$  années d'ancienneté, comme

$$q_{x,k+j}^{inc} = \frac{L_{x,k+j}^{DC\ inc} - L_{x,k+j+1}^{DC\ inc}}{L_{x,k+j}^{DC\ inc}}. \quad (2.11)$$

La provision de maintien garantie décès en incapacité se calcule alors comme

$$PM_{ic}^{DC}(x, k, K, Anc\ max, u) = K \times \sum_{j=0}^{\lfloor Anc\ max - k - 1 \rfloor} ic_{x,k+j} \times q_{x,k+j}^{inc} \times u^j. \quad (2.12)$$

La deuxième provision de passage maintien garantie décès se calcule suivant le même principe que la provision de passage d'incapacité en invalidité.

$$PM_{ps}^{DC}(x, k, cap, Anc\ max, u) = \sum_{j=0}^{\lfloor Anc\ max - k - 1 \rfloor} ps_{x, k+j} \times u^j \times PM_{iv}^{DC}(x + \lfloor \frac{k+j}{12} \rfloor, 0, K, Age\ max, i). \quad (2.13)$$

Les formules de provisions mathématiques énoncées ci-dessus pour l'arrêt de travail et le décès sont calibrées par rapport aux âges de départ en retraite. Un report de l'âge d'ouverture des droits peut donc influencer et augmenter les provisions de l'assureur. En ce qui concerne les provisions pour incapacité en cours, il n'y a pas de modifications car la durée dans l'état est toujours de 36 mois. En revanche, les impacts sont visibles sur le passage et le maintien en invalidité puisque ces provisions sont calculées en fonction de l'âge légal de départ en retraite. Pour le passage en invalidité, les assurés en incapacité ont un délai supplémentaire en terme d'âge pour passer en invalidité ; c'est cet effet qui fait gonfler les provisions d'incapacité indirectement puisqu'on provisionne le passage en invalidité pour chaque assuré incapable. Pour le maintien en invalidité, les assurés peuvent tout simplement rester un laps de temps plus important dans l'état. Ainsi, un recul de l'âge légal de départ en retraite de plusieurs années gonfle les provisions. Ces changements seront plus ou moins conséquents en fonction du scénario choisi et appliqué par l'Etat pour la prochaine réforme des retraites. La prochaine section vise justement à établir les scénarios envisageables pour une future réforme.

## 2.3 Scénarios envisagés pour la réforme

Cette section a pour but d'étudier les différents scénarios de réforme des retraites qui seront utilisés dans la suite du mémoire pour étudier les impacts sur le provisionnement du portefeuille. Le but est de prendre en compte des scénarios réalisables afin d'avoir une vision réelle des impacts que cela pourrait avoir sur les assureurs d'ici les prochaines années.

### 2.3.1 Scénario 1

Le premier scénario envisagé est revenu dans les programmes présidentiels de plusieurs candidats lors de la campagne présidentielle de 2022 dont le programme du président sortant. Il s'agit du recul de l'âge légal de départ en retraite à 65 ans. L'âge de taux plein lui serait toujours de 67 ans. Le recul à 65 ans ne serait pas immédiat mais un décalage de 4 mois par génération serait effectué, tout comme lors de la précédente réforme de 2010 initialement prévue. Ainsi, la première génération à subir ce décalage serait la génération 1962 durant l'année 2024. Cette génération devrait voir son âge légal décalé à 62 ans et 4 mois. Pour la génération 1963, l'âge serait décalé à 62 ans et 8 mois et ainsi de suite jusqu'à la génération 1970 qui serait la première à partir à l'âge de 65 ans en 2035.

TABLE 2.6 – Âge de départ en retraite selon le scénario 1

Date de naissance	Salariés du privé, indépendants et catégories sédentaires de la fonction publique
Avant le 01/01/1962	62 ans
1962	62 ans et 4 mois
1963	62 ans et 8 mois
1964	63 ans
1965	63 ans et 4 mois
1966	63 ans et 8 mois
1967	64 ans
1968	64 ans et 4 mois
1969	64 ans et 8 mois
1970 et suivantes	65 ans

### 2.3.2 Scénario 2

Le deuxième scénario choisi est similaire au premier dans le sens où l'âge légal d'ouverture des droits est reculé à 65 ans également mais pour tous en une seule fois et non par génération. Ainsi, les générations nées avant 1962 garderaient un âge de départ légal à 62 ans et les générations nées à partir du 1er janvier 1962 partiraient directement à 65 ans. Au lieu de pouvoir bénéficier de la retraite en 2024 ou 2025 (Scénario 1), les personnes de la génération 1962 bénéficieraient de leur retraite à partir de 2027 seulement. L'utilisation de ce scénario permet de pouvoir comprendre l'intérêt d'un décalage progressif de l'âge légal d'ouverture des droits.

### 2.3.3 Scénario 3

Le troisième scénario est similaire au premier en terme de méthodologie : un âge de départ reculé à 64 ans avec un décalage de 4 mois par génération également. Ce scénario a également été envisagé dans les programmes politiques de la campagne présidentielle 2022. La génération 1962 partirait alors en retraite à partir de 62 ans et 4 mois et la première génération à partir à 64 ans serait celle de 1967 en 2031.

TABLE 2.7 – Âge de départ en retraite selon le scénario 3

Date de naissance	Salariés du privé, indépendants et catégories sédentaires de la fonction publique
Avant le 01/01/1962	62 ans
1962	62 ans et 4 mois
1963	62 ans et 8 mois
1964	63 ans
1965	63 ans et 4 mois
1966	63 ans et 8 mois
1967 et suivantes	64 ans

### 2.3.4 Scénario 4

Tout comme le scénario 2, on calculera les provisions avec un âge légal de départ à 64 ans pour tous à partir de la génération 1962 pour observer la différence d'impact avec le Scénario 3.

### 2.3.5 Scénario 5

En ce début d'année 2023, le scénario envisagé et actuellement discuté à l'Assemblée Nationale est un scénario légèrement différent du scénario 3. On rest sur un départ à la retraite à 64 ans mais le décalage serait de 3 mois (trimestriel) et non 4 par génération. Le scénario s'appliquerait à partir du 1er septembre 2023 pour les assurés nés à compter du 1er septembre 1961. Les assurés nés entre le 1er septembre et le 31 décembre 1961 partiraient donc à la retraite à 62 ans et 3 mois au plus tôt. L'âge de départ à la retraite atteindrait 64 ans en 2030 pour les générations 68 et postérieures. Le tableau 2.8 récapitule le déroulé du scénario.

TABLE 2.8 – Âge de départ en retraite selon le scénario 5

Date de naissance	Salariés du privé, indépendants et catégories sédentaires de la fonction publique
Avant le 01/09/1961	62 ans
Entre le 01/09/1961 et le 31/12/1961	62 ans et 3 mois
1962	62 ans et 6 mois
1963	62 ans et 9 mois
1964	63 ans
1965	63 ans et 3 mois
1966	63 ans et 6 mois
1967	63 ans et 9 mois
1968 et suivantes	64 ans

### 2.3.6 Sensibilité des taux

Les provisions d'arrêt de travail et de garantie décès sont actualisées selon une certaine réglementation. Les taux utilisés sont toujours fixes. Pour l'arrêt de travail, on utilise un taux représentant au maximum 75% du TME (Taux Moyen d'emprunt d'Etat) moyen des 24 derniers mois. Pour le décès, on utilise un taux représentant au maximum 60% du TME moyen des 6 derniers mois. Les taux restent inchangés tant que le pourcentage (60 ou 75%) du nouveau TME calculé chaque mois n'a pas diminué d'au moins 0,1 point ou augmenté d'au moins 0,35 point par rapport aux taux utilisés. Si cela dépasse les limites, les entreprises disposent alors de trois mois pour recalculer les provisions avec les nouveaux taux en vigueur. On observe une remontée des taux dans le contexte économique actuel ce qui, à terme, amènera à une baisse du montant des provisions. Dans ce contexte, il est intéressant d'observer l'impact inverse que pourrait avoir une remontée des taux sur le provisionnement par rapport à un recul de l'âge légal de départ en retraite. Cela permettrait certainement aux assureurs d'atténuer les coûts de la réforme.

Ces cinq scénarios de la réforme des retraites vont nous amener à calculer des provisions supplémentaires pour les personnes sinistrées du portefeuille arrêt de travail détenu. Cependant, les assureurs pourraient essayer d'obtenir du gouvernement que la réforme ne touche pas les incapacités et invalidités en cours

ou simplement pas les invalidités en cours car ces coûts complémentaires n'ont pas été pris en compte dans la tarification actuelle. Ce deuxième point sera également pris en compte pour chaque scénario ; on observera les changements si l'on écarte de la réforme les invalidités en cours tout en impliquant les incapacités en cours. Afin d'observer l'impact de ces possibles réformes, les tables du BCAC utilisées pour le calcul des provisions nécessitent d'être prolongées pour des âges et durées supérieurs et le surplus de provisions d'être comptabilisé d'une certaine manière afin d'éviter de trop gros impacts pour l'assureur. C'est l'objet de la dernière partie de ce chapitre.

## 2.4 Modifications de l'assureur pour le provisionnement sous réforme

Les tables du BCAC 2010 ont été modifiées par le passé en vue de la réforme des retraites de 2010. En effet, une modification de l'âge d'ouverture des droits à la retraite implique une durée probable plus importante des assurés dans l'état d'incapacité ou invalidité. Afin de pouvoir calculer ces probabilités, il faut être capable d'appréhender les comportements des assurés incapables et invalides pour des âges et des anciennetés plus élevés. Pour les scénarios énoncés au paragraphe précédent, un nouvel allongement des tables est nécessaire. Les modifications à apporter seront différentes pour chaque table. Ce prolongement permettra alors le calcul de nouvelles provisions qui devront être lissées dans les comptes sociaux afin d'éviter de créer un trop gros déséquilibre au niveau du bilan de l'assureur. Ces prolongements sont effectués sur les tables du BCAC 2010 et 2013.

### 2.4.1 Prolongements des tables du BCAC et présentation des différentes méthodes

Pour n'importe quel scénario, un prolongement similaire des tables est effectué. Le prolongement se fait pour des âges au-delà du nécessaire donc sur une période plus importante afin d'avoir un meilleur aperçu de la qualité des méthodes. Ainsi, on considère un allongement des tables jusqu'à l'âge de 70 ans tandis que les provisions sont calculées pour des âges n'excédant pas les 67 ans tous scénarios confondus.

En ce qui concerne la table 2.3 de maintien en incapacité, celle-ci n'a pas d'intérêt à être modifiée car le maximum actuel est fixé à l'âge du taux plein qui n'est pas modifié dans les scénarios choisis. Cependant, elle est quand même prolongée puisque la table actuelle présente des anomalies qui seront discutées plus tard. Dans ces cas-là, un allongement au niveau de l'âge d'entrée en incapacité est nécessaire mais pas au niveau de l'ancienneté puisque l'incapacité dure au maximum 36 mois.

Pour la table 2.5 de passage en invalidité, la modification est similaire à celle d'incapacité puisque seules des lignes correspondant à des âges plus élevés d'entrée dans l'état sont rajoutées. Ces âges correspondent aux âges possibles d'entrée en invalidité. Théoriquement, on ajoute les lignes d'âges jusqu'à l'âge légal de départ en retraite moins un an, mais on ajoute ici aussi les âges jusqu'à 70 ans.

La table 2.4 de maintien en invalidité subit une double modification. D'une part, les âges d'entrée en invalidité sont complétés par les âges jusqu'à 70 ans donc on a des lignes supplémentaires. D'autre part, les anciennetés dans l'état doivent être complétées de 3 ans minimum en rajoutant des colonnes. Par exemple, pour le scénario 1, si on rentre à 20 ans en invalidité, on peut alors désormais rester 45 ans dans l'état selon ce scénario. Ainsi, l'ajout de trois colonnes supplémentaires est nécessaire. De même, on ajoute huit colonnes jusqu'à l'ancienneté 50 ans pour atteindre les 70 ans aussi depuis l'âge d'entrée à 20 ans.

Pour finir, les tables de décès en cas d'incapacité ou d'invalidité sont également prolongées puisqu'elles présentent des résultats pour des âges d'entrée allant de 25 à 65 ans. De même que la table de maintien



en invalidité, la table de décès en cas d'invalidité doit être prolongée au niveau des âges d'entrée et des anciennetés.

Le prolongement des tables du BCAC s'effectue en deux parties. Dans un premier temps, une extrapolation est pratiquée sur les effectifs de la table initiale. Dans un deuxième temps, un lissage est réalisé afin d'éviter d'obtenir des taux trop volatiles et ainsi obtenir des valeurs homogènes sur l'ensemble de la table. Les méthodes d'extrapolation sont différentes en fonction des tables puisqu'elles ne sont pas toutes prolongées de la même façon comme vu au paragraphe précédent. La table de maintien en invalidité peut notamment nécessiter des méthodes bidimensionnelles. De même, les méthodes de lissage appliquées peuvent être unidimensionnelles ou bidimensionnelles.

### Méthode 1 : Les régressions linéaires

La première méthode consiste en des régressions linéaires classiques avec réduction du critère des moindres carrés. Cette méthode a été préconisée par l'Institut des Actuaires pour les tables d'incapacité lors du prolongement pour la réforme de 2010. Il s'agit ici d'extrapoler par ancienneté fixée en fonction de l'âge. Les trois tables extrapolées sont la table de maintien en incapacité, la table de passage en invalidité et la table de décès en incapacité. Dans les travaux d'extrapolation effectués en 2010, la régression affine sur les  $L_{x,k}$  donnait des effectifs non cohérents pour certains âges. On peut observer sur la table de maintien en incapacité du BCAC 2010 des  $L_{x,k}$  non décroissants pour les âges de 63 à 66 ans entre les anciennetés 19 et 20 et pour les âges de 62 à 66 ans entre les anciennetés 32 et 33. Afin d'effectuer les régressions sur une base cohérente, les lignes de la table de maintien en incapacité ont été coupées à partir de 62 ans et au-delà. Pour les deux autres tables, les tables ont été traitées dans leur intégralité. La méthode théorique est décrite ci-dessous.

$$Y = X\beta + \epsilon, \quad (2.14)$$

avec :

- $Y \in \mathbb{R}^n$  : la variable à expliquer (il s'agit ici des effectifs  $L_{x,k}$  de survivants dans l'état par âge pour une ancienneté donnée) ;
- $\beta = (\beta_0, \beta_1)^T \in \mathbb{R}^2$  : les coefficients estimés par le modèle avec  $\beta_0$  représentant l'intercept ;
- $X = (\mathbb{1}_n, x) \in \mathbb{R}^{n \times 2}$  : la variable explicative du modèle (il s'agit ici d'une matrice à deux colonnes dont une première colonne de 1 et une deuxième colonne comportant les différents âges) ;
- $\epsilon \in \mathbb{R}^n$ .

4 postulats sont pris pour  $\epsilon$  :

1.  $\epsilon$  est centré i.e.  $E[\epsilon] = 0$  ;
2. Les  $\epsilon_i$  ne sont pas corrélés i.e.  $Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0, \quad \forall i \neq j$  ;
3. Les  $\epsilon_i$  ont une variance constante  $\sigma^2 > 0$  ;
4.  $\epsilon$  est Gaussien.

Ainsi, on a l'hypothèse  $\epsilon_i \text{ iid } \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ . L'estimateur  $\hat{\beta}$  de  $\beta$  est l'argument qui minimise la somme des carrés des distances des points  $(Y_i, x_i)$  à la droite  $Y = \beta_0 + \beta_1 \times x$ . Il s'agit de l'Estimateur des Moindres Carrés Ordinaires (EMCO) calculé de la manière suivante.

$$\hat{\beta} \in \underset{\beta \in \mathbb{R}^2}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n (Y_i - (\beta_0 + \beta_1 \times x))^2 = \underset{\beta \in \mathbb{R}^2}{\operatorname{argmin}} \|Y - X\beta\|^2. \quad (2.15)$$

Pour effectuer la régression linéaire, il est préférable de se limiter à certains âges d'entrée pour lesquels on observe une tendance linéaire sur les effectifs  $L_{x,k}$  à ancienneté fixée. Les graphiques d'évolution des effectifs en fonction de l'âge par ancienneté ont été tracés pour chacune des trois tables. Pour la table de maintien en incapacité, on observe que les effectifs ont une tendance linéaire à partir de 54 ans. Pour la table de passage en invalidité, on observe une tendance linéaire à partir de 55 ans et pour la table de décès en incapacité, à partir de 55 ans également. Prenons l'exemple de la table de maintien en incapacité. Pour l'ancienneté 0, l'effectif est toujours de 10 000 pour n'importe quel âge. Pour l'ancienneté de 1 mois, on construit un vecteur  $Y$  de taille  $n = 8$  contenant les effectifs  $L_{x,1}$  de 54 à 61 ans. La matrice  $X$  quant à elle comporte les âges de 54 à 61 ans. En se référant à la table 2.3, on a par exemple

$$Y = (5316, 5336, 5375, 5422, 5426, 5449, 5472, 5496)^T. \quad (2.16)$$

La fonction `lm` de R CORE TEAM, 2023 permet alors de déterminer les coefficients  $\beta_0$  et  $\beta_1$  qui vont servir à calculer les effectifs  $L_{x,1}$  pour les âges allant de 62 à 70 ans. Dans le cas de l'ancienneté 1, on obtient  $\beta_0 = 3928,82$  et  $\beta_1 = 25,79$ . Pour obtenir  $L_{62,1}$ , on calcule  $3928,82 + 25,79 \times 62 = 5527,8$ .

Les régressions linéaires permettent de prolonger facilement les tables mais un problème se pose : pour certaines âges et certaines anciennetés consécutives dans la table de maintien en incapacité, les  $L_{x,k}$  ne sont pas décroissants. Cela pose un problème quant à la logique des tables ainsi que les probabilités de maintien calculées qui sont alors supérieures à 1. On observe ce phénomène à plusieurs reprises, autour des anciennetés 6,7 et 8 mois, 19 et 20 mois, 26 et 27 mois, 29 et 30 mois, et 32 et 33 mois, pour des âges variables mais principalement les plus élevés. Dans ce cas-là, le lissage peut être utile. On peut aussi se tourner vers d'autres méthodologies comme celles présentées ci-après.

## Méthode 2 : Le modèle de Brass

La deuxième méthode d'extrapolation utilisée s'apparente à un modèle de Brass. Elle est appliquée aux tables dont le prolongement est unidimensionnel donc aux tables d'incapacité. Elle permet donc d'allonger la table de maintien en incapacité, la table de passage en invalidité et la table de décès en incapacité. Il s'agit d'une méthode d'extrapolation, proposée dans le cadre d'un groupe de travail de l'Institut des Actuariers (BIESSY, 2022). Au lieu d'appliquer une régression affine sur les effectifs de survivants dans l'état d'incapacité comme lors de précédents travaux, le but est d'appliquer une régression logistique sur les taux de sorties de l'état d'incapacité. On note :

- $L_{x,k}$ , l'effectif de survivants dans l'état d'incapacité pour des individus rentrés à l'âge  $x$  et d'ancienneté  $k$  ;
- $q_{x,k}$ , la probabilité de sortie de l'état d'incapacité dans le mois  $k$  (pour cause de décès, reprise du travail, retraite ou passage en invalidité) ;
- $L_{x,k+1} = (1 - q_{x,k})L_{x,k}$ .

Comme expliqué dans le paragraphe précédent, dans les travaux d'extrapolation effectués auparavant, la régression affine sur les  $L_{x,k}$  donnait des effectifs non cohérents pour certains âges. On peut alors observer des  $L_{x,k}$  non décroissants pour un âge d'entrée donné. Cela revient à avoir des probabilités

$q_{x,k}$  de sortie négatives. Afin de contourner le problème, il a été proposé d'effectuer une régression logistique sur les probabilités de sortie directement. Les étapes de calcul sont les suivantes :

1. Calculer les  $q_{x,k}$  pour chaque âge d'entrée et chaque ancienneté à partir de la table du BCAC 2010 ;
2. Appliquer une transformation logistique à ces probabilités pour chaque  $k$ . La fonction logistique est définie par

$$\text{logit}(x) = \log\left(\frac{x}{1-x}\right), \quad \forall x \in [0, 1[; \quad (2.17)$$

3. Effectuer le prolongement affine de la table sur les  $q_{x,k}$  par la formule

$$\text{logit}(q_{x,k}) = \text{logit}(q_{x_{max},k}) + (x - x_{max})[\text{logit}(q_{x_{max},k}) - \text{logit}(q_{x_{max}-1,k})], \quad \forall x \geq x_{max}; \quad (2.18)$$

4. Procéder à la transformation inverse afin d'obtenir les effectifs  $q_{x,k}$  pour les âges et anciennetés prolongés. La fonction inverse de la fonction logistique est définie par

$$x \mapsto \frac{e^x}{1 + e^x}; \quad (2.19)$$

5. On peut remplacer les étapes 3 et 4 par une simple étape de calcul en utilisant la formule

$$q_{x,k} = \frac{\left(\frac{q_{x_{max},k}}{1-q_{x_{max},k}}\right)^{x-x_{max}+1}}{\left(\frac{q_{x_{max}-1,k}}{1-q_{x_{max}-1,k}}\right)^{x-x_{max}} + \left(\frac{q_{x_{max},k}}{1-q_{x_{max},k}}\right)^{x-x_{max}+1}}; \quad (2.20)$$

6. Opérer la transformation finale inverse pour passer des probabilités de sortie extrapolées aux effectifs  $L_{x,k}$  en calculant  $L_{x,k+1} = (1 - q_{x,k})L_{x,k}$  et en partant du principe que  $L_{x,0} = 10000$ .

Cette méthode est efficace car elle permet d'obtenir des probabilités de sortie exclusivement positives et donc des effectifs  $L_{x,k}$  toujours décroissants avec l'ancienneté.

### Méthode 3 : La table de mortalité TD88-90

La troisième méthode d'extrapolation utilisée a été appliquée aux tables de maintien en invalidité et de décès en invalidité. Il s'agit d'une méthode proposée par l'Institut des actuaires lors de la précédente réforme des retraites de 2010 (INSTITUT DES ACTUAIRES, 2011). Le principe est de considérer que la seule issue de sortie d'invalidité est le décès. Ainsi, en se basant sur la table de mortalité TD88-90, on peut prolonger la table de maintien en invalidité. Une étude a montré que la table TH00-02 majorée de 50% était également adaptée pour prolonger la table de maintien en invalidité. Cependant, la table TD88-90 est plus prudente pour chaque âge et elle ne produit pas un provisionnement excessif qui pourrait conduire à des bonis significatifs dans le futur. On restera donc pour cette méthode sur le choix de la TD88-90. Le principe est de construire une deuxième table TD88-90 mais à double entrée comme décrit dans la note du BCAC (2002) afin d'appliquer par la suite les probabilités de décès à la table de maintien en invalidité. On note :

- $L_x^{TD}$ , l'effectif de survivants à l'âge  $x$  de la table de mortalité unidimensionnelle TD88-90 avec  $L_0^{TD} = 100000$  ;
- $L_{x,k}^{TD}$ , l'effectif de survivants dans l'état, rentrés à l'âge  $x$  et d'ancienneté  $k$ , construit à partir de la table de mortalité TD88-90 avec  $L_{x,0}^{TD} = 10000$ . Il s'agit ici d'un effectif provenant d'une table bidimensionnelle.

Les étapes pour prolonger la table de maintien en invalidité sont :

1. Construire une table TD88-90 bidimensionnelle à partir de la formule  $L_{x,k+1}^{TD} = L_{x,k}^{TD} \times \frac{L_{x+k+1}^{TD}}{L_{x+k}^{TD}}$ .  
On considère les âges d'entrée en invalidité de 20 à 70 ans et les anciennetés de 0 à 50 ans ;
2. Calculer les probabilités de mortalité  $q_{x,k}^{TD}$  de cette nouvelle table pour chaque âge d'entrée et chaque ancienneté ;
3. Appliquer les probabilités de mortalité aux effectifs de clôture correspondant aux anciennetés de bout des tables d'invalidité à prolonger pour les âges de 20 à 61 ans. Il s'agit d'un prolongement horizontal. On rajoute 8 ans d'ancienneté pour chaque âge d'entrée en invalidité. Par exemple, pour l'entrée à 25 ans, on rajoute les effectifs correspondant aux anciennetés de 48 à 55 ans. On effectue le calcul  $L_{x,k+1} = (1 - q_{x,k}^{TD})L_{x,k}$  ;
4. Appliquer les probabilités de mortalité pour les âges à rajouter de 61 à 70 ans. Les anciennetés iront de 9 à 0 ans. Les lignes entières sont à créer en partant du postulat  $L_{x,0} = 10000$  pour tout  $x$  entre 61 et 70 ans. De même, on effectue le calcul  $L_{x,k+1} = (1 - q_{x,k}^{TD})L_{x,k}$ .

Après avoir décrit différentes méthodes de prolongement de tables, on passe maintenant à la méthodologie concernant le lissage de ces tables.

#### Méthode 4 : Le modèle de Kannisto

Le modèle de Kannisto est une méthode utilisée pour les fermetures de table de mortalité c'est-à-dire qu'elle permet d'extrapoler les taux de mortalité aux grands âges (QUASHIE et DENUIT, 2005). Il s'agit d'un cas particulier du modèle logistique. Comme il s'agit d'un modèle paramétrique, il peut être utilisé pour extrapoler les tables d'incapacité et d'invalidité. L'extrapolation s'effectue sur le taux instantané de mortalité.

Soit  $q_{x,k}$  la probabilité de sortie d'incapacité ou d'invalidité pour un individu rentré à l'âge  $x$  et d'ancienneté  $k$ . Soit  $p_{x,k}$  la probabilité de maintien dans l'état tel que  $p_{x,k} = 1 - q_{x,k}$ . La définition du taux instantané de mortalité est

$$\mu_{x,k} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h q_{x,k}}{h}. \quad (2.21)$$

La probabilité de décès et le taux instantané de mortalité sont reliés par la formule

$$q_{x,k} = 1 - \exp\left(- \int_x^{x+1} \mu_{u,k} du\right). \quad (2.22)$$

Alors, en prenant l'hypothèse de constance par morceaux des taux instantanés de mortalité telle que

$$\mu_{x+\epsilon,k} = \mu_{x,k}, \quad \forall 0 \leq \epsilon < 1, \quad (2.23)$$

on a

$$q_{x,k} = 1 - \exp(-\mu_{x,k}), \quad (2.24)$$

et

$$\mu_{x,k} = -\log(p_{x,k}). \quad (2.25)$$

Le modèle de Kannisto stipule

$$\hat{\mu}_{x,k} = \frac{a_k \exp(b_k x)}{1 + a_k \exp(b_k x)}. \quad (2.26)$$

Ce modèle à l'avantage d'avoir seulement 2 paramètres à estimer contrairement à d'autres modèles plus complexes et est donc facile à ajuster. Les paramètres  $a_k$  et  $b_k$  sont calculés à ancienneté  $k$  fixée et dépendent donc de l'âge dans le cadre de l'extrapolation des tables d'incapacité. Pour l'invalidité, dans le cas de l'extrapolation horizontale, les paramètres dépendent de l'ancienneté et l'âge d'entrée est fixé. L'estimation des paramètres se fait par méthode des moindres carrés pondérés. La fonction kannisto du package MortCast (SEVCIKOVA et al., 2022) de R CORE TEAM (2023) permet d'estimer les paramètres et de prolonger aux âges ou anciennetés souhaités.

L'autre grande différence par rapport à d'autres modèles de fermeture de tables est l'hypothèse de la convergence de la probabilité de décès. Dans la plupart des modèles, la probabilité de décès tend vers 1. Ici, la probabilité de décès augmente avec l'âge mais tend vers une limite inférieure à 1. Il n'existe donc pas de limite maximale à la durée de vie humaine. Ce modèle fait partie de ceux qui donnent les meilleurs ajustements parmi l'ensemble des modèles paramétriques utilisés pour extrapoler la mortalité.

#### Méthode 5 : Les modèles additifs généralisés par splines (entre lissage et prolongement)

Cette méthode a été utilisée à la fois pour lisser les données existantes et extrapoler les données à des âges et des anciennetés plus élevés. Le lissage et l'extrapolation ont été effectués sur les probabilités de sortie d'incapacité ou d'invalidité. Les modèles additifs généralisés sont une extension des modèles linéaires généralisés. La différence se trouve au niveau du prédicteur linéaire qui est gaussien dans le cadre des régressions linéaires (CÔTÉ, 2016).

Soit  $\mu$ , l'espérance d'une variable à expliquer  $Y \in \mathbb{R}^n$  et  $X = (\mathbf{1}_n, x_1, x_2, \dots, x_m) \in \mathbb{R}^{n \times (m+1)}$ , la matrice des variables explicatives. Les modèles linéaires généralisés prennent la forme suivante

$$g(\mu) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_m x_m, \quad (2.27)$$

avec  $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m) \in \mathbb{R}^m$ , le vecteur de paramètre à estimer et  $g$ , la fonction de lien qui permet de lier la moyenne de la distribution que suit  $Y$  au prédicteur linéaire. Dans les régressions linéaires (méthode 1), la fonction de lien est la fonction identité. Dans les modèles additifs généralisés, la formule devient

$$g(\mu) = \beta_0 + \beta_1 f_1(x_1) + \dots + \beta_m f_m(x_m), \quad (2.28)$$

où  $f_j$  est une fonction de la variable explicative  $x_j$ . La partie droite de l'équation est dite non-paramétrique. Ces modèles permettent une plus grande flexibilité que les modèles linéaires généralisés : les fonctions représentent une manière de traiter la relation non linéaire que peuvent avoir certaines variables avec la variable à expliquer.

Les splines de lissage sont généralement utilisées pour définir les fonctions des modèles additifs généralisés. Une spline de lissage est une combinaison linéaire de fonctions de base  $b$ , et de poids  $\alpha$  estimés en fonction des données. La relation s'exprime par la formule

$$f_j(x_i) = \sum_{l=1}^k \alpha_l b_l(x_i). \quad (2.29)$$

$k$  représente le nombre de fonctions de base utilisées pour former la spline. En effet, le principe d'une spline de lissage est d'estimer une courbe à partir d'un nuage de points en répondant à deux objectifs : approcher le plus possible les différents points et prioriser la variation générale aux variations locales. Une fonction de spline est une fonction polynomiale définie par morceaux. Chaque intervalle est défini entre deux nœuds d'interpolation. Si on souhaite que la spline passe par tous les points d'un nuage, les nœuds d'interpolation correspondent aux différents points du nuage. Si le but est plutôt d'obtenir une tendance générale, alors un certain nombre de nœuds d'interpolation est choisi tel qu'il soit inférieur au nombre de points du nuage. Ainsi,  $k$  correspond au nombre d'intervalles utilisés pour construire les différents morceaux de la spline entre les différents nœuds d'interpolation.

Dans le cadre du mémoire, la fonction de lien est la fonction identité et le nombre de fonctions de base  $k$  utilisé est de 10. On a le modèle suivant

$$Y = \beta_0 + \beta_1 f(x), \quad (2.30)$$

avec :

- $Y$  : le vecteur des probabilités de sortie de l'état d'incapacité ou d'invalidité
- $x$  : le vecteur des âges d'entrée dans l'état d'incapacité ou d'invalidité / le vecteur des anciennetés dans l'état d'invalidité

Le vecteur  $x$  prend différentes valeurs. En effet, pour l'incapacité, l'extrapolation se fait à ancienneté fixée donc l'unique variable prise en compte est l'âge. Mais pour l'invalidité, un double lissage et une double extrapolation sont effectués. Dans un premier temps, on effectue une extrapolation à ancienneté fixée avec comme seule variable explicative l'âge pour obtenir des probabilités de sortie jusqu'à 70 ans. Dans un deuxième temps, on fixe l'âge d'entrée en invalidité et on prend comme variable explicative les anciennetés pour prolonger le maintien en invalidité à des anciennetés plus importantes. Les fonctions `gam` et `predict.gam` du package `mgcv` (WOOD, 2004) de R CORE TEAM (2023) sont utilisées pour extrapoler et lisser les taux. La fonction `gam` permet de lisser les probabilités existantes et la fonction `predict.gam` extrapole sur ces nouvelles probabilités. Les tables finales obtenues sont donc entièrement lissées car elles sont la concaténation des probabilités existantes lissées et des probabilités extrapolées.

## Méthodes de lissage

La méthode classique de lissage utilisée pour les tables de mortalité est la méthode de Whittaker-Henderson. Il s'agit d'une méthode d'ajustement non paramétrique qui existe en dimension 1 et 2. Le lissage bidimensionnel est utilisée lorsqu'on se trouve dans un cas de lissage de matrice à double entrée comme pour les lois de maintien en arrêt de travail avec l'âge à l'entrée et l'ancienneté. Cependant, le lissage en dimension 2 "cause plus de problèmes pratiques que théoriques" (IGOTZ et ANNE, 2010). Le lissage en une dimension peut alors être utilisé pour des tables à double entrée en considérant un

lissage vertical puis un lissage horizontal i.e. on fixe d'abord l'ancienneté et on lisse puis on fixe l'âge d'entrée et on lisse une seconde fois.

Le principe de la méthode à une dimension est de minimiser  $M = F + hS$  avec

- F, un critère de fidélité tel que

$$F = \sum_{x=1}^n w_x (v_x - u_x)^2, \quad (2.31)$$

avec  $w_1 > 0, \dots, w_n > 0$  les poids fonction de l'âge  $x$ ,  $U = (u_1, \dots, u_n)$  les valeurs observées et  $V = (v_1, \dots, v_n)$  les valeurs lissées ;

- S, un critère de régularité tel que

$$S = \sum_x \delta_z(v_x)^2, \quad (2.32)$$

avec  $z$ , un entier positif et  $\delta_z(v)$ , la différence d'ordre  $z$  entre les valeurs du vecteur  $V$  ;

- $h$ , un paramètre qui sert à réguler l'importance du critère de régularité dans le lissage.

Les poids  $w_x$  sont en général calculés de la manière suivante

$$w_x = \frac{n_x}{\hat{n}} \quad \text{avec} \quad \hat{n} = \frac{\sum_{x=x_{inf}}^{x_{sup}} n_x}{x_{sup} - x_{inf} + 1}, \quad (2.33)$$

avec  $n_x$ , l'effectif à l'âge d'entrée  $x$ .

On introduit  $K_z$  la matrice défini telle que

$$K_z \times V = \begin{bmatrix} \delta_z(v_1) \\ \cdot \\ \cdot \\ \delta_z(v_{n-z}) \end{bmatrix}. \quad (2.34)$$

On a alors

$$M = (V - U)' \times W \times (V - U) + h \times V' \times (K'_z - K_z) \times V, \quad (2.35)$$

qui, pour minimiser  $M$ , donne

$$V = (W + h \times (K'_z - K_z))^{-1} \times W \times U, \quad (2.36)$$

avec  $W$ , la matrice dont la diagonale contient les poids pour chaque âge  $x$ .

En ce qui concerne la méthode en deux dimensions, l'intérêt est de pouvoir capturer les dépendances entre les deux composantes des taux de sortie (ici l'âge et l'ancienneté), ce que ne peut pas faire la méthode en une dimension. La méthode est présentée par PLANCHET (2020). On désigne ici l'âge d'entrée dans l'état par  $x$  et l'ancienneté dans l'état par  $t$ .

Le principe de la méthode est de minimiser  $M = F + \alpha S_v + \beta S_h$  avec

- $F$ , un critère de fidélité tel que

$$F = \sum_{x=x_{min}}^{x=x_{max}} \sum_{t=t_{min}}^{t=t_{max}} w_{x,t} (v_{x,t} - u_{x,t})^2; \quad (2.37)$$

- $\Delta^n$ , l'opérateur différence composé  $n$  fois tel que

$$\Delta^n u(x) = \sum_{j=0}^n \binom{n}{j} (-1)^{n-j} u(x+j); \quad (2.38)$$

- $S_v$ , un critère de régularité verticale tel que

$$S_v = \sum_{x=x_{min}}^{x=x_{max}} \sum_{t=t_{min}}^{t=t_{max}-z_v} (\Delta^{z_v} v_{x,t})^2; \quad (2.39)$$

- $S_h$ , un critère de régularité horizontale tel que

$$S_h = \sum_{x=x_{min}}^{x=x_{max}} \sum_{t=t_{min}}^{t=t_{max}-z_h} (\Delta^{z_h} v_{x,t})^2. \quad (2.40)$$

De même que dans la méthode en dimension 1, on calcule les matrices  $K_{z_v}$  de dimension  $(q(p-z_v), m)$  et  $K_{z_h}$  de dimension  $(p(q-z_h), m)$ , avec  $m = pq$ ,  $p = t_{max} - t_{min} + 1$  et  $q = x_{max} - x_{min} + 1$ . Les valeurs lissées sont obtenues par la formule

$$V = (W + \alpha^T K_{z_v} K_{z_v} + \beta^T K_{z_h} K_{z_h})^{-1} W U. \quad (2.41)$$

Une fois les tables allongées et lissées, les assureurs peuvent calculer le nouveau provisionnement selon le scénario qui en vigueur. Cependant, l'augmentation subite des provisions nécessite d'appliquer des méthodes de comptabilisation spéciales qui sont détaillées dans la prochaine section.

## 2.4.2 Lissage des provisions supplémentaires dans les comptes sociaux

Suite à la réforme des retraites de 2010, un article 31 a été ajouté à la Loi Evin initiale de 1989. Cet article prévoit la possibilité de lisser les provisions sur 6 ans à compter de l'année 2011 pour les organismes assureurs des contrats de prévoyance. Ce lissage concerne les provisions induites par l'augmentation de l'âge légal de départ en retraite de deux ans uniquement pour les contrats en cours avant promulgation de la loi. Ainsi, tout contrat conclu après le 10 novembre 2010 est provisionné dans sa globalité immédiatement. L'arrêté du 24 décembre 2010 (Article 2) indique que les organismes doivent doter "a minima un cinquième du total des provisions à constituer par exercice comptable, entre les années 2011 et 2015" (DECREUSEFOND, 2012). Dans une note de l'INSTITUT DES ACTUAIRES (2011) publiée suite à la réforme des retraites de 2010, différentes méthodes de provisionnement sont décrites autre que la méthode dite du "provisionnement minimal" afin d'effectuer un lissage plus simple à mettre en œuvre tout en respectant le minimum requis par l'arrêté. Les méthodes décrites ici sont légèrement modifiées par rapport à la note technique étant donné que celle-ci a été écrite en début d'année 2011 tandis qu'une nouvelle loi datant du 21 décembre 2011 a modifié la répartition des âges de départ par génération. Le décalage devait être trimestriel (soit de 4 mois en 4 mois) jusqu'à atteindre 62 ans pour la génération 1956. Il sera finalement de 4 mois pour la génération 1951 puis de 5 mois pour toutes les autres comme décrit dans le tableau 1.1. En s'inspirant des méthodes pour un passage de l'âge d'ouverture des droits de 60 à 62 ans, on peut alors transposer ces méthodes pour les différents scénarios envisagés.



## 2.4. MODIFICATIONS DE L'ASSUREUR POUR LE PROVISIONNEMENT SOUS RÉFORME73

### Méthode 1

La première méthode dite du provisionnement minimal prévoit que la génération 1951 soit totalement provisionnée à fin 2010. Pour les autres générations, le provisionnement minimum doit être comme présenté dans le tableau ci-dessous pour chaque fin d'année. Il présente les pourcentages d'écarts à provisionner c'est-à-dire la proportion de la différence entre provisions avant et après réforme des retraites à provisionner par année. Le surplus obtenu s'ajoute aux provisions déjà comptabilisées.

TABLE 2.9 – Pourcentage de l'écart à allouer pour chaque génération à la fin de chaque année  
(INSTITUT DES ACTUAIRES, 2011)

	Génération 1952	Génération 1953	Génération 1954	Génération 1955	Génération 1956 et postérieures
<b>Fin 2011</b>	50%	34%	25%	20%	20%
<b>Fin 2012</b>	100%	67%	50%	40%	40%
<b>Fin 2013</b>		100%	75%	60%	60%
<b>Fin 2014</b>			100%	80%	80%
<b>Fin 2015</b>				100%	100%

### Méthode 2

Cette méthode simplifiée consiste à provisionner chaque année pour toute génération confondue en calculant les provisions selon un âge terme différent. On provisionne alors pour tous les assurés avec un âge terme de :

- 60 ans et 4 mois fin 2011 ;
- 60 ans et 9 mois fin 2012 ;
- 61 ans et 2 mois fin 2013 ;
- 61 ans et 7 mois fin 2014 ;
- 62 ans fin 2015.

### Méthode 3

La troisième méthode est similaire à la deuxième avec des âges termes légèrement différents. Cela correspond alors à un lissage linéaire cinquième.

- 60 ans et 5 mois fin 2011 ;
- 60 ans et 10 mois fin 2012 ;
- 61 ans et 3 mois fin 2013 ;
- 61 ans et 8 mois fin 2014 ;
- 62 ans fin 2015.

### Méthode 4

La dernière méthode permet également de provisionner toute génération confondue. Le principe est similaire à la méthode 1 sauf que le pourcentage d'écart à provisionner pour chaque fin d'année est appliqué au global sur toutes les générations. Comme dans la méthode 1, le surplus calculé grâce au pourcentage s'additionne aux provisions de base déjà comptabilisées pour chaque année. On a ainsi :

- minimum 20% de l'écart total fin 2011 ;
- minimum 40% de l'écart total fin 2012 ;
- minimum 60% de l'écart total fin 2013 ;
- minimum 80% de l'écart total fin 2014 ;
- provisionnement à 100% jusqu'à 62 ans.

Ces méthodes seront adaptées pour le choix de chaque scénario dans le prochain chapitre. Si l'on se base sur un lissage de 6 ans pour un recul de départ à la retraite de deux ans, un lissage sur 6 ans sera également nécessaire pour la retraite graduelle à 64 ans et un lissage sur 9 ans sera effectué pour la retraite graduelle à 65 ans. En revanche, pour un passage direct à un âge légal de départ supérieur (64 ans ou 65 ans), le provisionnement sera un peu différent en fonction de la première génération visée par la réforme.

L'étude des différentes méthodes de prolongement des tables du BCAC ont donné de nouvelles tables permettant le calcul du provisionnement sous les différents scénarios proposés dans ce chapitre. Le but du prochain chapitre est de mettre en application la théorie énoncée tout au long de la deuxième partie de ce chapitre. Les différentes méthodes seront appliquées à un portefeuille donné qui sera au préalable présenté. Une présentation des résultats sera donnée ainsi qu'un aperçu de l'impact au niveau de la comptabilité de l'assureur.

## Chapitre 3

# Application des scénarios envisagés à un portefeuille donné

### 3.1 Présentation et traitement des données

#### 3.1.1 Traitement et nettoyage de la base de données

Le portefeuille étudié est une base de données de sinistrés provenant d'une compagnie d'assurance. La base de départ contient 171 875 lignes et inclus plusieurs garanties différentes qui sont l'arrêt de travail, les rentes, le décès et le MG décès (Maintien Garantie décès). Dans le cadre de notre étude, seules les garanties concernant l'arrêt de travail et le MG décès nous intéressent. Les lignes concernant les autres garanties ont ainsi été écartées. Il reste alors 161 491 lignes dont 106 684 lignes de garantie arrêt de travail et 54 807 lignes de MG décès. La base de données a nécessité un nettoyage au préalable avant de pouvoir être utilisée. La plus grosse partie du nettoyage consistait en la suppression de doublons et en la création d'une unique ligne par assuré comportant toutes les garanties (incapacité/invalidité/maintien garantie décès) et leur montant (montant de la pension d'incapacité ou d'invalidité/montant du capital décès). Ce nettoyage s'est effectué d'une part sur la base garantie arrêt de travail et d'une autre, sur la base MG décès.

Voici une liste des différents traitements effectués afin d'obtenir une base exploitable :

1. Suppression des assurés sans PM ni PSAP (la plupart étant des personnes dont la date d'extinction de la ou des garanties est antérieure à la date d'inventaire) : la base d'arrêt de travail descend à 63 407 lignes et celle de MG décès à 45 330 lignes ;
2. Suppression des sous-garanties rentes maternité et mensualisation au sein de la garantie arrêt de travail : la base se retrouve à 63 311 lignes ;
3. Suppression des doublons d'assurés : même nom, mêmes provisions mais une date d'extinction de contrat qui varie en fonction du calcul à terme échu ou terme à échoir : la base se retrouve à 51 107 lignes ;
4. Suppression des *model points* avec une date d'extinction de contrat incohérente ou un âge terme incohérent (par exemple une date au 00/01/1900 ou un âge à la date du sinistre supérieur à l'âge terme du contrat) : la base se retrouve à 48 632 lignes ; on effectue également ces traitements sur la base MG décès qui tombe à 23 153 lignes ;
5. Suppression des doublons d'assurés : même nom, même montant de rente mais un âge terme

datant de l'avant réforme des retraites de 2010 pour un des deux ; on regroupe sur une même ligne les *model points* dont les provisions sont calculées sur deux lignes différentes en fonction du montant de base et du montant revalorisé (on somme alors les montants de rente et les provisions) ; ces traitements ont été effectués sous R CORE TEAM (2023) pour plus de facilité et la base finale arrêt de travail qui en ressort est de 24 230 lignes.

6. Regroupement des deux bases arrêt de travail et MG décès en une seule en combinant sur une même ligne les *model points* avec incapacité ou invalidité et leur garantie décès : la base globale constituée comporte alors le même nombre de *model points* que la base arrêt de travail soit 24 230 lignes.

A partir de la base ainsi nettoyée, un nouveau calcul des provisions de l'assureur est effectué. Ce calcul du provisionnement sera le référentiel utilisé pour observer les écarts potentiels une fois les provisions selon les différents scénarios calculées. Un outil codé en VBA devait être utilisé afin d'exécuter le calcul du provisionnement mais celui-ci tournant trop longtemps, un nouvel outil a été codé sous R CORE TEAM, 2023. Toutes les variables présentes dans la base de données ne sont pas utilisées pour le calcul des provisions. Seule une partie d'entre elles est chargée dans R. Certaines variables ont été modifiées pour correspondre au format de l'outil VBA qui a été retranscrit en R par la suite. Les variables retenues pour chaque assuré sont présentées dans le tableau 3.1.

TABLE 3.1 – Variables retenues pour chaque assuré de la base globale

Nom	Type	Définition	Statistiques
Identifiant	Numérique	Un identifiant unique composée de 8 chiffres	
Garantie	Facteur	La garantie souscrite à la base (soit incapacité soit invalidité, l'incapacité comprenant en général la garantie invalidité)	Garantie incapacité : 15 457 Garantie invalidité : 8 816
Âge de départ à la retraite des invalides	Numérique	L'âge de départ en retraite en cas de rentrée en invalidité *	Minimum : 61,58 ans 1er quartile : 62 ans Médiane : 62 ans Moyenne : 62 ans 3ème quartile : 62 ans Maximum : 62 ans
Date Naissance	Date	La date de naissance	Minimum : 01/12/1954 1er quartile : 17/04/1964 Médiane : 20/06/1970 Moyenne : 28/11/1972 3ème quartile : 28/02/1980 Maximum : 08/07/2003
Date Incap	Date	La date d'entrée en incapacité pour les personnes actuellement en incapacité et les personnes en invalidité sortant d'une incapacité	Minimum : 01/03/1985 1er quartile : 23/11/2016 Médiane : 19/05/2020 Moyenne : 07/02/2018 3ème quartile : 29/03/2021 Maximum : 14/10/2021
Date Inval	Date	La date d'entrée en invalidité pour les personnes actuellement en invalidité	Minimum : 04/05/1988 1er quartile : 01/04/2014 Médiane : 12/09/2017 Moyenne : 08/05/2016 3ème quartile : 01/09/2019 Maximum : 31/10/2021
Nombre d'années maximales incapacité	Numérique	Le nombre d'années que l'on peut passer en incapacité	3 ans pour tous
Garantie invalidité	Facteur	Indique la présence d'une garantie invalidité (certaines personnes en incapacité ne possèdent pas de garantie invalidité)	Oui : 24 115 Non : 158
Annualisation	Numérique	Une annualisation correspondant au montant de la rente annuelle de chaque sinistré (elle correspond à la somme du montant de base et du montant revalorisé)	Voir dans la section suivante (tableau 3.7)
Annualisation passage	Numérique	Une annualisation de passage correspondant à un montant de rente annuelle (certaines personnes en incapacité ont un montant d'annualisation d'incapacité différente de celle versée en cas d'invalidité)	Minimum : 0 € 1er quartile : 0 € Médiane : 4 912 € Moyenne : 7 579 € 3ème quartile : 9 822 € Maximum : 356 419 €
Date dernier versement	Date	Une date qui correspond à la dernière fois que la compagnie a rémunéré l'assuré au titre de son arrêt de travail ; elle est utile pour calculer la PSAP	Minimum : 29/03/2004 1er quartile : 08/09/2021 Médiane : 20/09/2021 Moyenne : 23/08/2021 3ème quartile : 11/10/2021 Maximum : 20/10/2021
Capital décès	Numérique	Le capital versé en cas de décès de l'assuré durant sa période d'incapacité ou invalidité	Minimum : 0 € 1er quartile : 42 500 € Médiane : 42 500 € Moyenne : 73 457 € 3ème quartile : 42 500 € Maximum : 294 000 €

\* On retraite l'âge terme du contrat des assurés en cas d'invalidité : on fait correspondre l'âge terme avec l'âge légal de départ en retraite selon la génération de l'assuré pour permettre une meilleure cohérence des résultats après étude des différents scénarios.

D'autres variables ont dû être ajoutées pour faciliter le calcul des provisions sur R. Ces variables calculées à partir des données de la base sont :

- L'âge actuel
- L'âge d'entrée en incapacité
- L'âge d'entrée en invalidité
- L'ancienneté en incapacité
- L'ancienneté en invalidité

La base finale nettoyée et complétée des différentes variables a ensuite été divisée en deux sous-bases pour faire les calculs de provisions. Une base pour les assurés actuellement en incapacité et une autre pour ceux actuellement en invalidité. Dans la prochaine section, une série de statistiques descriptives est réalisée sur la base finale globale et sur les deux sous-bases d'incapacité et d'invalidité.

### 3.1.2 Présentation du portefeuille de sinistrés

Après les traitements de la base de départ explicités dans la partie 3.1.1 précédente, le nombre total de *model points* restant dans la base globale est de 24 230. Le nombre final de lignes paraît faible mais, comme expliqué dans la section précédente, la base nettoyée comporte une ligne par assuré toutes garanties confondues, passant parfois de 4 ou 5 lignes différentes dans l'ancienne base à une seule ligne. Il y a respectivement 15 026 sinistrés en incapacité et 9 204 sinistrés en invalidité. La date d'inventaire du portefeuille initial est le 31/10/2021.

Le tableau 3.2 indique que la moyenne d'âge de la base totale se situe à presque 49 ans, les âges s'étendant de 18 à 67 ans. Il y a donc globalement des gens plus âgés mais quelques personnes très jeunes qui baissent la moyenne, la médiane étant au-dessus de la moyenne. Si on regarde les bases incapacité et invalidité séparément, on remarque que l'intervalle des âges est beaucoup plus étendu pour l'incapacité (environ dix ans de plus) mais les assurés sont en moyenne 7 ans plus jeunes en incapacité par rapport à l'invalidité.

TABLE 3.2 – Statistiques des âges actuels suivant la base

	Base globale	Base d'incapacité	Base d'invalidité
<b>Minimum</b>	18,32	18,32	24,24
<b>1er quartile</b>	41,66	37,16	49,29
<b>Médiane</b>	51,35	47,70	55,25
<b>Moyenne</b>	48,91	46,18	53,36
<b>3ème quartile</b>	57,52	55,59	58,92
<b>Maximum</b>	66,92	66,92	62,00

En ce qui concerne la répartition de l'âge actuel des assurés par base (graphique 3.1), au global, les assurés se situent principalement entre 40 et 60 ans. En analysant les bases séparément, on remarque ici aussi que les assurés sont beaucoup plus jeunes dans la base d'incapacité même si les âges sont plutôt assez étalés. Le plus gros pourcentage d'assurés a tout de même entre 50 et 60 ans dans la base d'incapacité mais celui-ci est peu supérieur aux pourcentages de personnes entre 30 et 50 ans. Pour la base d'invalidité, il y a une démarcation nette à partir de 45 ans ; le pourcentage double presque pour chaque tranche d'âge supérieure jusqu'à 60 ans. Après 60 ans, la proportion d'assurés est divisée à nouveau par deux.

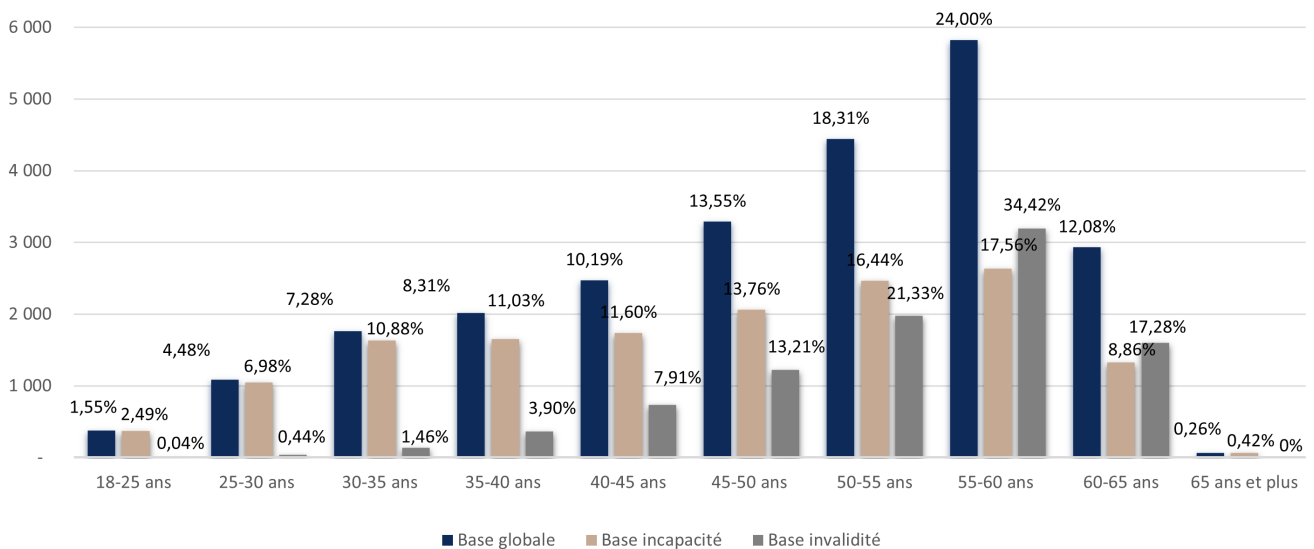


FIGURE 3.1 – Répartition des assurés selon leur âge actuel dans chaque base

On observe une moyenne d'âge d'entrée en incapacité de 45 ans environ (tableau 3.3) et le graphique 3.2 montre une répartition plutôt homogène des assurés entre 30 et 60 ans avec une proportion plus importante entre 45 et 60 ans. Il y a peu de personnes qui sont tombées en incapacité étant jeune, entre 18 et 30 ans. La tranche d'âge la plus représentée est celle des 55-60 ans.

TABLE 3.3 – Statistiques des âges d'entrée en incapacité

<b>Minimum</b>	18,11
<b>1er quartile</b>	36,34
<b>Médiane</b>	46,75
<b>Moyenne</b>	45,25
<b>3ème quartile</b>	54,50
<b>Maximum</b>	66,45

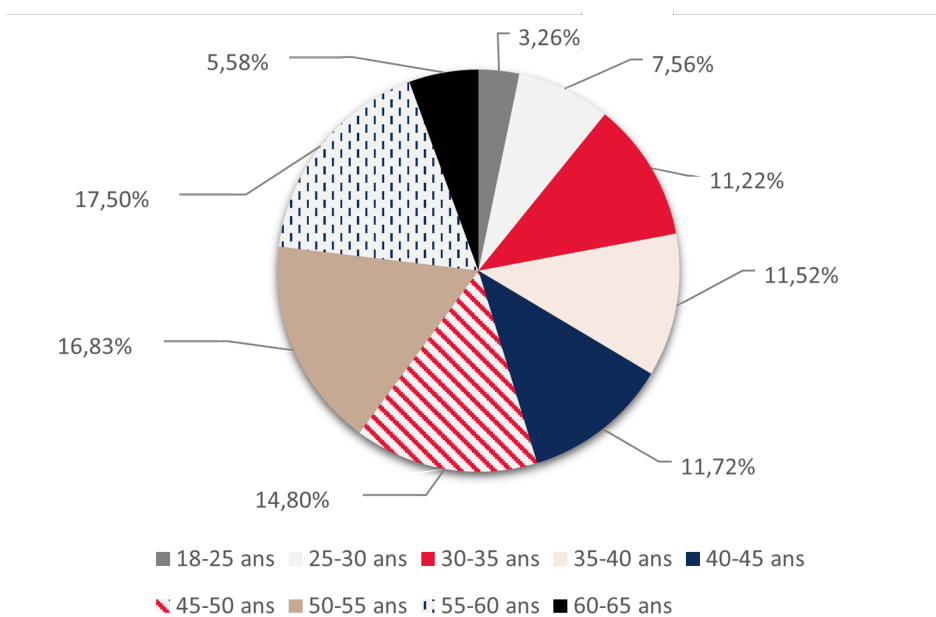


FIGURE 3.2 – Répartition des assurés selon leur âge d'entrée en incapacité



La moyenne des âges d'entrée en invalidité est d'environ 48 ans (tableau 3.4) ce qui n'est pas un âge beaucoup plus élevé que la moyenne d'âge d'entrée en incapacité. Les âges d'entrée les plus fréquents correspondent aux tranches d'âge 45-50 ans, 50-55 ans et 55-60 ans comme l'illustre le graphique 3.3. Très peu de personnes sont entrées en invalidité à partir de 60 ans. La tranche d'âge la plus représentée est celle des 50-55 ans. Si on compare aux âges d'entrée en incapacité pour chaque tranche d'âge, les personnes étant rentrées en incapacité entre 18 et 40 ans sont plus nombreuses que celles rentrées en invalidité et inversement entre 40 et 60 ans. Malgré tout la tranche d'âge la plus importante pour les âges d'entrée en incapacité est plus élevée que la plus importante en invalidité.

TABLE 3.4 – Statistiques des âges d'entrée en invalidité

<b>Minimum</b>	21,09
<b>1er quartile</b>	42,62
<b>Médiane</b>	49,16
<b>Moyenne</b>	47,87
<b>3ème quartile</b>	54,17
<b>Maximum</b>	61,80

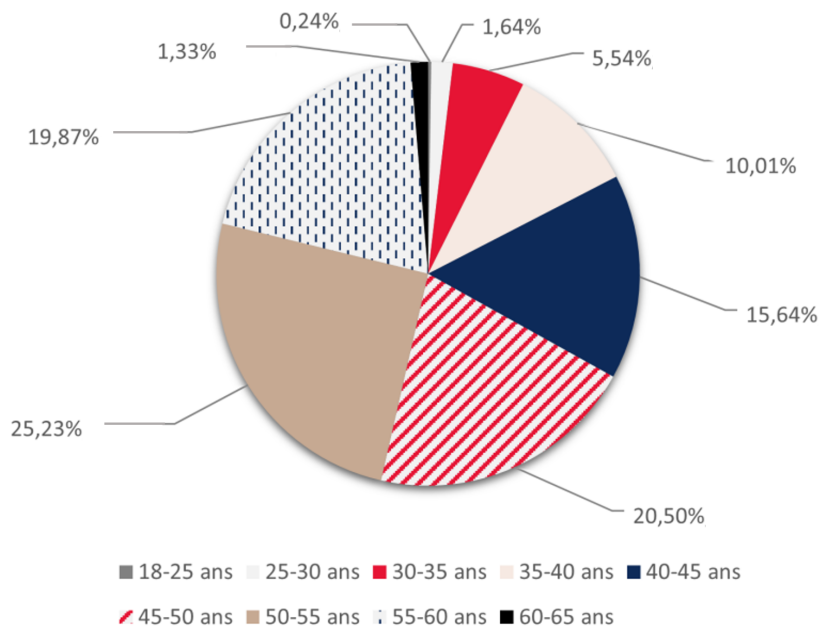


FIGURE 3.3 – Répartition des assurés selon leur âge d'entrée en invalidité

Selon le tableau 3.5, en moyenne, les personnes de la base incapacité ont 11 mois d'ancienneté sur les 36 mois maximum atteignables. Les assurés sont globalement en incapacité depuis peu (environ un an) étant donné que le troisième quartile se situe à moins de 15 mois d'ancienneté. Quand on regarde la répartition des anciennetés dans la base (graphique 3.4), on remarque que 65% des assurés ont entre 0 et 12 mois d'ancienneté. Les proportions ne vont qu'en diminuant avec l'ancienneté.

TABLE 3.5 – Statistiques des anciennetés en incapacité (en mois)

<b>Minimum</b>	0,56
<b>1er quartile</b>	5,36
<b>Médiane</b>	8,44
<b>Moyenne</b>	11,22
<b>3ème quartile</b>	14,64
<b>Maximum</b>	35,98

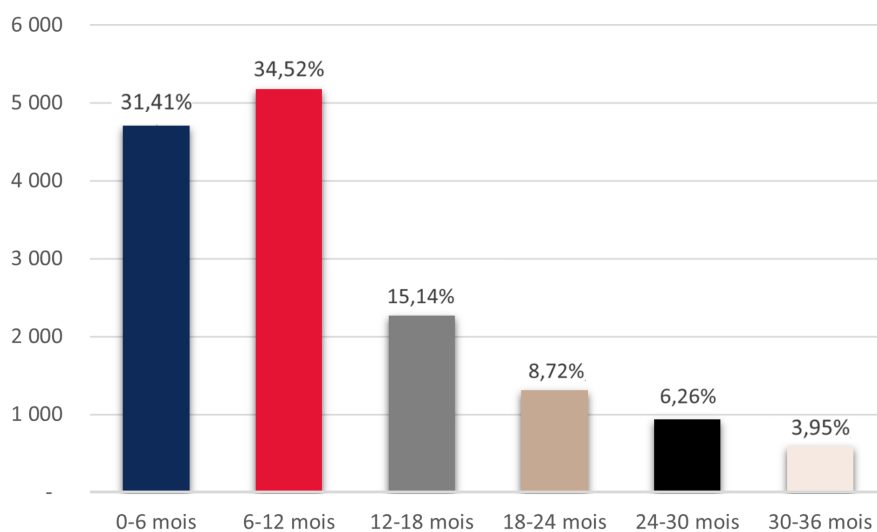


FIGURE 3.4 – Répartition des assurés selon leur ancienneté en incapacité

Pour l'invalidité, les anciennetés ne peuvent être comparées à celles d'incapacité étant donné que celles-ci s'expriment en années. La moyenne d'ancienneté (tableau 3.6) est d'environ 5 ans et demi pour le portefeuille d'invalides. Là aussi, les anciennetés sont relativement basses puisque le troisième quartile est de 7 ans et demi d'ancienneté. En observant la répartition des assurés par ancienneté (graphique 3.5), on voit que près de 75% des assurés ont entre 0 et 10 ans d'ancienneté. Cela coïncide avec le fait que les tranches d'âge sur-représentées pour l'âge d'entrée en invalidité se sont entre 45 et 60 ans.

TABLE 3.6 – Statistiques des anciennetés en invalidité (en années)

<b>Minimum</b>	0
<b>1er quartile</b>	2,17
<b>Médiane</b>	4,16
<b>Moyenne</b>	5,49
<b>3ème quartile</b>	7,58
<b>Maximum</b>	33,49

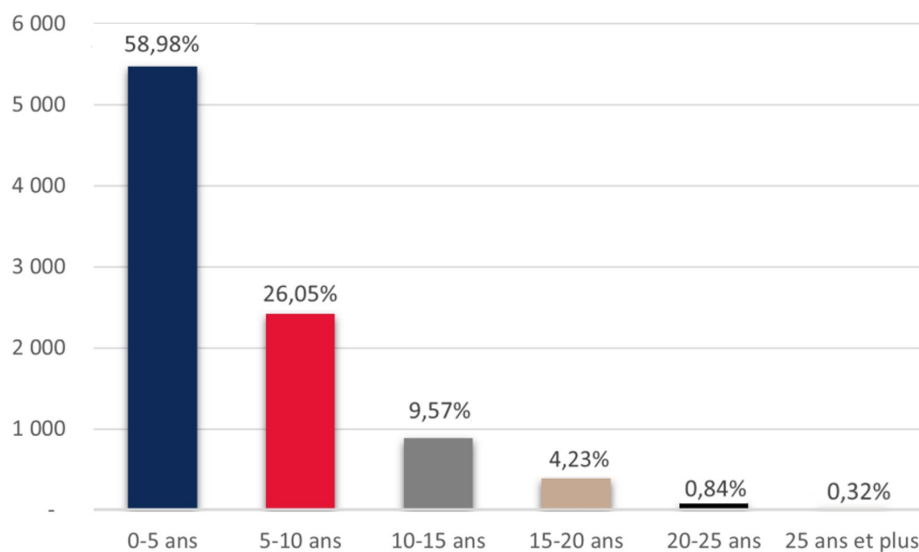


FIGURE 3.5 – Répartition des assurés selon leur ancienneté en invalidité

Les rentes annuelles correspondent aux pensions d'invalidité annuelles utilisées pour le calcul des provisions d'invalidité et aux rentes mensuelles multipliées par 12 utilisées pour le calcul des provisions d'incapacité. On ne parle pas ici des annualisations de passage qui, en fonction de l'assuré, peuvent être différentes des annualisations d'incapacité. Selon le tableau 3.7, en moyenne, la rente est de 12 578 € par an pour une personne incapable. Sur le graphique 3.6, la répartition révèle que la grande majorité des annualisations en incapacité se situe entre 10 000 et 50 000 € mais aussi entre 2 000 et 10 000 € regroupant près de 68% des assurés de la base incapacité.

TABLE 3.7 – Statistiques des annualisations de la base incapacité

<b>Minimum</b>	1 €
<b>1er quartile</b>	5 705 €
<b>Médiane</b>	8 565 €
<b>Moyenne</b>	12 578 €
<b>3ème quartile</b>	13 470 €
<b>Maximum</b>	356 419 €

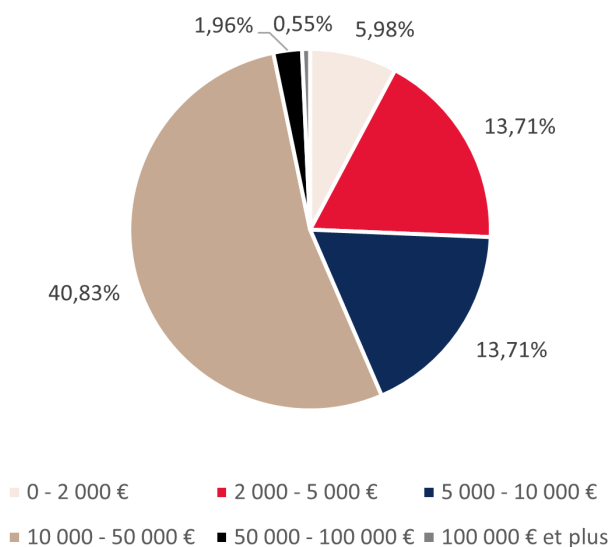


FIGURE 3.6 – Répartition des assurés de la base incapacité selon leur annualisation

En ce qui concerne la base invalidité, la moyenne des annualisations est de 9 692 € selon le tableau 3.8. Les annualisations les plus courantes se situent avant tout dans l'intervalle des 10 000-50 000 € mais aussi entre 2 000 et 10 000 € regroupant au total près de 57% des assurés de la base invalide selon 3.7. On remarque que les annualisations des personnes en état d'incapacité sont nettement plus élevées que les annualisations des personnes en état d'invalidité. Cela va jouer un rôle dans le montant des provisions mathématiques des différentes bases.

TABLE 3.8 – Statistiques des annualisations de la base invalidité

<b>Minimum</b>	0 €
<b>1er quartile</b>	3 710 €
<b>Médiane</b>	6 952 €
<b>Moyenne</b>	9 692 €
<b>3ème quartile</b>	10 926 €
<b>Maximum</b>	257 092 €

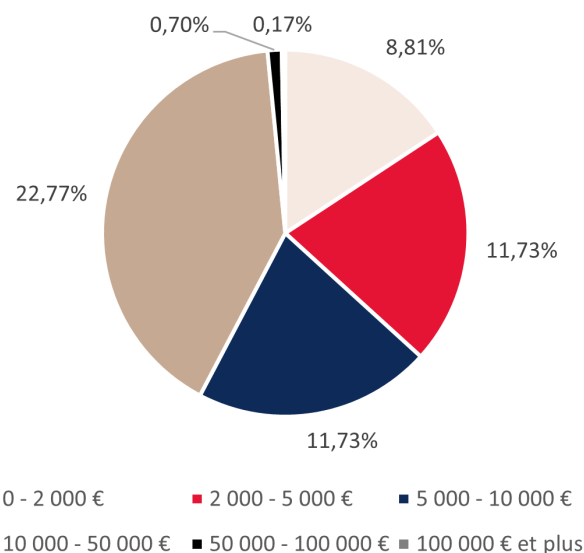


FIGURE 3.7 – Répartition des assurés de la base invalidité selon leur annualisation

Après avoir observé la base des données en détail, le calcul du nouveau provisionnement peut être réalisé. Pour cela, il est nécessaire de prolonger les tables du BCAC et d'observer les résultats obtenus avant de les utiliser pour le calcul des provisions mathématiques.

## 3.2 Prolongement et lissage des tables du BCAC

Les méthodes énoncées dans le chapitre précédent ont été testées sur les tables du BCAC 2010 et 2013. Avant extrapolation, la table de maintien en incapacité de 2010 a été privée des lignes présentant des irrégularités (non décroissance des effectifs). Ces lignes sont celles dont l'âge d'entrée en incapacité est supérieur ou égal à 62 ans. Cependant, après extrapolation, certaines tables présentent encore des irrégularités. C'est le cas de la table de maintien en incapacité de 2010 prolongée par régression linéaire, d'une part et par modèles additifs d'autre part, ainsi que la table de maintien en incapacité de 2013 prolongée par régression linéaire. La table de maintien en invalidité de 2010 prolongée par modèles additifs présente également des anomalies. Les effectifs de personnes survivant dans l'état d'incapacité ne décroît pas toujours avec l'ancienneté à âge d'entrée fixé. Cela pose le problème d'une probabilité de maintien dans l'état supérieure à 1 et donc d'une probabilité de sortie de l'état négative.

Pour tenter de résoudre ce problème, on souhaite appliquer le lissage de Whittaker-Henderson aux probabilités de sortie des tables de maintien en incapacité prolongées. Cependant, les probabilités de sorties de la table prolongée par modèles additifs sont déjà lissées par splines donc elles ne nécessitent pas un lissage supplémentaire qui les éloigneraient davantage des probabilités de la table initiale. Pour les tables prolongées par régression linéaire, celle de 2013 présente une anomalie uniquement sur l'âge d'entrée à 70 ans ce qui n'est pas significatif pour le provisionnement. De même, pour la table de maintien en invalidité de 2010 prolongée par modèles additifs, les irrégularités se retrouvent à des âges ou anciennetés excédant les 65 ans d'âge. Le lissage est donc uniquement appliqué à la table de maintien en incapacité de 2010 3.9 prolongée par régression linéaire présentée ci-dessous avec les irrégularités mises en évidence en rouge. Le reste des tables prolongées est à retrouver en annexe ??.

TABLE 3.9 – Table de maintien en incapacité extrapolée par régression linéaire

(La couleur rouge met en évidence les irrégularités de la table)

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	5527.54	5553.32	5579.11	5604.89	5630.68	5656.46	5682.25	5708.04	5733.82
2	2904.04	2769.40	2634.77	2500.14	2365.51	2230.88	2096.25	1961.62	1826.99
3	2393.11	2270.96	2148.82	2026.68	1904.54	1782.39	1660.25	1538.11	1415.96
4	2141.75	2039.92	1938.08	1836.25	1734.42	1632.58	1530.75	1428.92	1327.08
5	1953.43	1866.36	1779.29	1692.21	1605.14	1518.07	1431.00	1343.93	1256.86
6	1805.68	1728.77	1651.87	1574.96	1498.06	1421.15	1344.25	1267.35	1190.44
7	1742.96	1681.01	1619.06	1557.11	1495.15	1433.20	1371.25	1309.30	1247.35
8	1691.68	1640.02	1588.37	1536.71	1485.06	1433.40	1381.75	1330.10	1278.44
9	1632.89	1590.54	1548.18	1505.82	1463.46	1421.11	1378.75	1336.39	1294.04
10	1563.43	1525.69	1487.95	1450.21	1412.48	1374.74	1337.00	1299.26	1261.52
11	1502.86	1468.55	1434.24	1399.93	1365.62	1331.31	1297.00	1262.69	1228.38
12	1431.00	1398.50	1366.00	1333.50	1301.00	1268.50	1236.00	1203.50	1171.00
13	1345.18	1311.52	1277.87	1244.21	1210.56	1176.90	1143.25	1109.60	1075.94
14	1303.93	1275.11	1246.29	1217.46	1188.64	1159.82	1131.00	1102.18	1073.36
15	1238.71	1213.01	1187.31	1161.61	1135.90	1110.20	1084.50	1058.80	1033.10
16	1177.54	1155.49	1133.44	1111.39	1089.35	1067.30	1045.25	1023.20	1001.15
17	1120.39	1101.95	1083.51	1065.07	1046.63	1028.19	1009.75	991.31	972.87
18	1068.64	1052.70	1036.76	1020.82	1004.88	988.94	973.00	957.06	941.12
19	1010.93	995.52	980.12	964.71	949.31	933.90	918.50	903.10	887.69
20	1006.04	996.90	987.77	978.64	969.51	960.38	951.25	942.12	932.99
21	968.29	962.57	956.86	951.14	945.43	939.71	934.00	928.29	922.57
22	936.64	935.12	933.60	932.07	930.55	929.02	927.50	925.98	924.45
23	890.07	889.48	888.88	888.29	887.69	887.10	886.50	885.90	885.31
24	859.50	862.42	865.33	868.25	871.17	874.08	877.00	879.92	882.83
25	830.93	837.69	844.45	851.21	857.98	864.74	871.50	878.26	885.02
26	801.86	809.88	817.90	825.93	833.95	841.98	850.00	858.02	866.05
27	789.14	803.12	817.10	831.07	845.05	859.02	873.00	886.98	900.95
28	746.68	760.61	774.54	788.46	802.39	816.32	830.25	844.18	858.11
29	713.64	729.54	745.43	761.32	777.21	793.11	809.00	824.89	840.79
30	704.11	722.05	739.99	757.93	775.87	793.81	811.75	829.69	847.63
31	682.36	701.63	720.90	740.18	759.45	778.73	798.00	817.27	836.55
32	663.32	683.89	704.46	725.04	745.61	766.18	786.75	807.32	827.89
33	665.93	692.02	718.12	744.21	770.31	796.40	822.50	848.60	874.69
34	639.43	666.11	692.79	719.46	746.14	772.82	799.50	826.18	852.86
35	615.61	642.38	669.15	695.93	722.70	749.48	776.25	803.02	829.80
36	315.43	349.52	383.62	417.71	451.81	485.90	520.00	554.10	588.19

Deux méthodes de lissage peuvent être appliquées : la méthode unidimensionnelle qui lisse les probabilités verticalement à ancienneté fixée puis qui lisse les probabilités horizontalement à âge d'entrée fixé, et la méthode bidimensionnelle qui lisse en une seule fois en prenant compte la dépendance entre les variables âge et ancienneté. Pour obtenir un lissage convenable, on cherche à avoir un équilibre entre fidélité aux données et régularité des probabilités lissées. Le choix du paramètre  $h$  en méthode unidimensionnelle et des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  en méthode bidimensionnelle permettent de calibrer cet équilibre. Pour prioriser la fidélité aux données, on va chercher à minimiser la distance entre probabilités brutes et probabilités lissées par la distance du Khi-deux (IGOTZ et ANNE, 2010). La distance du Khi-deux est définie par

$$\chi = \sum_{x=\hat{age} \min}^{\hat{age} \max} \sum_{k=anc \min}^{anc \max} \frac{(q_{x,k} - \tilde{q}_{x,k})^2}{\tilde{q}_{x,k}} \quad (3.1)$$

avec  $q_{x,k}$ , correspondant à la probabilité brute de sortie entre l'ancienneté  $k$  et  $k + 1$  pour un individu rentré en incapacité à l'âge  $x$  et  $\tilde{q}_{x,k}$ , correspondant à la probabilité lissée de sortie entre l'ancienneté  $k$  et  $k + 1$  pour un individu rentré en incapacité à l'âge  $x$ .

### 3.2.1 Lissage unidimensionnel

La fonction de lissage utilisée est WH1 (PLANCHET, 2023) sous R CORE TEAM (2023) et prend en entrée les taux bruts de la table 3.9, les poids de la table et les paramètres  $h$  et  $z$ . En ce qui concerne le paramètre  $z$ , il est toujours fixé à 3. En effet, le choix optimal de  $z$  serait un degré 3 car un degré 1 ou 2 ne lisse pas suffisamment les irrégularités tandis qu'un degré 4 ou supérieur donne une droite. Pour les poids, on choisit la matrice identité car celle-ci suffit à lisser les courbes (IGOTZ et ANNE, 2010). Afin de choisir le paramètre  $h$  optimal pour la table de maintien en incapacité prolongée par régression linéaire, l'évolution de la distance du Khi-deux entre taux bruts et taux lissée 3.8 est tracée pour  $h$  compris entre 0 et 10 avec un pas de 0,1. Choisir un  $h$  inférieur à 1 revient à prioriser la fidélité aux données tandis qu'un  $h$  supérieur à 1 privilégie la régularité des taux lissés. L'évolution de la distance du Khi-deux permet de choisir un  $h$  qui lisse au maximum tout en collant aux données de départ. On cherche donc un  $h$  supérieur à 1 avec une distance du Khi-deux relativement faible.

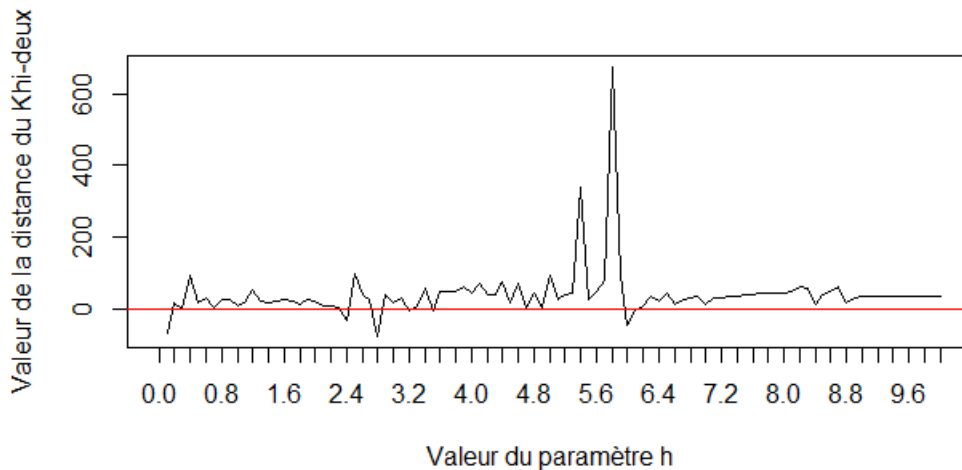


FIGURE 3.8 – Evolution de la distance du Khi-deux en fonction de la valeur du paramètre  $h$

Au vu du graphique obtenu, plusieurs valeurs ont été retenues pour  $h$ . Il est intéressant de retenir une valeur minimisant la distance du Khi-deux et qui soit inférieure à 1 car celle-ci permet de lisser la table tout en collant raisonnablement aux données. La valeur  $h = 0,7$  est donc retenue. D'autre part, une valeur minimisant la distance du Khi-deux qui soit supérieure à 1 permet de lisser davantage et de peut-être résoudre les anomalies. La valeur  $h = 4,9$  est donc également retenue. Pour finir, la valeur  $h = 1$  a été ajoutée même si elle ne figure pas parmi les valeurs minimisant la distance du Khi-deux afin d'avoir un aperçu de la valeur d'équilibre. Les valeurs prises par la distance du Khi-deux pour chaque valeur du paramètre  $h$  sont répertoriées dans le tableau 3.10.



TABLE 3.10 – Valeur de la distance du Khi-deux associée à la valeur du paramètre  $h$

Valeur du paramètre $h$	Distance du Khi-deux
0,7	4,48
1	9,35
4,9	2,70

Le lissage est réalisé pour ces différentes valeurs du paramètre  $h$ . On présente les résultats sous la forme de graphiques traçant l'évolution des probabilités de sortie en fonction de l'ancienneté par âge d'entrée. Deux droites délimitant les valeurs entre 0 et 1 sont tracées afin d'observer facilement les probabilités négatives. Le graphique des probabilités brutes 3.9 est tout d'abord présenté afin de pouvoir observer l'état actuel des anomalies et faire des comparaisons avec les différents lissages ultérieurement. Seul le lissage à  $h = 4,9$  est présenté (graphique 3.10) car il est meilleur que les autres en terme de réduction des anomalies et de minimisation de la distance du Khi-deux.

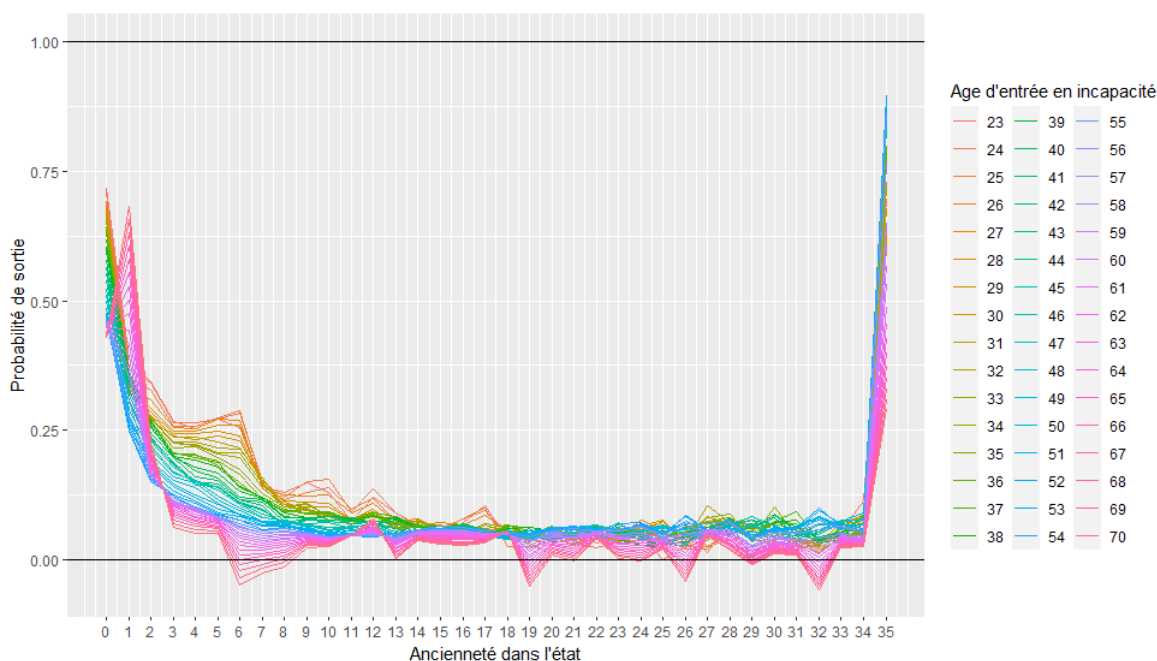


FIGURE 3.9 – Evolution des probabilités brutes de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état

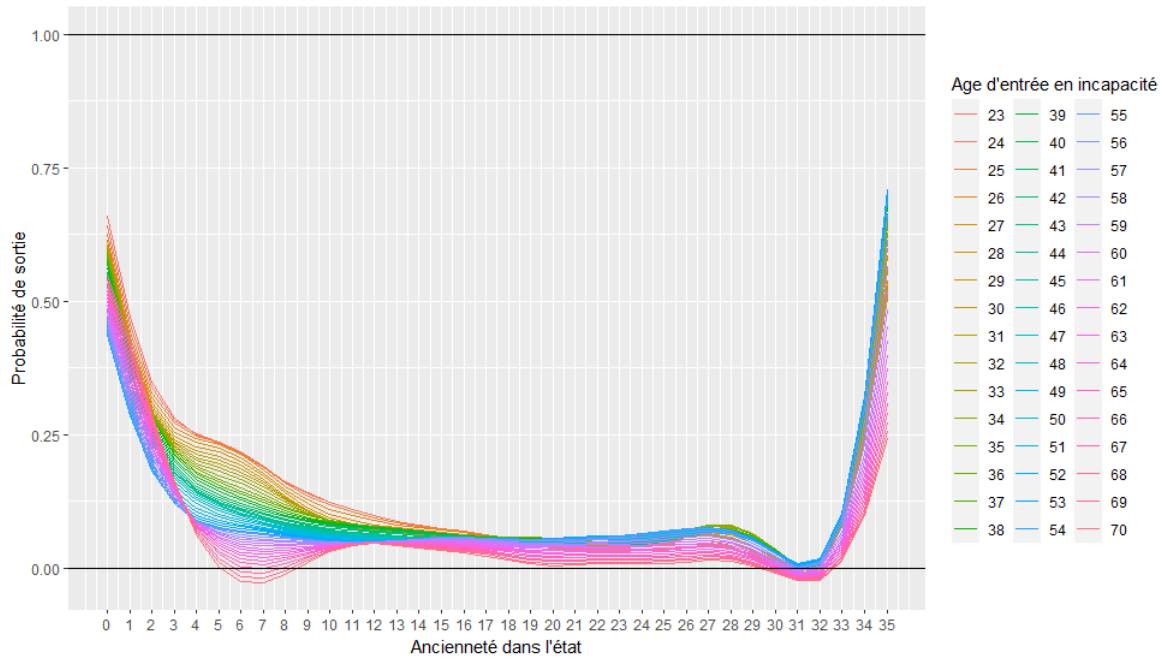


FIGURE 3.10 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $h = 4, 9$ )

Malgré le fait que certaines anomalies disparaissent grâce au lissage notamment au niveau des anciennetés intermédiaires, les probabilités de sortie négatives persistent pour les anciennetés basses (autour de 5 à 8 mois) et les anciennetés élevées (autour de 30 à 32 mois). Dans un deuxième temps, des lissages avec des valeurs du paramètre  $h$  bien plus élevées sont réalisés. Les choix de  $h$  ainsi que les valeurs de la distance du Khi-deux sont répertoriés dans le tableau. Par la suite, les graphiques pertinents sont présentés dans le tableau 3.11 ci-dessous.

TABLE 3.11 – Valeur de la distance du Khi-deux associée à la valeur du paramètre  $h$

Valeur du paramètre $h$	Distance du Khi-deux
10	35,85
100	20,85
500	105,36
1000	64,18
3000	77,34
3880	28,58
5000	78,31
10000	76,81

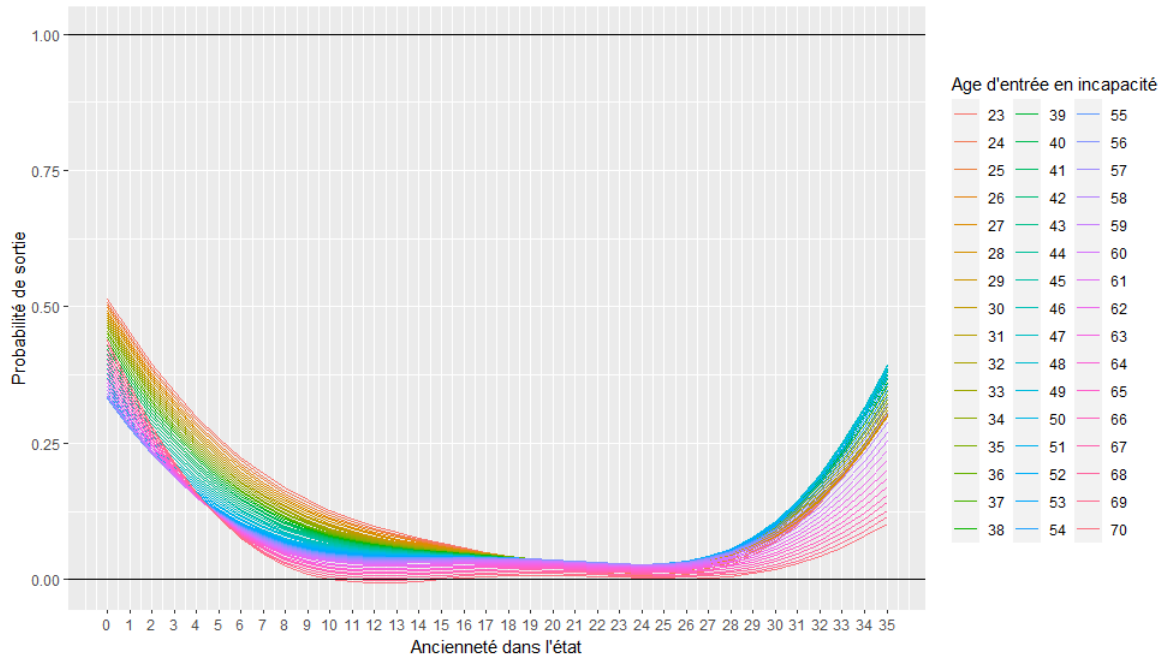


FIGURE 3.11 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $h = 3880$ )

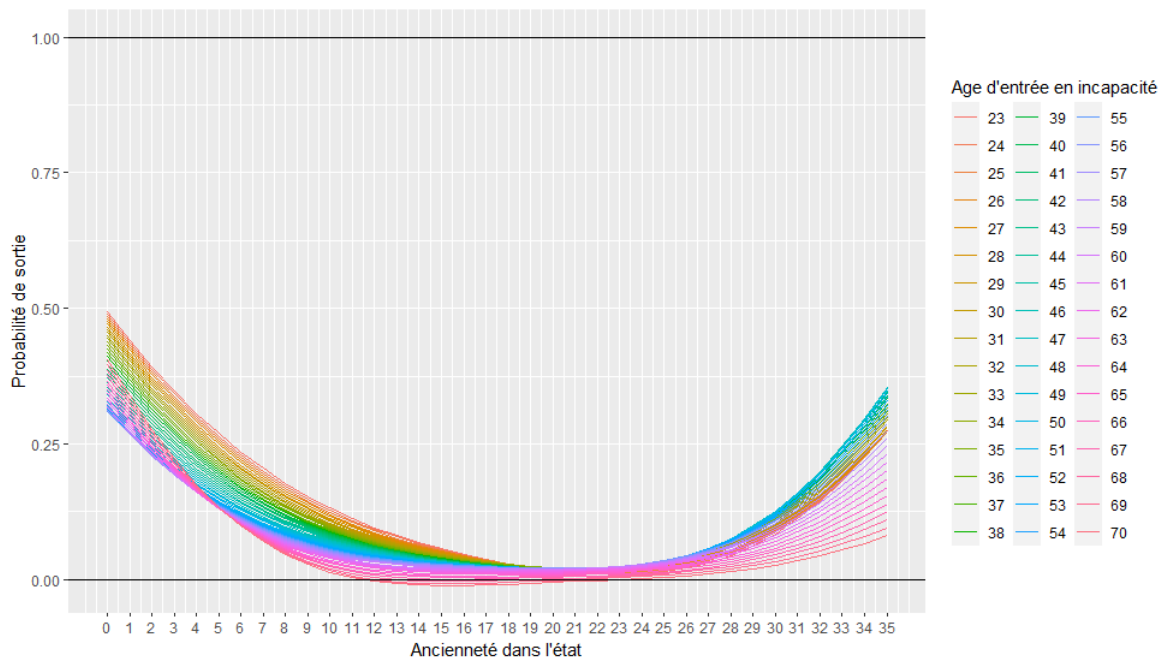


FIGURE 3.12 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $h = 10000$ )

En prenant un paramètre  $h$  plus élevé, le but est de pouvoir supprimer les dernières probabilités négatives toujours présentes sur les précédents graphiques. Plus  $h$  est élevé, plus les probabilités négatives pour les anciennetés élevées diminuent jusqu'à devenir positives à partir d'environ  $h = 3000$ .

Le graphique 3.11 des probabilités lissées avec  $h = 3880$  est présenté car il permet d'observer le passage de ce palier tout en vérifiant une distance du Khi-deux bien plus faible que pour les autres lissages avec un choix du paramètre  $h$  élevé. Au fur et à mesure de l'évolution de  $h$ , les probabilités de sortie négatives pour les anciennetés basses qui sont observées à l'origine autour des 5 à 8 mois d'ancienneté se déplacent peu à peu vers les anciennetés moyennes : entre 10 et 15 mois sur le graphique 3.11 et entre 12 et 20 mois sur le graphique 3.12. Le champ des anomalies a même tendance à s'élargir. Ainsi, avec des valeurs de  $h$  très élevées, toutes les anomalies ne peuvent être effacées et les probabilités lissées s'éloignent trop fortement des probabilités brutes de départ. Dans un second temps, le lissage bidimensionnel est étudié afin de voir si le lissage permet de supprimer totalement les anomalies contrairement au cas unidimensionnel.

### 3.2.2 Lissage bidimensionnel

Pour le lissage en deux dimensions, la fonction de lissage utilisée est WH2 (PLANCHET, 2023) sous R CORE TEAM (2023) et prend en entrée les taux bruts de la table 3.9, les poids de la table, les paramètres d'ordre vertical et horizontal  $z_v$  et  $z_h$ , et les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$ . Pour ce lissage, afin de ne privilégier aucune tranche d'âge, les poids seront les mêmes pour tous les âges d'entrée pour une ancienneté fixée. La pondération est donc faite uniquement par ancienneté et les poids sont calculés comme

$$\forall x, \forall t, \quad \omega_{x,t} = (t_{max} - t_{min} + 1) \times \frac{\sum_{x=x_{min}}^{x_{max}} L_{x,t}}{\sum_{t=t_{min}}^{t_{max}} \sum_{x=x_{min}}^{x_{max}} L_{x,t}} \quad (3.2)$$

En ce qui concerne les choix des ordres verticaux et horizontaux  $z_v$  et  $z_h$  ainsi que le choix des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$ , plusieurs combinaisons sont testées afin de se rendre compte de la qualité du lissage. Dans un premier temps, le choix est fait de prendre  $z_h = 2$  et  $z_v = 1$  afin de mettre l'accent sur le lissage horizontal. Dans un deuxième temps, les deux paramètres sont fixés à 3 ( $z_h = z_v = 3$ ). Pour chacun des deux cas, différentes mêmes valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  sont testées. Les choix des paramètres et la distance du Khi-deux correspondante à chaque cas sont répertoriés dans le tableau 3.12.

TABLE 3.12 – Valeur de la distance du Khi-deux associée à la valeur des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$

Valeur des paramètres $z_v$ et $z_h$	Valeur du paramètre $\alpha$	Valeur du paramètre $\beta$	Distance du Khi-deux
$z_v = 1$ et $z_h = 2$	5	5	56,60
	5	10	73,25
	10	20	79,40
	20	20	89,64
	10	30	99,32
	10	40	107,91
	100	200	164,83
$z_v = 3$ et $z_h = 3$	5	5	34,14
	5	10	36,62
	10	20	44,79
	20	20	45,13
	10	30	55,36
	10	40	50,88
	100	200	7,82

De même que pour le lissage unidimensionnel, les résultats de certains lissages sont présentés sous forme de graphique. Seul des lissages effectués selon le premier cas ( $z_h = 2$  et  $z_v = 1$ ) sont présentés car il

permet de supprimer toutes les anomalies lorsque les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  sont assez élevés. Cependant, les distances du Khi-deux pour ce premier cas sont plus importantes que pour le deuxième cas ( $z_h = 3$  et  $z_v = 3$ ), à paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  égaux. Le premier graphique 3.13 permet de mettre en évidence l'efficacité du lissage en deux dimensions qui permet de supprimer toutes les probabilités de sorties négatives pour les anciennetés moyennes et élevées, comme c'est le cas pour le lissage unidimensionnel.

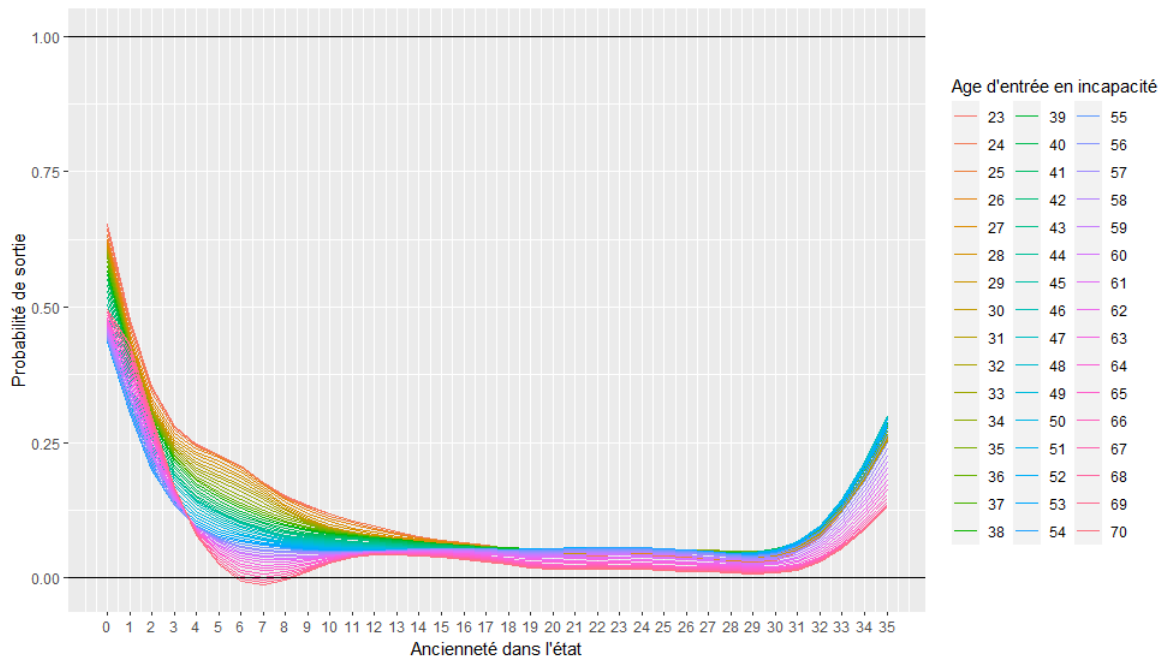


FIGURE 3.13 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $\alpha = 5$ ,  $\beta = 5$ )

En ce qui concerne les deux autres graphiques (3.14 et 3.15), les paramètres choisis permettent de supprimer toute probabilité négative. Les distances du Khi-deux sont tout de même assez élevées ce qui signifie que ces taux lissés sont tout de même assez éloignés des taux brutes.

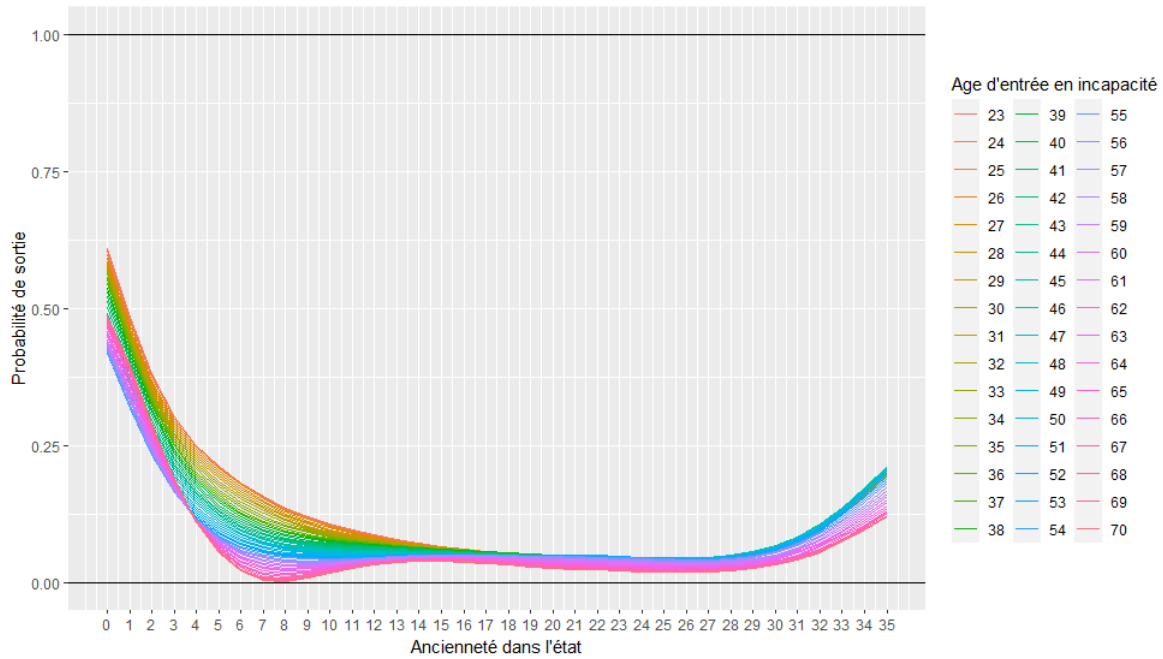


FIGURE 3.14 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $\alpha = 20$ ,  $\beta = 20$ )

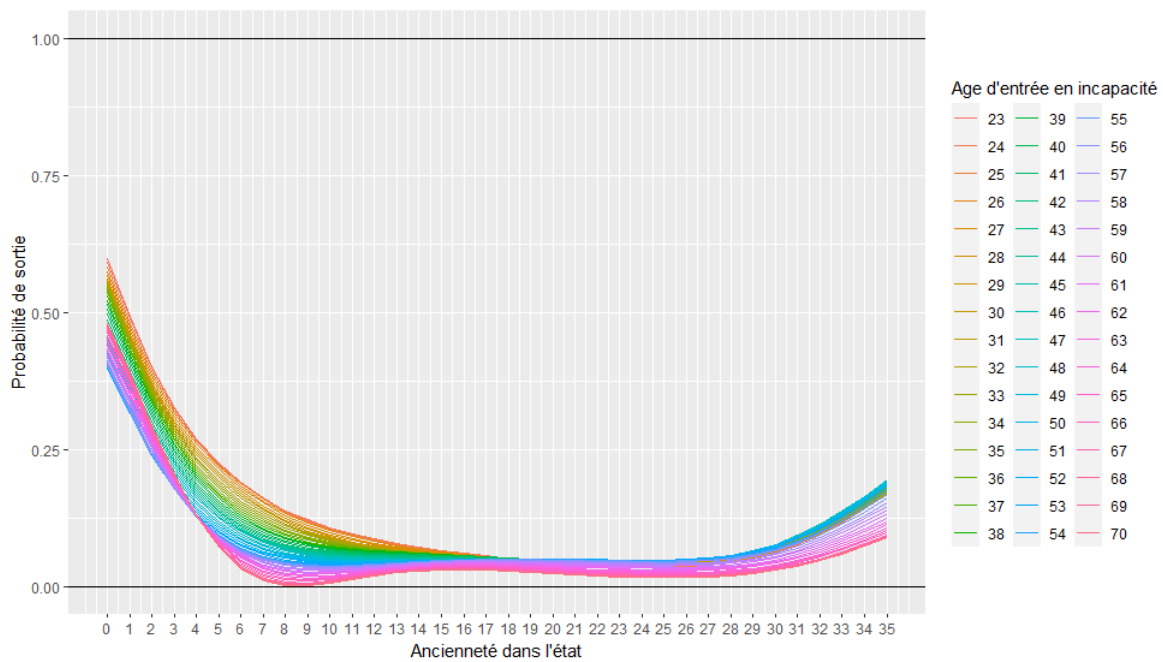


FIGURE 3.15 – Evolution des probabilités lissées de sortie par âge d'entrée en incapacité en fonction de l'ancienneté dans l'état ( $\alpha = 10$ ,  $\beta = 40$ )

Le lissage de Whittaker-Henderson en dimension 1 n'est pas efficace pour résoudre les problèmes de non décroissance des effectifs à âge d'entrée fixé de la table 3.9 puisque des probabilités de sorties négatives persistent. En revanche, le lissage en deux dimension permet de faire disparaître toute anomalie sur les probabilités de sortie. Le coût de cette résolution d'anomalie est une fidélité aux données moins importante avec des distances entre probabilités brutes et probabilités lissées d'autant plus grandes

que le lissage est satisfaisant. En effet, le lissage étant effectué sur l'ensemble des probabilités, il est difficile de garder une cohérence globale tout en lissant certaines probabilités extrêmes. Cela nous amène à comparer différents facteurs afin de valider ou non les tables lissées.

### 3.2.3 Choix des tables

La distance du Khi-deux permet de mesurer l'écart entre observations et ajustements mais il est également important de s'intéresser à la qualité du lissage. C'est cet équilibre entre ces deux aspects qui permet de déterminer la pertinence d'un lissage (TOMAS et PLANCHET, 2014). Pour évaluer la qualité du lissage, le test des signes est un bon indicateur. Il s'agit d'un test statistique non-paramétrique qui permet d'évaluer la fréquence des changements de signe de la différence entre probabilité brute et probabilité ajustée. Sous l'hypothèse nulle, il y a autant de signes positifs que de signes négatifs. En reprenant les notations de la précédente équation 3.1, les hypothèses du test sont donc

$$\begin{cases} \mathcal{H}_0 : \mathbb{P}((q_{x,k} - \tilde{q}_{x,k}) > 0) = \frac{1}{2} & \forall x, k \\ \mathcal{H}_1 : \mathbb{P}((q_{x,k} - \tilde{q}_{x,k}) > 0) \neq \frac{1}{2} & \forall x, k \end{cases} \quad (3.3)$$

Si on note  $n_+$ , le nombre de signes positifs et  $n_-$ , le nombre de signes négatifs avec  $n = n_+ + n_-$ , alors la statistique du test des signes s'écrit

$$W = \frac{|n_+ - n_-| - 1}{\sqrt{n}}. \quad (3.4)$$

Si  $\mathcal{H}_0$  est vraie, la statistique  $W$  suit une loi normale centrée réduite. L'hypothèse nulle est rejetée si

$$|W| > q_{1-\alpha/2}^{(0,1)}, \quad (3.5)$$

où  $q_{1-\alpha/2}^{(0,1)}$  est le quantile de niveau  $1 - \frac{\alpha}{2}$  de la loi  $\mathcal{N}(0, 1)$ . La p-valeur étant la plus petite valeur pour laquelle on rejette  $\mathcal{H}_0$ , le but recherché ici est d'obtenir une p-valeur la plus proche possible de 1. On note la p-valeur comme

$$p\text{-valeur} = \mathbb{P}(q_{1-\alpha/2}^{(0,1)} > |W|) = 2 \times (1 - F_{\mathcal{N}(0,1)}(|W|)). \quad (3.6)$$

Afin de renforcer l'étude en ce qui concerne les écarts entre probabilités brutes et probabilités lissées, un deuxième facteur autre que la distance du Khi-deux est calculé. Il s'agit du SMR (Standardized Mortality Ratio) adapté au cas du maintien dans l'état d'incapacité. Le SMR classique se définit comme le ratio entre le nombre de décès observés et ajustés. Ici, le SMR sera donc le ratio entre le nombre de sorties de l'état d'incapacité observées et ajustées,

$$SMR = \frac{\sum_{(x,k)} (L_{x,k+1} - L_{x,k})}{\sum_{(x,k)} (L_{x,k} \times \tilde{q}_{x,k})}. \quad (3.7)$$

Si le  $SMR > 1$ , les sorties de l'état d'incapacité après ajustement sont sous-estimées par rapport aux sorties de la table d'origine. A l'inverse, si le  $SMR < 1$ , les sorties de l'état d'incapacité après ajustement sont alors sur-estimées par rapport aux sorties de la table d'origine. Les résultats du test

du signe et du SMR sont regroupés dans le tableau 3.13 pour quelques valeurs des paramètres des lissages effectués précédemment et jugés pertinents. Les calculs sont effectués sur la table de maintien en incapacité prolongée par régression linéaire 3.9 avant et après lissage.

TABLE 3.13 – Résultats du test des signes et du SMR pour quelques lissages

Dimension du lissage	valeur des paramètres	Résultat du test des signes	Résultat du SMR
1	$h = 0,7$	$8,41 \times 10^{-6}$	1,0021
1	$h = 1$	$3,36 \times 10^{-6}$	1,0023
1	$h = 4,9$	$3,63 \times 10^{-2}$	1,0030
1	$h = 3880$	$2,52 \times 10^{-5}$	1,0069
2	$z_v = 1, z_h = 2, \alpha = 5, \beta = 5$	$5,73 \times 10^{-2}$	1,0100
2	$z_v = 1, z_h = 2, \alpha = 20, \beta = 20$	$4,03 \times 10^{-4}$	1,0097
2	$z_v = 1, z_h = 2, \alpha = 10, \beta = 40$	$1,91 \times 10^{-2}$	1,0107
2	$z_v = 3, z_h = 3, \alpha = 5, \beta = 5$	$5,78 \times 10^{-4}$	1,0081
2	$z_v = 3, z_h = 3, \alpha = 20, \beta = 20$	$3,01 \times 10^{-1}$	1,0096
2	$z_v = 3, z_h = 3, \alpha = 10, \beta = 40$	$9,81 \times 10^{-1}$	1,0102

Les résultats du test des signes sont assez mauvais pour l'ensemble des lissages exceptés les lissages effectués en dimension deux avec les paramètres d'ordre vertical et horizontal égaux à 3, et les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  relativement élevés. Ces lissages ne permettent cependant pas de corriger toutes les anomalies. En ce qui concerne le SMR, celui-ci est toujours supérieur à 1 ce qui signifie que pour n'importe quel lissage, la table lissée sous-estime le nombre de sorties de l'état d'incapacité. Cela peut être dû aux probabilités de sorties des anciennetés élevées qui sont plus faibles pour les tables lissées. Les tables lissées considèrent que les assurés restent plus longtemps dans l'état d'incapacité de manière générale donc ce sont des tables légèrement plus prudentes. Les tables qui estiment le mieux les sorties par rapport à celles observées sont les tables lissées en dimension 1 et notamment la table lissée avec le paramètre  $h = 0,7$  mais ces lissages non plus ne résolvent pas toutes les anomalies.

Au vu des résultats du tableau 3.13, aucun lissage ne réunit à la fois la suppression des probabilités de sorties négatives, un écart moindre entre probabilités brutes et lissées et une qualité de lissage satisfaisante. Les tables prolongées par régression linéaire puis lissées sont donc écartées pour le calcul des provisions. Pour la suite de l'étude, seules les tables d'incapacité prolongées par modèle de Brass ainsi que par modèle de Kannisto sont utilisées au vu des anomalies restantes dans les tables d'incapacité prolongées par régression linéaire et modèles additifs. En ce qui concerne les tables d'invalidité, les tables prolongées par modèles additifs ne sont donc pas gardées non plus ; les tables prolongées par table de mortalité TD 88-90 et par modèle de Kannisto sont utilisées.

### 3.3 Résultats du provisionnement et comparaison des différents scénarios

La date réelle d'inventaire de la base de l'assureur étant le 31/10/2021, c'est la date qui a été retenue comme base des calculs effectués dans un premier temps. On calcule donc en premier lieu des provisions actualisées aux taux d'actualisation en vigueur au 31/10/2021. Etant donné qu'on suppose que la réforme aura lieu début 2024, on calcule également dans un second temps les provisions avec des taux d'actualisation à la date du 31/12/2023 afin d'observer l'évolution des provisions à la veille de



### 3.3. RÉSULTATS DU PROVISIONNEMENT ET COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS<sup>97</sup>

la réforme. Pour le calcul avec les taux à fin 2023, on fait l'hypothèse que le portefeuille d'assurés reste figé au niveau des dates de sinistres, âges et anciennetés. En effet, on considère que, même si le temps passe, des assurés sortent du portefeuille, d'autres avancent dans leur état et des nouveaux sinistrés arrivent dans la base. On fait les mêmes hypothèses pour le scénario 5 : on va effectuer les calculs avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 pour une réforme débutant au 1er septembre 2023.

Le tableau 3.14 récapitule les moyennes des TME pour ces dates ainsi que les taux utilisés pour les garanties arrêt de travail et décès. Pour rappel, le taux de garantie arrêt de travail correspond au maximum à 75% du TME moyen des 24 derniers mois (car les calculs des rentes d'incapacité et d'invalidité sont considérés comme des opérations non-vie) tandis que le taux de garantie décès correspond au maximum à 60% du TME moyen des 6 derniers mois (car les calculs de garanties décès sont considérés comme des opérations d'assurance vie).

TABLE 3.14 – Taux d'actualisation des garanties arrêt de travail et décès (SPAC ACTUAIRES, 2023)

Date	TME moyen des 6 derniers mois	TME moyen des 24 derniers mois	Taux d'actualisation de la garantie décès	Taux d'actualisation de la garantie arrêt de travail
31/10/2021	0,08%	-0,04%	0,00%	-0,03%
30/06/2023	3,08%	1,65%	1,50%	1,23%
31/12/2023	3,19%	2,43%	1,75%	1,82%

Les résultats du provisionnement pour les différents scénarios sont présentés dans les deux sous-parties qui suivent. La première partie comprend les provisions de la base incapacité, d'une part, et les provisions de la base invalidité, d'autre part. Les provisions de la base incapacité correspondent au provisionnement total des personnes actuellement en état d'incapacité tandis que les provisions de la base invalidité correspondent au provisionnement total des personnes actuellement en état d'invalidité. Ainsi, les provisions d'incapacité sont la somme des provisions de maintien en incapacité, de passage en invalidité et de maintien garantie décès en état d'incapacité. De même, les provisions d'invalidité sont la somme des provisions de maintien en invalidité et de maintien garantie décès en état d'invalidité. La seconde partie comprend les provisions totales du portefeuille, incapacité et invalidité mélangés.

Les provisions de la garantie arrêt de travail sont calculées avec des frais de gestion de 3% et celles de la garantie décès sont nettes de frais. Le taux technique et le taux de revalorisation sont nuls. Ces hypothèses proviennent de la base de départ de l'assureur. Les résultats sont également présentés en annexe après calcul avec les tables prolongées du BCAC 2013 afin d'utiliser des tables représentant au mieux la population actuelle bien que celles-ci ne soient pas réglementaires.

#### 3.3.1 Provisions d'incapacité et d'invalidité

Cette sous-partie a pour but de comparer d'une part, l'augmentation des provisions de la base incapacité et d'autre part, l'augmentation des provisions de la base invalidité. L'objectif est d'observer dans quelle base l'impact des réformes est la plus importante. On suppose que la réforme touche d'autant plus la base invalidité étant donné que le maintien en incapacité n'est pas voué à être modifié après réforme. Cependant, les provisions du passage en invalidité des personnes en état d'incapacité est quand même amené à être touché par la réforme.

D'après le tableau 3.15, on constate que la hausse du provisionnement est en effet plus importante pour la base invalidité. Le scénario le plus coûteux est le scénario 2 (passage direct à 65 ans pour

toutes générations confondues) que ça soit pour la base incapacité ou la base invalidité. Au contraire, le scénario le moins coûteux en incapacité comme en invalidité est le scénario 3 (passage progressif à 64 ans). Ces observations sont cohérentes avec l'idée que le décalage graduelle de l'âge légal de départ à la retraite permet d'amoinrir la hausse des provisions. En se concentrant sur la base incapacité, on remarque que le scénario 1 (passage progressif à 65 ans) est plus coûteux que le scénario 4 (passage direct à 64 ans). En revanche, pour la base invalidité, le scénario 4 est plus coûteux que le scénario 1. Ces deux scénarios doivent donc à peu près s'équilibrer au niveau des provisions globales.

TABLE 3.15 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 003 959		708 611	
<b>Scénario 1</b>	1 133 452	12,90%	837 664	18,21%
<b>Scénario 2</b>	1 185 200	18,05%	914 535	29,06%
<b>Scénario 3</b>	1 101 753	9,74%	810 257	14,34%
<b>Scénario 4</b>	1 125 353	12,09%	846 244	19,42%

On observe à présent les résultats du provisionnement du tableau 3.16 qui diffère uniquement par les méthodes de prolongement des tables utilisées. Les provisions du scénario actuel sont plus élevées avec les tables prolongées par modèle de Kannisto. En revanche, pour les scénarios de réforme des retraites, les provisions sont plus faibles avec ces tables. La hausse du provisionnement est donc atténué que ça soit pour la base incapacité ou la base invalidité, comparée à la hausse du provisionnement du tableau 3.15. Les tables utilisées pour le calcul des provisions d'invalidité sont donc plus prudentes lorsqu'elles sont prolongées par modèle de Brass. De manière générale, les observations faites précédemment restent vraies pour ces résultats.

TABLE 3.16 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 003 969		710 727	
<b>Scénario 1</b>	1 131 254	12,68%	836 314	17,67%
<b>Scénario 2</b>	1 182 569	17,79%	911 962	28,31%
<b>Scénario 3</b>	1 100 497	9,61%	810 200	14,00%
<b>Scénario 4</b>	1 123 989	11,95%	845 797	19,00%

### 3.3. RÉSULTATS DU PROVISIONNEMENT ET COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS<sup>99</sup>

On s'intéresse maintenant aux provisions calculées à la veille de la réforme présumée pour les scénarios 1 à 4. On considère que la base actuelle est observée au 31/12/2023. D'après le tableau 3.17, au vu de la remontée des taux, les provisions du scénario actuel baissent significativement. On observe une baisse de 13,49% pour les provisions de la base incapacité et de 10,36% pour les provisions de la base invalidité. Le constat global est toujours le même entre les différents scénarios. Cependant, la remontée des taux permet une hausse des provisions plus limitée que dans les cas précédents où le calcul est effectué au 31/10/2021.

TABLE 3.17 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	868 525		635 164	
<b>Scénario 1</b>	963 242	10,91%	737 438	16,10%
<b>Scénario 2</b>	1 008 138	16,07%	805 923	26,88%
<b>Scénario 3</b>	941 894	8,45%	717 510	12,96%
<b>Scénario 4</b>	962 910	10,87%	750 344	18,13%

De même, pour le provisionnement calculé avec les taux au 31/12/2023 et les tables prolongées par modèle de Kannisto (tableau 3.18), on observe une baisse des provisions du scénario actuel de 13,52% pour la base incapacité et de 10,39% pour la base invalidité. La baisse est légèrement plus importante dans ce cas-ci. Contrairement à l'observation faite entre les deux premiers tableaux, le changement de tables dans la méthode de calcul provoque cette fois-ci une baisse des provisions de la base incapacité pour le scénario actuel. Pour le reste des scénarios, les provisions sont toujours plus faibles par rapport au tableau précédent sauf pour les provisions en invalidité du scénario 3. Il est aussi intéressant de remarquer que la hausse des provisions d'incapacité du scénario 1 est ici moins importante que la hausse des provisions du scénario 4. De manière générale, la hausse des provisions est moins importante avec ce jeu de tables que les tables prolongées par modèle de Brass et TD 88-90.

TABLE 3.18 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	868 253		636 895	
<b>Scénario 1</b>	961 487	10,74%	736 529	15,64%
<b>Scénario 2</b>	1 006 014	15,87%	803 935	26,23%
<b>Scénario 3</b>	940 756	8,35%	717 542	12,66%
<b>Scénario 4</b>	961 677	10,76%	750 022	17,76%

Les deux derniers tableaux permettent de comparer le scénario actuel avec le scénario 5, le scénario le plus probable de réforme. Les calculs de provisionnement sont effectués au 30/06/2023. Les taux étant moins élevés qu'au 31/12/2023, la baisse des provisions pour le scénario actuel (tableau 3.19) n'est que de 9,77% pour la base incapacité et 7,45% pour la base invalidité. En terme de coût, la hausse des provisions du scénario 5 est du même ordre de grandeur que celle du scénario 3 étant donné que les deux scénarios sont similaires. Les deux prévoient un décalage de l'âge légal de départ à la retraite à 64 ans avec un décalage progressif mais celui-ci ne commence pas au même moment et la cadence de décalage n'est pas la même.

TABLE 3.19 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	905 906		655 801	
<b>Scénario 5</b>	985 574	8,79%	743 777	13,41%

Pour les provisions du scénario actuel calculées avec les taux au 30/06/2023 et les tables prolongées par modèle de Kannisto (tableau 3.20), la baisse est de 9,79% pour la base incapacité et de 7,48% pour la base invalidité. Les provisions de la base incapacité sont moins élevées que dans le tableau précédent, tandis que les provisions de la base invalidité sont plus élevées. En revanche, la hausse des provisions pour le scénario 5 est très similaire dans les deux cas.

TABLE 3.20 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	905 662		657 580	
<b>Scénario 5</b>	984 628	8,72%	743 853	13,12%

Grâce à ces différents résultats, on constate en effet que les impacts sur les provisions de la base invalidité sont d'autant plus importants. Si la réforme ne touchait pas les invalidités en cours, cela serait donc un gros gain d'argent pour les assureurs. Les scénarios extrêmes (scénario 2 et 3) donnent des résultats cohérents. En ce qui concerne les scénarios 1 et 4 qui ont tendance à s'invertir en terme de coût, la sous-partie suivante présentant les résultats au global permet d'observer lequel de ces scénarios est le plus coûteux pour les assureurs.

### 3.3.2 Provisions au global

Avec un calcul au 31/10/2021 et les tables prolongées par modèle de Brass et TD 88-90, la hausse des provisions globales se situe entre 11% et 23% selon les scénarios étudiés (tableau 3.21). Finalement, le scénario 1 est très légèrement moins coûteux que le scénario 4 en terme de hausse du provisionnement total. Comme vu précédemment, le scénario 3 est le moins coûteux et le scénario 2 est le plus coûteux. Les provisions calculées avec les tables prolongées par modèle de Kannisto donnent des résultats similaires (tableau 3.22). Comme remarqué dans la partie précédente, les provisions du scénario actuel sont légèrement plus importantes mais, pour les autres scénarios, elles sont plus basses. On a donc une augmentation moins marquante des provisions globales avec ces tables.

TABLE 3.21 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 712 571	
<b>Scénario 1</b>	1 971 117	15,10%
<b>Scénario 2</b>	2 099 735	22,61%
<b>Scénario 3</b>	1 912 011	11,65%
<b>Scénario 4</b>	1 971 597	15,12%

TABLE 3.22 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 714 696	
<b>Scénario 1</b>	1 967 568	14,75%
<b>Scénario 2</b>	2 094 532	22,15%
<b>Scénario 3</b>	1 910 698	11,43%
<b>Scénario 4</b>	1 969 786	14,88%

Le calcul au 31/12/2023 avec les tables prolongées par modèle de Brass et TD 88-90 (tableau 3.23) donne une baisse de 12,20% des provisions globales pour le scénario actuel par rapport à octobre 2021 tandis que le calcul avec les tables prolongées par modèle de Kannisto (tableau 3.24) donne une baisse de 12,22%. Les constats au niveau de la hausse des provisions restent similaires aux précédents. Le scénario 1 est moins coûteux que le scénario 4 au global mais la différence est plus marquée avec le calcul au 30/06/2023. De même, les différences entre les calculs pour les deux jeux de tables prolongées se retrouvent ici. La hausse des provisions est plus atténuée avec les tables prolongées par modèle de Kannisto.

TABLE 3.23 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecarts par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 503 690	
<b>Scénario 1</b>	1 700 681	13,10%
<b>Scénario 2</b>	1 814 062	20,64%
<b>Scénario 3</b>	1 659 405	10,36%
<b>Scénario 4</b>	1 713 255	13,94%

TABLE 3.24 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecarts par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 505 148	
<b>Scénario 1</b>	1 698 017	12,81%
<b>Scénario 2</b>	1 809 949	20,25%
<b>Scénario 3</b>	1 658 299	10,18%
<b>Scénario 4</b>	1 711 700	13,72%

La baisse des provisions globales pour le scénario actuel avec les taux au 30/06/2023 sont respectivement de 8,81% et 8,83% pour les tables prolongées par Brass/TD 88-90 et par Kannisto (tableaux 3.25 et 3.26). La hausse des provisions globales pour le scénario de réforme 5 par rapport au scénario actuel est similaire à la hausse observée pour le scénario 3 au 31/12/2023. La hausse est toujours légèrement plus importante lorsqu'elle est calculée avec les tables prolongées par modèle de Brass et TD 88-90.

TABLE 3.25 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecarts par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 561 708	
<b>Scénario 5</b>	1 729 352	10,73%

TABLE 3.26 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2010 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 563 243	
<b>Scénario 5</b>	1 728 482	10,57%

Au regard du provisionnement global, le scénario 3 reste le moins coûteux suivi de près par le scénario 5. Dans le cadre de ces scénarios, la réforme des retraites impliquerait donc une augmentation d'environ 10% des provisions globales de l'assureur avec une hausse de 8% pour la base incapacité et de 13% pour la base invalidité. Les résultats des scénarios 1 et 4 s'équilibrent; il n'y en a pas un qui est particulièrement plus coûteux pour l'assureur. Globalement, les scénarios de réforme des retraites par décalage progressif de l'âge de départ restent moins coûteux et donc plus appropriés pour une réforme du point de vue de l'assureur. Le contexte de hausse des taux est un avantage pour les assureurs car il permet d'atténuer la hausse des provisions en cas de réforme. Enfin, les méthodes de prolongement ont un impact peu significatif en terme de hausse des provisions mais ont un impact en terme de montant. Il est donc important de prendre en compte ce facteur dans le cadre d'une réforme des retraites et d'un allongement des tables.

Les mêmes tableaux de résultats sont établis en annexe pour le calcul des provisions avec les tables du BCAC 2013 extrapolées F.1. On remarque une baisse importante des provisions pour incapacité mais une légère hausse des provisions pour invalidité par rapport aux calculs réalisés avec les tables du BCAC 2010 extrapolées. Les provisions au global sont donc tout de même plus faibles pour les calculs effectués avec les tables de 2013, mais les évolutions de provisions après réforme sont plus importantes. Les tables du BCAC 2013 traduisent donc un plus fort impact sur les provisions d'arrêt de travail en cas de réforme malgré un montant total moins élevé. Les tendances observées entre les différents scénarios pour les provisions calculées avec les tables du BCAC 2010 restent vraies dans ces cas-là également.

L'étape suivant le calcul du nouveau provisionnement est d'observer quels sont les impacts au niveau de la comptabilité de l'assureur pour les années suivants la réforme. La dernière section détaille une méthode pour faire face à l'augmentation soudaine des provisions mathématiques de l'assureur.

### 3.4 Impact de la réforme sur la comptabilité de l'assureur

Afin d'observer l'impact des différents scénarios sur le bilan de l'assureur, un lissage selon la méthode 1 présentée dans le tableau 2.9 du chapitre précédent est effectué. Les provisions utilisées dans cette section sont celles calculées avec le taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables prolongées par modèle de Brass et table de mortalité TD88-90. Ainsi, on se place dans le cas où l'assureur se trouve à la veille de la réforme supposée pour les scénarios 1 à 4. Dans un premier temps, les résultats globaux du provisionnement par génération pour chaque scénario sont présentés. Ces totaux vont permettre par la suite de pouvoir appliquer le lissage pour les scénarios 1 et 3. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.27. Les provisions pour les générations nées avant 1962 sont identiques pour l'ensemble des scénarios étant donné qu'il s'agit de générations qui ne seront pas touchées par les réformes.

TABLE 3.27 – Résultats du provisionnement total par génération pour chaque scénario

	Scénario actuel	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
<b>Génération antérieures au 01/01/1962</b>	60 977 K	60 977 K	60 977 K	60 977 K	60 977 K
<b>Génération 1962</b>	40 246 K	44 194 K	74 720 K	44 194 K	63 577 K
<b>Génération 1963</b>	54 854 K	63 044 K	90 631 K	63 044 K	79 061 K
<b>Génération 1964</b>	60 343 K	70 915 K	91 153 K	70 915 K	81 181 K
<b>Génération 1965</b>	62 254 K	73 985 K	88 085 K	73 985 K	79 724 K
<b>Génération 1966</b>	62 246 K	74 680 K	84 269 K	74 680 K	77 126 K
<b>Génération 1967</b>	64 870 K	78 042 K	84 363 K	78 042 K	78 042 K
<b>Génération 1968</b>	59 295 K	71 481 K	74 847 K	69 799 K	69 799 K
<b>Génération 1969</b>	65 991 K	79 649 K	81 306 K	76 337 K	76 337 K
<b>Génération 1970 et postérieures</b>	972 610 K	1 083 707 K	1 083 707 K	1 047 426 K	1 047 426 K

Pour le scénario 1, qui établit un décalage trimestriel de l'âge légal de départ à la retraite de 62 à 65 ans à partir de la génération de personnes nées en 1962, le lissage des provisions s'effectue sur 9 ans. A fin 2023, l'ensemble des provisions sans réforme doit être provisionné soit un total de 1 620 605 524 €. Se rajoute à ce total l'écart existant pour la génération 1962 qui doit être totalement provisionné à fin 2023. Cela représente un coût de 4 946 925 €. A fin 2023, on provisionne donc 1 625 552 449 €. Pour le reste des générations, on provisionne au minimum un huitième des écarts par année comme décrit dans le tableau 3.28. Les résultats du provisionnement par génération et par année sont présentés dans le tableau 3.29 ainsi que le total de l'écart à rajouter aux provisions de base pour chaque fin d'année. Par soucis de place, les colonnes des tableaux sont nommées "Gannée" pour "Génération année".

TABLE 3.28 – Pourcentages alloués aux écarts par génération pour le lissage du scénario 1

	G1963	G1964	G1965	G1966	G1967	G1968	G1969	G1970 et plus
<b>Fin 2024</b>	50%	34%	25%	20%	17%	15%	12,5%	12,5%
<b>Fin 2025</b>	100%	67%	50%	40%	34%	30%	25%	25%
<b>Fin 2026</b>		100%	75%	60%	50%	45%	37,5%	37,5%
<b>Fin 2027</b>			100%	80%	67%	60%	50%	50%
<b>Fin 2028</b>				100%	84%	75%	62,5%	62,5%
<b>Fin 2029</b>					100%	90%	75%	75%
<b>Fin 2030</b>						100%	87,5%	87,5%
<b>Fin 2031</b>							100%	100%



TABLE 3.29 – Résultats du lissage du scénario 1

	G1963	G1964	G1965	G1966	G1967	G1968	G1969	G1970 et plus	Total
<b>Fin 2024</b>	4 095 K	3 594 K	2 932 K	2 486 K	2 239 321,54	1 828 K	1 707 K	13 887 K	32 771 K
<b>Fin 2025</b>	4 095 K	3 488 K	2 932 K	2 486 K	2 239 K	1 828 K	1 707 K	13 887 K	32 665 K
<b>Fin 2026</b>		3 488 K	2 932 K	2 486 K	2 107 K	1 828 K	1 707 K	13 887 K	28 438 K
<b>Fin 2027</b>			2 932 K	2 486 K	2 239 K	1 828 K	1 707 K	13 887 K	25 081 K
<b>Fin 2028</b>				2 486 K	2 239 K	1 828 K	1 707 K	13 887 K	22 148 K
<b>Fin 2029</b>					2 107 K	1 828 K	1 707 K	13 887 K	19 530 K
<b>Fin 2030</b>						1 218 K	1 707 K	13 887 K	16 813 K
<b>Fin 2031</b>							1 707 K	13 887 K	15 594 K

Pour le scénario 3, qui établit un décalage trimestriel de l'âge légal de départ à la retraite de 62 à 64 ans à partir de la génération de personnes nées en 1962, le lissage des provisions s'effectue sur 6 ans. Le principe est donc exactement le même que présenté en théorie pour la méthode de lissage 1 de la section précédente (tableau 2.9). Il s'agit du même lissage que proposé pour la réforme des retraites de 2010. Tout comme dans le scénario 1, à fin 2022, l'ensemble des provisions est la somme des provisions avant réforme et du surplus de provisions pour la génération 1961 ce qui représente un total de 1 625 552 449 €. Pour le reste des générations, on provisionne au minimum un cinquième des écarts par année. Les résultats du provisionnement par génération et par année sont présentés dans le tableau 3.30 ainsi que le total de l'écart à rajouter aux provisions de base pour chaque fin d'année.

TABLE 3.30 – Résultats du lissage du scénario 3

	Génération 1963	Génération 1964	Génération 1965	Génération 1966	Génération 1967 et postérieures	Total
<b>Fin 2024</b>	4 095 K	3 594 K	2 932 K	2 486 K	21 767 K	34 877 K
<b>Fin 2025</b>	4 095 K	3 488 K	2 932 K	2 486 K	21 767 K	34 771 K
<b>Fin 2026</b>		3 488 K	2 932 K	2 486 K	21 767 K	30 676 K
<b>Fin 2027</b>			2 932 K	2 486 K	21 767 K	27 187 K
<b>Fin 2028</b>				2 486 K	21 767 K	24 254 K

Pour chacun des deux scénarios, les provisions supplémentaires à comptabiliser pour chaque fin d'année sont légèrement décroissantes. Cette méthode permet à l'assureur de provisionner sur plusieurs années avec une certaine stabilité. Les lissages sur plusieurs années des scénarios 2 et 4 ne sont pas proposés car ce sont des scénarios fictifs qui ne risquent pas d'arriver. Ces exemples ont été pris pour montrer la différence d'impact et les bénéfices d'un décalage trimestriel pour une réforme des retraites.



# Conclusion

Le contexte démographique actuel français pose la question de la stabilité du régime de retraite. Les débats qui ont émergés lors des élections présidentielles laissent peu de doute quant à un prochain recul de l'âge légal de départ en retraite. Les organismes d'assurance proposant des garanties de prévoyance en complément de celles proposées par la Sécurité Sociale seront directement impactés par une réforme des retraites. Parmi les garanties proposées, on retrouve les garanties d'arrêt de travail permettant le versement de pensions aux assurés en état d'incapacité ou d'invalidité et ce jusqu'au départ en retraite. Elles sont accompagnées d'une garantie décès qui permet le versement d'un capital aux ayants droits en cas de décès de l'assuré se trouvant dans un de ces deux états. L'objectif de ce mémoire est d'observer l'effet d'une augmentation de l'âge d'ouverture des droits à la retraite sur les provisions de l'assureur pour des contrats de garanties arrêt de travail et décès en arrêt de travail. La dernière réforme annoncée en phase d'été adoptée ne prend finalement en compte aucune réforme au niveau des invalidités en cours ou futures. La réforme n'aura donc finalement pas d'impact pour les assurés puisque les personnes en état d'invalidité pourront continuer de partir à la retraite au taux plein à l'âge de 62 ans. Le début de cette étude ayant commencé avant l'annonce claire d'un quelconque scénario de réforme, l'ensemble des résultats et des conclusions suppose toujours un impact sur l'invalidité.

Pour effectuer cette étude, plusieurs étapes ont été nécessaires. Il a tout d'abord fallu réaliser un prolongement des tables réglementaires du BCAC utilisées pour les calculs des provisions techniques en incapacité et invalidité. Grâce à ces nouvelles tables, de nouvelles provisions ont été calculées sur une base initiale d'assurés en arrêt de travail selon les différents scénarios retenus. Enfin, les provisions supplémentaires observées ont été lissées dans les comptes sur plusieurs années selon une des méthodes retenues par l'Institut des Actuaire lors de la précédente réforme de 2010. Les résultats obtenus donnent un aperçu aux assureurs pour anticiper la possible prochaine réforme. En considérant les scénarios 3 ou 5 qui sont les scénarios les plus probables, une hausse d'environ 10% des provisions globales est observée. Le scénario 1 avec un recul trimestriel de l'âge de départ à 65 ans prévoit quant à lui une augmentation d'environ 13% des provisions globales. Cela représente entre 150 et 200 millions de provisions supplémentaires pour les différents scénarios. Ces provisions sont être lissées dans les comptes sur un certain nombre d'années à raison de plusieurs dizaines de millions d'euros supplémentaires par an.

Les résultats du provisionnement obtenus pour les différents scénarios doivent être nuancés. En effet, les provisions calculées dépendent de plusieurs paramètres et les résultats reposent donc sur les choix qui ont été faits dans ce mémoire. Les résultats sont tout d'abord dépendants des tables utilisées pour le calcul du provisionnement. Des choix de prolongement des tables ont été faits mais il existe d'autres méthodes qui pourraient être explorées. Il en va de même en ce qui concerne les méthodes de lissage, paramétrique ou non-paramétrique, comme le modèle de Makeham ou l'utilisation de splines. Comme démontré dans le dernier chapitre, les résultats sont également influencés par la valeur des taux d'actualisation en vigueur à la date de calcul du provisionnement. L'incertitude sur les modalités de la prochaine réforme oblige à choisir une date pour les calculs qui pourrait être différente de la

réalité. En considérant que la hausse actuelle des taux se poursuit dans le futur, l'impact de la réforme pourra en être d'autant plus atténué.

Une étude parallèle sur la tarification de ces contrats pourrait être intéressante. L'assureur peut jouer sur une augmentation des cotisations pour compenser les coûts supplémentaires liés à la réforme. On pourrait également s'intéresser à d'autres garanties impactées par un recul de l'âge de départ en retraite. Par exemple, l'assurance emprunteurs qui couvre les assurés ayant effectués un prêt en cas de décès mais également en cas d'arrêt de travail.

# Bibliographie

- APROBERTS, L. (2007). Les logiques des systèmes de retraite en Europe. *Retraite et société*. 2007/1.50, p. 9-33.
- ARNAUD, F. (2021). Les retraités et les retraites. Panoramas de la DREES social.
- AUBERT, P., KHUN, L. et SOLARD, G. (2016). Invalidité et minima sociaux : quels effets du passage de la retraite de 60 à 62 ans ? Les dossiers de la DREES. 6.
- BCAC (2002). Provisionnement de la couverture décès des personnes en arrêt de travail : note technique. Rapp. tech.
- BIESSY, G. (2022). Groupe de travail de l'Institut des actuaires - Prévoyance - Extrapolation des lois d'arrêt de travail, p. 14.
- BIZARD, F. (2017). Histoire de la protection sociale en France. *fredericbizard.com*.
- BLANPAIN, N. et BUISSON, G. (2016). Projections de population 2013-2070 pour la France. Rapp. tech. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2400057>.
- CODE DU TRAVAIL NUMÉRIQUE (2022). En cas d'arrêt maladie du salarié, l'employeur doit-il assurer le maintien de salaire ? Rapp. tech. URL : <https://code.travail.gouv.fr/contribution/en-cas-darret-maladie-du-salarie-lemployeur-doit-il-assurer-le-maintien-de-salaire>.
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN - SERVICE DES AFFAIRES SOCIALES (1991). Livre blanc sur les retraites. Paris.
- CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES (2021). Evolutions et perspectives des retraites en France. Rapport annuel du COR.
- CÔTÉ, S. (2016). Modèles additifs généralisés dans la modélisation de l'impact du kilométrage et de l'exposition au risque en assurance automobile.
- DECREUSEFOND, A. (2012). Evolution de l'âge de la retraite : impact sur les régimes prévoyance (régimes collectifs de salariés).
- DIRECTION DE L'INFORMATION LÉGALE ET ADMINISTRATIVE (2018). Les différentes réformes des retraites de 1993 à 2014. *vie-publique.fr*.
- DREES (2022). URL : <https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr/pages/accueil/>.
- EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS. (2021). The 2021 ageing report: economic & budgetary projections for the EU Member States (2019 - 2070). Publications Office.
- EUROSTAT (2022). Taux d'emploi des personnes âgées, tranche d'âge 55-64 ans. Rapp. tech. URL : <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tesem050/default/table?lang=fr>.
- GONZALEZ, L., HÉAM, J.-C., MIKOU, M. et PORTELA, M. (2020). La protection sociale en France et en Europe en 2018. Panoramas de la DREES social.
- IGOTZ, A. et ANNE, R. (2010). Lignes directrices de la construction des lois de maintien en incapacité et en invalidité. Rapp. tech.
- INSTITUT DES ACTUAIRES (2011). Réforme des retraites - Avis technique numéro 2011-01 - Version 1. Rapp. tech.

- JORF (2017). ANI (Accord National Interprofessionnel) du 17 novembre 2017 relatif à la prévoyance des cadres.
- KOUBI, M. et MARRAKCHI, A. (2017). Projections à l'horizon 2070. Rapp. tech. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2844302>.
- L'ASSURANCE MALADIE (2022). Ameli. URL : <https://www.ameli.fr/assure>.
- MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ (2010). Arrêté du 24 décembre 2010 fixant les règles de provisionnement des garanties d'incapacité de travail, d'invalidité et de décès.
- PAPON, S. et BEAUMEL, C. (2020). Bilan démographique 2019. Rapp. tech. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4281618>.
- PAPON, S. et BEAUMEL, C. (2021). Bilan démographique 2020. Rapp. tech. URL : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5347620>.
- PLANCHET, F. (2020). Modèles de durée - Arrêt de travail.
- PLANCHET, F. (2023). Fonction de lissage de Whittaker-Henderson en dimension 1 et 2. URL : <http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/fp-isfa.nsf/34a14c286dfb0903c1256ffd00502d73/041c5a177d963c7fc12573b5002387b4?OpenDocument>.
- PREVISSIMA (2022). Prévoyance : arrêt de travail, décès... *previssima.fr*.
- QUASHIE, A. et DENUIT, M. (2005). Modèles d'extrapolation de la mortalité aux grands âges. Rapp. tech.
- R CORE TEAM (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL : <https://www.R-project.org/>.
- SECRETARIAT GÉNÉRAL DU CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES (2022). Âges et durées de retraite dans les pays suivis par le COR. Rapp. tech. 3.
- SEVCIKOVA, H., LI, N. et GERLAND, P. (2022). MortCast: Estimation and Projection of Age-Specific Mortality Rates. R package version 2.7-0. URL : <https://CRAN.R-project.org/package=MortCast>.
- SPAC ACTUAIRES (2023). Historique du TME depuis 1996. Rapp. tech. URL : <https://www.spac-actuaires.fr/lexique/tme-historique-du-tme-depuis-1996/>.
- TOMAS, J. et PLANCHET, F. (2014). Institut des Actuaires - Note de travail - Critères de validation : aspects méthodologiques. Rapp. tech.
- WOOD, S. (2004). Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models. URL : <https://CRAN.R-project.org/package=mgcv>.

## Annexe A

# Tableaux de réglementation pour la retraite

TABLE A.1 – Nombre de trimestres de cotisation pour l’obtention du taux plein (GONZALEZ et al., 2020)

Génération	Salariés du privé et indépendants	Catégories sédentaires de la fonction publique	Catégories actives de la fonction publique
1943	160	150	150
1944	160	152	150
1945	160	154	150
1946	160	156	150
1947	160	158	150
1948	160	160	150
1949	161	161	152
1950	162	162	154
1951	163	163	156
1952	164	164	158
1953	165	165	160
1954	165	165	161
1955	166	166	162
1957	166	166	165
1958	167	167	165
1959-1960	167	167	166
1961	168	168	166
1962-1963	168	168	167
1964-1965	169	169	167
1966	169	169	168
1967-1968	170	170	168
1969	170	170	169
1970-1971	171	171	169
1972	171	171	170
1973-1974	172	172	170
1975-1977	172	172	171
1978 et suivantes	172	172	172

TABLE A.2 – Âge d'annulation de la décote (GONZALEZ et al., 2020)

Génération	Salariés du privé et indépendants	Catégories sédentaires de la fonction publique	Catégories actives de la fonction publique
1945	65 ans	sans objet	sans objet
1946	65 ans	61 ans	sans objet
1947	65 ans	61 ans et mois	sans objet
1948	65 ans	62 ans	sans objet
1949	65 ans	62 ans et 3 mois	sans objet
1950	65 ans	62 ans et 6 mois	sans objet
Du 01/01/1951 au 30/06/1951	65 ans	62 ans et 9 mois	56 ans
Du 01/07/1951 au 31/08/1951	65 ans et 4 mois	63 ans et 1 mois	56 ans
Du 01/09/1951 au 31/12/1951	65 ans et 4 mois	63 ans et 4 mois	56 ans
Du 01/01/1952 au 31/03/1952	65 ans et 9 mois	63 ans et 9 mois	56 ans et 6 mois
Du 01/04/1952 au 31/12/1952	65 ans et 9 mois	64 ans	56 ans et 6 mois
Du 01/01/1953 au 31/10/1953	66 ans et 2 mois	64 ans et 8 mois	57 ans
Du 01/11/1953 au 31/12/1953	66 ans et 2 mois	64 ans et 11 mois	57 ans
Du 01/01/1954 au 31/05/1954	66 ans et 7 mois	65 ans et 4 mois	57 ans et 3 mois
Du 01/06/1954 au 31/12/1954	66 ans et 7 mois	65 ans et 7 mois	57 ans et 3 mois
1955	67 ans	66 ans et 3 mois	57 ans et 3 mois
Du 01/01/1956 au 30/06/1956	67 ans	66 ans et 6 mois	57 ans et 9 mois
Du 01/07/1956 au 31/08/1956	67 ans	66 ans et 6 mois	58 ans et 1 mois
Du 01/09/1956 au 31/12/1956	67 ans	66 ans et 6 mois	58 ans et 4 mois
Du 01/01/1957 au 31/03/1957	67 ans	66 ans et 9 mois	58 ans et 9 mois
Du 01/04/1957 au 31/12/1957	67 ans	66 ans et 9 mois	59 ans
Du 01/01/1958 au 31/10/1958	67 ans	67 ans	59 ans et 8 mois
Du 01/11/1958 au 31/12/1958	67 ans	67 ans	59 ans et 11 mois
Du 01/01/1959 au 31/05/1959	67 ans	67 ans	60 ans et 4 mois
Du 01/06/1959 au 31/12/1959	67 ans	67 ans	60 ans et 7 mois
1960	67 ans	67 ans	61 ans et 3 mois
1961	67 ans	67 ans	61 ans et 6 mois
1962	67 ans	67 ans	61 ans et 9 mois
1963 et suivantes	67 ans	67 ans	62 ans



## Annexe B

# Graphiques pour le choix de la variable Y en régression linéaire

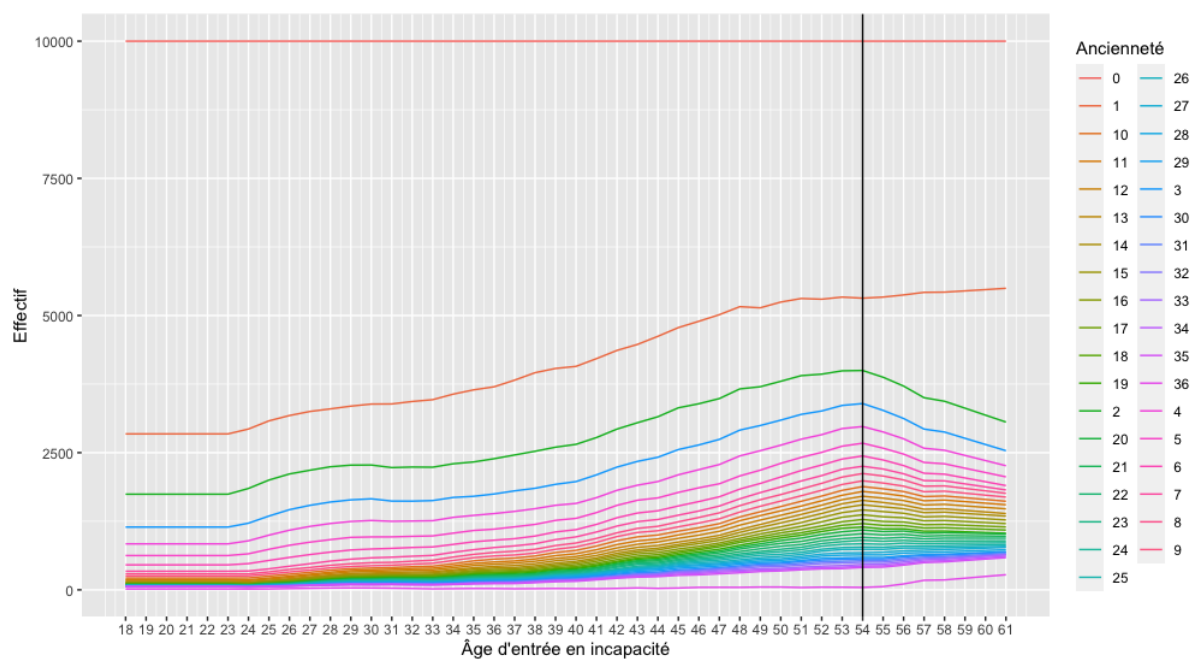


FIGURE B.1 – Répartition des coefficients de maintien en incapacité par ancienneté et âge d'entrée en incapacité

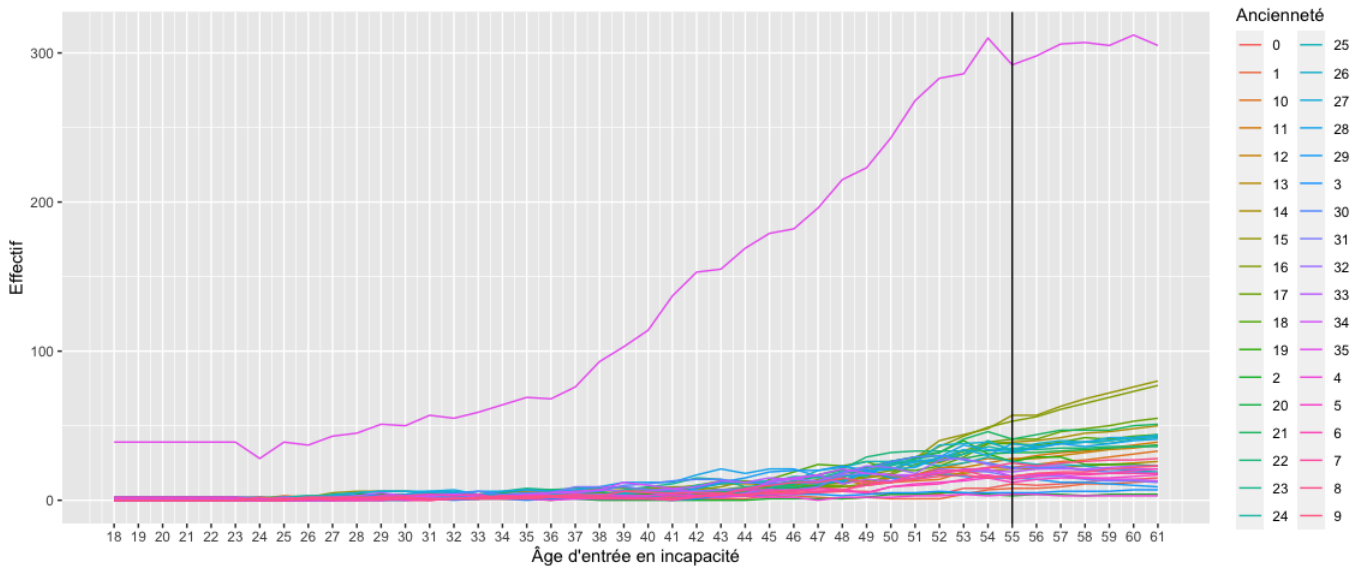


FIGURE B.2 – Répartition des coefficients de passage en invalidité par ancienneté et âge d'entrée en incapacité

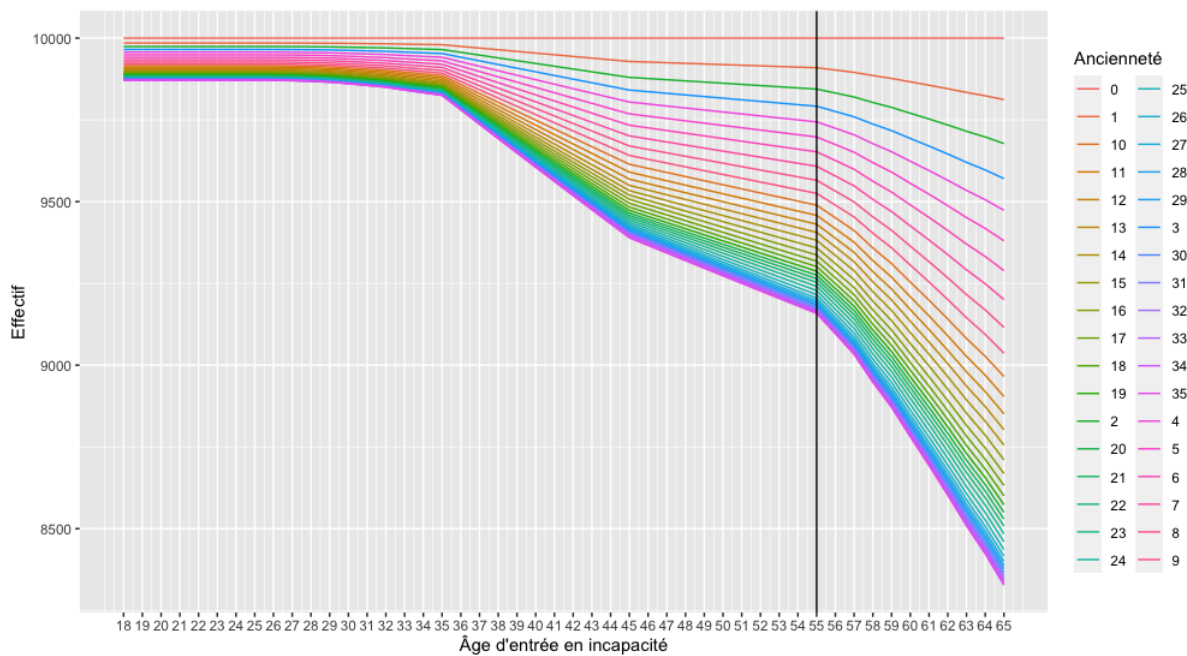


FIGURE B.3 – Répartition des coefficients de décès en incapacité par ancienneté et âge d'entrée en incapacité

## Annexe C

# Tables prolongées par modèle de Brass

TABLE C.1 – Table de maintien en incapacité du BCAC 2010 extrapolée par modèle de Brass

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	5519.98	5543.93	5567.86	5591.76	5615.63	5639.48	5663.29	5687.08	5710.83
2	2929.11	2798.06	2665.62	2532.56	2399.66	2267.69	2137.38	2009.42	1884.42
3	2421.19	2305.20	2188.69	2072.32	1956.76	1842.63	1730.52	1621.00	1514.55
4	2165.67	2067.59	1968.36	1868.60	1768.92	1669.91	1572.14	1476.15	1382.42
5	1977.19	1893.09	1807.29	1720.34	1632.85	1545.39	1458.51	1372.74	1288.56
6	1827.14	1751.92	1674.84	1596.46	1517.32	1437.95	1358.87	1280.60	1203.58
7	1761.00	1696.74	1628.98	1558.47	1485.95	1412.14	1337.71	1263.29	1189.47
8	1707.84	1651.34	1590.37	1525.76	1458.34	1388.91	1318.24	1247.03	1175.93
9	1647.08	1598.08	1543.88	1485.35	1423.36	1358.74	1292.32	1224.83	1156.99
10	1576.21	1531.42	1481.45	1427.12	1369.26	1308.69	1246.17	1182.44	1118.17
11	1516.26	1475.52	1429.56	1379.15	1325.10	1268.19	1209.17	1148.76	1087.62
12	1442.60	1403.51	1359.46	1311.21	1259.52	1205.14	1148.77	1091.11	1032.78
13	1355.97	1315.64	1270.73	1222.01	1170.22	1116.09	1060.33	1003.60	946.50
14	1313.71	1277.82	1237.05	1192.14	1143.86	1092.92	1040.04	985.90	931.13
15	1246.00	1212.64	1174.61	1132.60	1087.33	1039.47	989.71	938.69	887.00
16	1184.09	1154.87	1120.95	1082.99	1041.66	997.62	951.52	903.97	855.56
17	1125.27	1099.33	1068.77	1034.20	996.25	955.53	912.67	868.25	822.85
18	1070.54	1046.11	1017.28	984.61	948.70	910.14	869.51	827.39	784.31
19	1012.82	989.95	962.88	932.17	898.37	862.05	823.76	784.03	743.37
20	1005.76	985.43	960.02	930.36	897.24	861.34	823.32	783.76	743.20
21	966.85	949.62	927.24	900.53	870.22	836.99	801.47	764.23	725.83
22	933.71	920.15	901.20	877.64	850.21	819.59	786.40	751.24	714.67
23	886.09	873.22	855.23	832.88	806.85	777.78	746.28	712.92	678.22
24	853.12	843.25	828.15	808.56	785.13	758.48	729.22	697.89	665.04
25	823.94	817.64	805.84	789.23	768.48	744.23	717.07	687.60	656.35
26	794.17	789.26	778.98	763.97	744.87	722.27	696.76	668.89	639.21
27	779.88	778.62	771.11	758.20	740.66	719.22	694.56	667.32	638.09
28	736.33	734.90	727.59	715.18	698.41	677.98	654.52	628.65	600.92
29	703.58	704.55	699.69	689.73	675.34	657.20	635.91	612.07	586.22
30	693.41	696.02	692.60	683.87	670.55	653.29	632.75	609.52	584.18
31	671.62	675.59	673.61	666.36	654.51	638.70	619.56	597.66	573.57
32	653.66	659.63	659.55	654.08	643.86	629.54	611.71	590.99	567.92
33	652.56	659.23	659.40	654.03	643.85	629.53	611.71	590.99	567.92
34	626.98	635.30	637.24	633.68	625.31	612.76	596.64	577.51	555.94
35	603.40	612.42	615.28	612.78	605.57	594.25	579.38	561.53	541.22
36	303.10	328.34	350.47	369.18	384.19	395.32	402.51	405.81	405.38

TABLE C.2 – Table de maintien en incapacité du BCAC 2013 extrapolée par modèle de Brass

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	6710.30	6698.08	6667.83	6647.10	6626.32	6605.47	6584.56	6563.58	6542.55
2	4997.93	4975.19	4949.99	4930.55	4911.08	4891.58	4872.05	4852.50	4832.92
3	4014.24	3982.71	3963.34	3957.17	3950.84	3944.35	3937.70	3930.88	3923.90
4	3396.09	3358.49	3334.75	3324.55	3314.19	3303.67	3293.01	3282.19	3271.23
5	2965.43	2926.43	2894.75	2879.51	2864.09	2848.50	2832.75	2816.83	2800.75
6	2639.15	2603.97	2568.66	2536.72	2503.93	2470.28	2435.78	2400.41	2364.18
7	2376.95	2346.53	2312.75	2271.38	2229.02	2185.69	2141.41	2096.20	2050.08
8	2159.27	2133.55	2098.67	2045.56	1991.14	1935.45	1878.56	1820.53	1761.43
9	1972.59	1952.10	1914.87	1855.82	1795.60	1734.28	1671.98	1608.80	1544.87
10	1808.09	1790.26	1754.39	1692.84	1630.39	1567.14	1503.24	1438.81	1374.01
11	1663.14	1647.52	1616.00	1559.51	1502.18	1444.10	1385.40	1326.20	1266.64
12	1533.67	1517.33	1487.03	1442.78	1396.76	1349.11	1300.00	1249.62	1198.14
13	1419.53	1404.51	1372.88	1335.28	1295.74	1254.41	1211.45	1167.02	1121.29
14	1319.36	1306.24	1270.16	1227.40	1182.77	1136.45	1088.65	1039.58	989.48
15	1228.49	1212.68	1166.37	1116.40	1064.51	1010.96	956.05	900.09	843.43
16	1141.04	1119.96	1063.90	1004.33	942.64	879.26	814.67	749.42	684.08
17	1062.05	1034.34	968.05	894.71	818.54	740.37	661.19	582.19	504.70
18	993.32	958.17	879.76	792.76	702.75	611.31	520.41	432.33	349.48
19	933.90	895.04	806.63	702.02	593.38	484.08	378.55	281.77	198.36
20	880.00	842.58	747.79	633.01	515.53	400.32	293.48	201.04	127.44
21	828.23	791.43	694.66	586.29	476.00	368.45	269.21	183.77	116.08
22	776.46	736.02	641.46	547.51	448.85	350.35	257.83	177.10	112.46
23	724.77	677.77	587.22	508.57	422.05	332.83	247.05	170.92	109.19
24	676.23	625.10	538.09	473.73	398.45	317.67	237.91	165.79	106.53
25	634.29	580.23	500.10	439.94	369.75	294.55	220.42	153.47	98.54
26	597.16	545.20	468.85	404.99	332.59	257.34	185.66	123.54	75.01
27	562.77	515.65	442.49	382.61	314.53	243.60	175.93	117.17	71.21
28	528.38	486.63	421.91	370.56	307.85	240.13	174.24	116.42	70.91
29	492.81	454.71	397.49	356.43	300.18	236.23	172.41	115.63	70.59
30	456.57	420.63	369.97	340.50	291.59	231.94	170.42	114.78	70.27
31	420.16	385.18	340.16	323.03	282.18	227.26	168.29	113.89	69.93
32	384.04	349.13	308.88	304.33	272.03	222.23	166.01	112.95	69.58
33	348.64	313.19	276.97	284.70	261.25	216.87	163.59	111.96	69.21
34	307.48	270.99	238.86	260.42	247.75	210.18	160.60	110.75	68.78
35	264.06	226.50	198.23	233.11	232.20	202.43	157.16	109.39	68.29
36	234.79	196.84	171.00	213.46	220.47	196.39	154.42	108.28	67.89

TABLE C.3 – Table de passage en invalidité du BCAC 2010 extrapolée par modèle de Brass

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	16.07	17.22	18.45	19.77	21.18	22.69	24.31	26.04	27.90
1	14.08	15.26	16.52	17.90	19.39	21.00	22.74	24.63	26.67
2	3.99	3.97	3.94	3.89	3.84	3.78	3.71	3.63	3.54
3	6.98	6.94	6.89	6.81	6.72	6.61	6.48	6.34	6.19
4	2.99	2.97	2.95	2.92	2.88	2.83	2.77	2.71	2.64
5	18.01	19.02	20.03	21.03	22.01	22.96	23.89	24.79	25.64
6	21.98	22.94	23.87	24.77	25.61	26.41	27.15	27.83	28.45
7	17.93	17.80	17.60	17.35	17.04	16.68	16.28	15.84	15.36
8	28.91	29.73	30.45	31.06	31.56	31.95	32.24	32.42	32.49
9	23.93	24.79	25.57	26.26	26.86	27.36	27.77	28.09	28.31
10	34.96	36.86	38.70	40.44	42.09	43.63	45.04	46.33	47.47
11	40.91	42.71	44.38	45.92	47.31	48.54	49.61	50.51	51.24
12	38.92	40.75	42.47	44.07	45.54	46.85	48.02	49.03	49.87
13	26.91	27.71	28.41	29.00	29.47	29.83	30.07	30.19	30.21
14	51.81	53.42	54.81	55.97	56.90	57.59	58.04	58.26	58.25
15	83.76	87.23	90.39	93.20	95.64	97.69	99.33	100.57	101.39
16	80.77	84.28	87.48	90.36	92.87	95.00	96.74	98.08	99.01
17	56.77	58.29	59.56	60.55	61.28	61.74	61.94	61.87	61.56
18	44.78	45.35	45.70	45.83	45.75	45.48	45.01	44.37	43.56
19	21.93	20.80	19.63	18.44	17.24	16.05	14.88	13.75	12.65
20	37.75	38.27	38.58	38.68	38.60	38.33	37.90	37.32	36.61
21	51.64	51.94	51.93	51.65	51.11	50.34	49.35	48.19	46.86
22	35.72	35.20	34.48	33.58	32.53	31.36	30.09	28.74	27.34
23	42.69	43.09	43.23	43.12	42.79	42.25	41.51	40.62	39.57
24	45.72	47.17	48.35	49.26	49.90	50.29	50.44	50.35	50.03
25	17.89	16.72	15.52	14.31	13.12	11.97	10.85	9.80	8.80
26	43.64	43.96	43.97	43.70	43.18	42.43	41.48	40.36	39.08
27	43.56	43.72	43.52	43.02	42.25	41.24	40.04	38.67	37.17
28	41.58	41.78	41.64	41.21	40.51	39.60	38.48	37.21	35.81
29	8.01	7.06	6.17	5.35	4.61	3.95	3.36	2.85	2.40
30	16.85	15.62	14.36	13.09	11.85	10.65	9.52	8.47	7.49
31	10.95	9.88	8.84	7.85	6.92	6.05	5.27	4.56	3.92
32	20.75	20.28	19.64	18.87	17.99	17.04	16.04	15.01	13.97
33	22.60	21.94	21.08	20.08	18.99	17.83	16.64	15.44	14.25
34	11.86	10.67	9.51	8.40	7.36	6.40	5.54	4.76	4.06
35	291.33	273.29	252.41	229.89	206.71	183.66	161.39	140.37	120.91

TABLE C.4 – Table de passage en invalidité du BCAC 2013 extrapolée par modèle de Brass

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	7.24	7.53	7.84	8.17	8.50	8.85	9.22	9.60	9.99
1	8.01	8.36	8.71	9.07	9.58	10.00	10.40	10.85	11.30
2	8.74	9.17	9.62	10.11	10.80	11.34	11.89	12.49	13.12
3	9.52	10.06	10.66	11.33	12.24	12.94	13.71	14.57	15.49
4	10.43	11.07	11.79	12.61	13.82	14.67	15.63	16.72	17.88
5	11.51	12.24	13.04	13.98	15.51	16.49	17.57	18.82	20.17
6	12.80	13.64	14.54	15.51	17.43	18.57	19.79	21.10	22.49
7	14.30	15.28	16.29	17.32	19.61	20.95	22.35	23.75	25.21
8	15.99	17.10	18.21	19.21	21.94	23.46	24.96	26.33	27.72
9	17.86	19.11	20.27	21.23	24.40	26.10	27.67	28.98	30.30
10	19.86	21.26	22.52	23.49	27.11	29.01	30.71	32.02	33.31
11	21.95	23.48	24.87	25.92	29.84	31.91	33.78	35.18	36.57
12	24.07	25.67	27.11	28.35	32.48	34.62	36.56	38.21	39.84
13	26.15	27.84	29.28	30.64	35.03	37.28	39.18	40.97	42.74
14	28.14	29.90	31.19	32.33	37.28	39.58	41.27	42.76	44.17
15	29.98	31.67	32.60	33.39	39.31	41.51	42.70	43.71	44.56
16	31.60	33.18	33.72	34.05	41.38	43.43	44.11	44.51	44.64
17	32.95	34.39	34.48	34.14	43.40	45.26	45.35	44.86	43.92
18	33.99	35.16	34.62	33.45	44.93	46.44	45.69	44.10	41.86
19	34.68	35.60	34.36	32.01	45.59	46.76	45.09	41.97	37.94
20	35.00	35.77	33.88	30.61	45.40	46.36	43.88	39.60	34.37
21	34.95	35.50	33.11	29.69	44.56	45.22	42.15	37.76	32.54
22	34.54	34.74	32.12	29.09	43.75	43.97	40.63	36.75	31.93
23	33.81	33.63	30.98	28.53	43.22	42.96	39.54	36.38	32.06
24	32.81	32.42	29.83	28.06	42.78	42.23	38.81	36.46	32.72
25	31.64	31.06	28.72	27.10	41.89	41.08	37.93	35.74	32.16
26	30.40	29.78	27.47	25.44	40.22	39.35	36.25	33.53	29.47
27	29.25	28.66	26.29	24.29	38.18	37.36	34.23	31.60	27.71
28	28.36	27.86	25.76	24.12	36.65	35.96	33.21	31.06	27.46
29	27.95	27.48	25.59	24.44	35.98	35.33	32.87	31.35	28.07
30	28.29	27.79	26.06	25.57	36.53	35.84	33.56	32.88	29.95
31	29.66	29.09	27.47	27.88	38.75	37.94	35.76	36.23	33.75
32	32.42	31.69	30.14	31.91	43.23	42.17	40.00	42.23	40.42
33	36.95	35.97	34.45	38.31	50.71	49.19	46.92	51.96	51.31
34	43.69	42.21	40.72	48.52	62.48	59.95	57.42	67.87	69.85
35	181.69	169.47	158.61	196.64	232.10	205.50	184.25	220.68	222.88

TABLE C.5 – Table de décès en incapacité du BCAC extrapolée par modèle de Brass

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	9845.22	9834.02	9823.68	9811.96	9799.48	9786.19	9772.04	9756.97	9740.94
2	9734.34	9715.25	9697.64	9677.71	9656.49	9633.92	9609.92	9584.39	9557.24
3	9645.57	9620.24	9596.89	9570.48	9542.40	9512.55	9480.81	9447.10	9411.28
4	9565.19	9534.28	9505.80	9473.60	9439.39	9403.04	9364.43	9323.45	9279.95
5	9487.63	9451.37	9417.98	9380.27	9340.22	9297.69	9252.56	9204.68	9153.91
6	9411.71	9370.27	9332.13	9289.08	9243.38	9194.90	9143.49	9088.99	9031.23
7	9337.91	9291.48	9248.78	9200.59	9149.49	9095.30	9037.87	8977.04	8912.63
8	9266.94	9215.75	9168.70	9115.64	9059.39	8999.79	8936.67	8869.86	8799.17
9	9200.64	9145.05	9093.98	9036.41	8975.42	8910.84	8842.48	8770.18	8693.74
10	9141.09	9081.57	9026.92	8965.35	8900.15	8831.15	8758.16	8681.00	8599.48
11	9089.72	9026.84	8969.13	8904.14	8835.35	8762.58	8685.65	8604.36	8518.52
12	9045.20	8979.43	8919.09	8851.16	8779.29	8703.29	8622.97	8538.15	8448.63
13	9004.37	8935.97	8873.23	8802.63	8727.95	8649.01	8565.63	8477.60	8384.74
14	8964.69	8893.74	8828.69	8755.50	8678.12	8596.35	8510.01	8418.91	8322.84
15	8926.50	8853.11	8785.84	8710.18	8630.22	8545.75	8456.59	8362.55	8263.43
16	8891.43	8815.82	8746.52	8668.61	8586.29	8499.37	8407.65	8310.94	8209.05
17	8860.59	8783.02	8711.95	8632.07	8547.70	8458.63	8364.67	8265.64	8161.33
18	8833.77	8754.51	8681.91	8600.33	8514.18	8423.25	8327.37	8226.33	8119.94
19	8810.78	8730.08	8656.17	8573.14	8485.47	8392.97	8295.44	8192.69	8084.54
20	8791.30	8709.38	8634.37	8550.11	8461.16	8367.33	8268.41	8164.23	8054.59
21	8773.70	8690.68	8614.68	8529.32	8439.22	8344.18	8244.02	8138.54	8027.56
22	8755.52	8671.38	8594.35	8507.85	8416.57	8320.30	8218.86	8112.05	7999.70
23	8735.74	8650.37	8572.23	8484.50	8391.93	8294.33	8191.50	8083.26	7969.42
24	8715.03	8628.38	8549.08	8460.06	8366.15	8267.16	8162.88	8053.14	7937.76
25	8694.73	8606.82	8526.39	8436.12	8340.90	8240.55	8134.86	8023.66	7906.77
26	8677.38	8588.40	8507.01	8415.67	8319.34	8217.82	8110.94	7998.50	7880.33
27	8664.10	8574.31	8492.18	8400.02	8302.84	8200.45	8092.65	7979.27	7860.12
28	8653.77	8563.35	8480.65	8387.86	8290.02	8186.94	8078.44	7964.32	7844.42
29	8644.57	8553.58	8470.37	8377.02	8278.60	8174.91	8065.78	7951.01	7830.44
30	8635.34	8543.79	8460.07	8366.16	8267.15	8162.86	8053.09	7937.68	7816.43
31	8626.74	8534.67	8450.48	8356.04	8256.48	8151.63	8041.28	7925.26	7803.39
32	8619.29	8526.76	8442.16	8347.27	8247.24	8141.89	8031.04	7914.50	7792.09
33	8613.29	8520.40	8435.46	8340.21	8239.80	8134.06	8022.80	7905.84	7783.00
34	8607.98	8514.77	8429.54	8333.96	8233.22	8127.14	8015.52	7898.18	7774.96
35	8602.20	8508.64	8423.10	8327.17	8226.06	8119.60	8007.59	7889.85	7766.22





## Annexe D

# Tables prolongées par la table TD88-90

TABLE D.1 – Table de maintien en invalidité du BCAC 2010 extrapolée par la table TD88-90

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	9818.79	9805.67	9793.56	9779.84	9766.13	9746.80	9726.28	9703.50	0.00
2	9627.98	9603.25	9577.95	9551.12	9518.85	9480.00	9437.89	0.00	0.00
3	9429.22	9391.83	9353.96	9309.29	9258.30	9198.92	0.00	0.00	0.00
4	9221.63	9172.18	9117.11	9054.47	8983.78	0.00	0.00	0.00	0.00
5	9005.97	8939.94	8867.55	8786.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	8777.94	8695.23	8604.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	8537.66	8437.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8284.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLE D.2 – Table de maintien en invalidité du BCAC 2013 extrapolée par la table TD88-90

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	9475.32	9442.62	9405.58	9779.84	9766.13	9746.80	9726.28	9703.50	0.00
2	9005.87	8943.70	9198.51	9551.12	9518.85	9480.00	9437.89	0.00	0.00
3	8579.59	8746.80	8983.39	9309.29	9258.30	9198.92	0.00	0.00	0.00
4	8390.70	8542.24	8755.93	9054.47	8983.78	0.00	0.00	0.00	0.00
5	8194.47	8325.95	8516.25	8786.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	7986.99	8098.05	8263.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	7768.36	7857.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	7538.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLE D.3 – Table de décès en invalidité du BCAC extrapolée par la table TD88-90

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	9852.98	9854.65	9856.49	9779.84	9766.13	9746.80	9726.28	9703.50	0.00
2	9704.27	9706.40	9639.50	9551.12	9518.85	9480.00	9437.89	0.00	0.00
3	9551.84	9492.71	9414.06	9309.29	9258.30	9198.92	0.00	0.00	0.00
4	9341.55	9270.71	9175.69	9054.47	8983.78	0.00	0.00	0.00	0.00
5	9123.08	9035.97	8924.53	8786.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	8892.08	8788.63	8659.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	8648.68	8528.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8392.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## Annexe E

# Tables prolongées par modèle de Kannisto

TABLE E.1 – Table de maintien en incapacité du BCAC 2010 extrapolée par modèle de Kannisto

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	5922.72	6000.23	6077.25	6153.73	6229.65	6304.97	6379.66	6453.69	6527.03
2	4027.76	4082.73	4137.41	4191.79	4245.84	4299.54	4352.86	4405.79	4458.29
3	3429.59	3489.93	3550.14	3610.18	3670.03	3729.65	3789.02	3848.11	3906.89
4	3067.43	3131.47	3195.48	3259.44	3323.30	3387.03	3450.60	3513.96	3577.09
5	2807.26	2874.78	2942.37	3009.98	3077.57	3145.09	3212.51	3279.78	3346.86
6	2618.85	2689.68	2760.63	2831.66	2902.71	2973.73	3044.68	3115.50	3186.15
7	2498.00	2571.78	2645.71	2719.72	2793.76	2867.77	2941.69	3015.46	3089.05
8	2392.96	2468.09	2543.43	2618.91	2694.48	2770.08	2845.63	2921.08	2996.38
9	2281.78	2356.53	2431.59	2506.89	2582.36	2657.95	2733.59	2809.21	2884.76
10	2181.77	2256.11	2330.85	2405.92	2481.26	2556.79	2632.46	2708.19	2783.93
11	2097.76	2171.79	2246.30	2321.22	2396.48	2472.01	2547.74	2623.62	2699.57
12	2002.23	2074.71	2147.75	2221.26	2295.19	2369.46	2444.01	2518.78	2593.70
13	1911.40	1982.73	2054.69	2127.21	2200.21	2273.65	2347.44	2421.52	2495.83
14	1834.81	1904.76	1975.39	2046.63	2118.43	2190.71	2263.40	2336.45	2409.79
15	1745.23	1812.69	1880.86	1949.67	2019.07	2088.98	2159.35	2230.12	2301.21
16	1648.70	1712.72	1777.42	1842.76	1908.67	1975.08	2041.95	2109.22	2176.82
17	1558.51	1619.18	1680.50	1742.44	1804.93	1867.91	1931.33	1995.13	2059.26
18	1487.33	1545.75	1604.83	1664.53	1724.79	1785.55	1846.78	1908.40	1970.37
19	1415.43	1471.37	1527.97	1585.17	1642.94	1701.21	1759.95	1819.09	1878.59
20	1371.90	1426.99	1482.77	1539.19	1596.21	1653.76	1711.81	1770.30	1829.18
21	1302.06	1354.07	1406.71	1459.93	1513.69	1567.95	1622.64	1677.73	1733.16
22	1225.97	1274.15	1322.86	1372.05	1421.67	1471.68	1522.03	1572.67	1623.56
23	1155.55	1200.70	1246.32	1292.38	1338.82	1385.61	1432.69	1480.03	1527.58
24	1092.07	1134.44	1177.23	1220.41	1263.93	1307.74	1351.82	1396.10	1440.56
25	1033.47	1073.45	1113.83	1154.56	1195.61	1236.93	1278.48	1320.23	1362.13
26	990.31	1028.90	1067.89	1107.24	1146.91	1186.86	1227.05	1267.45	1308.01
27	931.31	966.80	1002.59	1038.64	1074.92	1111.38	1147.99	1184.72	1221.52
28	879.66	913.26	947.16	981.31	1015.68	1050.23	1084.93	1119.74	1154.63
29	827.26	859.19	891.42	923.91	956.63	989.54	1022.61	1055.81	1089.11
30	797.57	828.78	860.29	892.09	924.13	956.38	988.82	1021.40	1054.09
31	756.57	786.35	816.43	846.79	877.40	908.22	939.22	970.38	1001.66
32	716.71	744.66	772.89	801.35	830.03	858.88	887.89	917.02	946.24
33	682.97	709.37	736.01	762.85	789.88	817.07	844.37	871.77	899.24
34	643.71	668.60	693.73	719.05	744.54	770.18	795.94	821.78	847.69
35	613.29	637.49	661.94	686.60	711.46	736.48	761.64	786.91	812.27
36	113.92	117.60	121.27	124.93	128.56	132.16	135.73	139.26	142.75

TABLE E.2 – Table de maintien en incapacité du BCAC 2013 extrapolée par modèle de Kannisto

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
1	6710.30	6698.08	6667.83	6647.10	6888.43	6928.04	6967.36	7006.40	7045.16
2	4997.93	4975.19	4949.99	4930.55	5256.77	5305.65	5354.37	5402.94	5451.33
3	4014.24	3982.71	3963.34	3957.17	4319.01	4369.83	4420.61	4471.37	4522.08
4	3396.09	3358.49	3334.75	3324.55	3721.42	3772.83	3824.32	3875.87	3927.47
5	2965.43	2926.43	2894.75	2879.51	3302.98	3354.96	3407.08	3459.35	3511.76
6	2639.15	2603.97	2568.66	2536.72	2986.76	3039.26	3091.99	3144.93	3198.07
7	2376.95	2346.53	2312.75	2271.38	2735.48	2788.31	2841.43	2894.82	2948.47
8	2159.27	2133.55	2098.67	2045.56	2525.11	2577.89	2631.01	2684.47	2738.25
9	1972.59	1952.10	1914.87	1855.82	2342.76	2395.16	2447.97	2501.16	2554.73
10	1808.09	1790.26	1754.39	1692.84	2179.47	2231.17	2283.32	2335.92	2388.94
11	1663.14	1647.52	1616.00	1559.51	2030.22	2080.88	2132.04	2183.69	2235.82
12	1533.67	1517.33	1487.03	1442.78	1889.45	1938.67	1988.43	2038.72	2089.53
13	1419.53	1404.51	1372.88	1335.28	1758.86	1806.38	1854.48	1903.14	1952.34
14	1319.36	1306.24	1270.16	1227.40	1637.38	1683.04	1729.30	1776.14	1823.55
15	1228.49	1212.68	1166.37	1116.40	1520.81	1564.31	1608.42	1653.11	1698.39
16	1141.04	1119.96	1063.90	1004.33	1407.80	1448.82	1490.44	1532.65	1575.43
17	1062.05	1034.34	968.05	894.71	1302.11	1340.53	1379.52	1419.08	1459.20
18	993.32	958.17	879.76	792.76	1205.40	1241.26	1277.66	1314.60	1352.08
19	933.90	895.04	806.63	702.02	1118.51	1151.99	1185.98	1220.49	1255.50
20	880.00	842.58	747.79	633.01	1041.75	1073.16	1105.06	1137.45	1170.33
21	828.23	791.43	694.66	586.29	972.54	1002.10	1032.14	1062.65	1093.63
22	776.46	736.02	641.46	547.51	907.03	934.77	962.96	991.60	1020.69
23	724.77	677.77	587.22	508.57	844.95	870.95	897.38	924.24	951.53
24	676.23	625.10	538.09	473.73	788.44	812.95	837.88	863.23	888.99
25	634.29	580.23	500.10	439.94	735.79	758.93	782.47	806.42	830.77
26	597.16	545.20	468.85	404.99	684.43	706.10	728.16	750.60	773.43
27	562.77	515.65	442.49	382.61	635.12	655.26	675.75	696.61	717.82
28	528.38	486.63	421.91	370.56	588.77	607.35	626.26	645.49	665.05
29	492.81	454.71	397.49	356.43	543.60	560.86	578.44	596.32	614.50
30	456.57	420.63	369.97	340.50	499.44	515.54	531.93	548.63	565.61
31	420.16	385.18	340.16	323.03	456.45	471.49	486.82	502.44	518.35
32	384.04	349.13	308.88	304.33	414.89	428.95	443.29	457.93	472.85
33	348.64	313.19	276.97	284.70	374.99	388.14	401.57	415.28	429.28
34	307.48	270.99	238.86	260.42	329.45	341.56	353.95	366.63	379.58
35	264.06	226.50	198.23	233.11	282.21	293.23	304.53	316.11	327.97
36	234.79	196.84	171.00	213.46	250.72	260.96	271.48	282.28	293.36

TABLE E.3 – Table de passage en invalidité du BCAC 2010 extrapolée par modèle de Kannisto

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	16.51	18.05	19.74	21.58	23.60	25.81	28.22	30.86	33.74
1	16.93	19.97	23.55	27.77	32.73	38.57	45.42	53.48	62.93
2	7.22	8.04	8.96	9.98	11.11	12.36	13.75	15.30	17.01
3	8.24	8.72	9.22	9.74	10.29	10.87	11.48	12.12	12.79
4	14.10	18.76	24.93	33.11	43.93	58.20	76.98	101.63	133.84
5	26.09	28.98	32.17	35.69	39.57	43.85	48.56	53.75	59.45
6	28.71	31.64	34.85	38.35	42.17	46.35	50.91	55.87	61.28
7	28.61	31.11	33.79	36.69	39.80	43.13	46.72	50.57	54.69
8	37.86	40.83	43.99	47.36	50.94	54.74	58.78	63.08	67.63
9	34.62	38.47	42.72	47.38	52.51	58.14	64.32	71.08	78.49
10	50.65	57.45	65.09	73.66	83.26	94.01	106.03	119.45	134.41
11	55.00	60.94	67.45	74.59	82.38	90.90	100.20	110.33	121.37
12	49.47	54.11	59.12	64.53	70.36	76.64	83.41	90.69	98.51
13	37.77	41.34	45.20	49.37	53.86	58.71	63.94	69.56	75.60
14	79.95	89.72	100.57	112.58	125.85	140.51	156.67	174.47	194.03
15	136.48	158.38	183.39	211.87	244.19	280.75	321.93	368.14	419.78
16	136.38	159.00	184.94	214.57	248.31	286.57	329.76	378.31	432.61
17	94.21	108.39	124.49	142.72	163.31	186.52	212.61	241.86	274.54
18	58.66	63.15	67.92	72.96	78.31	83.96	89.92	96.23	102.88
19	38.07	40.08	42.14	44.27	46.47	48.72	51.04	53.42	55.86
20	60.58	67.06	74.14	81.87	90.30	99.49	109.47	120.32	132.10
21	81.50	90.23	99.76	110.16	121.49	133.81	147.19	161.70	177.42
22	58.47	63.41	68.70	74.34	80.36	86.78	93.61	100.88	108.59
23	65.32	72.05	79.38	87.34	95.99	105.36	115.50	126.47	138.32
24	60.27	65.43	70.96	76.87	83.18	89.91	97.08	104.71	112.82
25	29.44	30.34	31.25	32.14	33.03	33.91	34.79	35.65	36.50
26	63.97	69.73	75.91	82.55	89.66	97.27	105.41	114.10	123.37
27	64.49	70.85	77.74	85.19	93.23	101.90	111.24	121.28	132.07
28	52.69	56.28	60.04	63.98	68.11	72.43	76.96	81.68	86.61
29	10.50	10.02	9.55	9.09	8.64	8.21	7.79	7.38	6.99
30	26.17	26.76	27.33	27.88	28.42	28.93	29.43	29.91	30.37
31	18.23	18.63	19.01	19.38	19.73	20.08	20.41	20.73	21.03
32	26.62	27.27	27.92	28.55	29.16	29.76	30.34	30.90	31.44
33	25.37	26.14	26.91	27.67	28.42	29.16	29.90	30.62	31.33
34	15.39	15.11	14.83	14.53	14.22	13.91	13.58	13.26	12.92
35	362.32	371.02	379.41	387.45	395.13	402.43	409.34	415.83	421.90

TABLE E.4 – Table de passage en invalidité du BCAC 2013 extrapolée par modèle de Kannisto

	62	63	64	65	66	67	68	69	70
0	7.24	9.01	9.60	10.24	10.91	11.63	12.40	13.21	14.08
1	8.01	10.05	10.60	11.19	12.28	13.09	13.94	14.85	15.82
2	8.74	10.96	11.54	12.16	13.71	14.63	15.62	16.67	17.79
3	9.52	11.95	12.60	13.32	15.40	16.50	17.68	18.94	20.28
4	10.43	13.21	13.94	14.76	17.56	18.91	20.37	21.93	23.60
5	11.51	14.89	15.72	16.68	20.42	22.13	23.98	25.98	28.13
6	12.80	17.12	18.11	19.19	24.23	26.44	28.85	31.47	34.32
7	14.30	19.96	21.23	22.50	29.23	32.14	35.33	38.83	42.66
8	15.99	23.49	25.08	26.54	35.56	39.40	43.64	48.32	53.48
9	17.86	27.62	29.57	31.29	43.11	48.10	53.64	59.79	66.61
10	19.86	31.94	34.31	36.28	51.19	57.41	64.35	72.09	80.71
11	21.95	35.80	38.54	40.81	58.29	65.53	73.62	82.65	92.74
12	24.07	38.53	41.37	43.97	63.05	70.82	79.49	89.16	99.93
13	26.15	40.47	43.17	45.82	65.84	73.74	82.53	92.30	103.15
14	28.14	42.04	44.42	46.63	67.57	75.41	84.10	93.72	104.37
15	29.98	43.23	44.99	46.58	68.61	76.29	84.77	94.13	104.43
16	31.60	43.93	44.96	45.71	69.00	76.45	84.64	93.64	103.52
17	32.95	44.20	44.39	44.01	68.71	75.85	83.67	92.24	101.61
18	33.99	44.13	43.32	41.72	67.79	74.57	81.97	90.05	98.85
19	34.68	44.05	42.29	39.20	66.50	72.92	79.89	87.48	95.72
20	35.00	43.97	41.44	37.25	65.06	71.13	77.71	84.84	92.56
21	34.95	43.49	40.42	36.11	63.39	69.12	75.31	82.00	89.23
22	34.54	42.23	38.85	35.00	61.19	66.54	72.31	78.52	85.22
23	33.81	40.18	36.64	33.39	58.36	63.28	68.57	74.25	80.36
24	32.81	37.93	34.24	31.62	55.17	59.64	64.42	69.56	75.05
25	31.64	35.80	32.24	29.63	51.76	55.77	60.04	64.61	69.49
26	30.40	34.14	30.56	27.46	48.29	51.83	55.59	59.60	63.87
27	29.25	32.92	29.27	26.23	45.11	48.21	51.51	55.00	58.69
28	28.36	31.91	28.54	25.86	42.38	45.10	47.96	50.98	54.16
29	27.95	31.27	28.07	25.84	40.46	42.86	45.37	48.01	50.78
30	28.29	31.31	28.14	26.47	39.67	41.83	44.10	46.47	48.94
31	29.66	32.36	29.07	28.08	40.37	42.41	44.55	46.76	49.07
32	32.42	34.74	31.15	31.10	42.96	45.01	47.13	49.33	51.61
33	36.95	38.81	34.67	36.00	47.90	50.08	52.34	54.67	57.08
34	43.69	44.91	39.88	43.80	55.82	58.30	60.86	63.50	66.23
35	181.69	107.93	84.97	89.07	95.29	86.75	78.33	70.20	62.47









## Annexe F

# Résultats du provisionnement des bases incapacité et invalidité avec les tables prolongées du BCAC 2013

TABLE F.1 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
Scénario actuel	773 234		737 705	
Scénario 1	875 597	13,24%	875 521	18,68%
Scénario 2	906 988	17,30%	950 366	28,83%
Scénario 3	848 959	9,79%	845 235	14,58%
Scénario 4	863 279	11,65%	880 123	19,31%

TABLE F.2 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
Scénario actuel	774 169		740 047	
Scénario 1	874 897	13,01%	874 258	18,14%
Scénario 2	906 287	17,07%	948 522	28,17%
Scénario 3	848 818	9,64%	845 356	14,23%
Scénario 4	863 138	11,49%	880 064	18,92%

TABLE F.3 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	673 173		658 403	
<b>Scénario 1</b>	747 185	10,99%	766 891	16,48%
<b>Scénario 2</b>	774 436	15,04%	833 528	26,60%
<b>Scénario 3</b>	728 982	8,29%	744 921	13,14%
<b>Scénario 4</b>	741 752	10,19%	776 749	17,97%

TABLE F.4 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	673 768		660 308	
<b>Scénario 1</b>	747 216	10,90%	766 098	16,02%
<b>Scénario 2</b>	774 467	14,95%	832 223	26,04%
<b>Scénario 3</b>	729 442	8,26%	745 145	12,85%
<b>Scénario 4</b>	742 213	10,16%	776 809	17,64%

TABLE F.5 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	700 448		680 635	
<b>Scénario 5</b>	761 667	8,74%	773 112	13,59%

TABLE F.6 – Résultats du provisionnement des bases d'incapacité et d'invalidité avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de la base incapacité	Ecart par rapport au scénario actuel	Provisions totales de la base invalidité	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	701 539		682 595	
<b>Scénario 5</b>	762 154	8,64%	773 345	13,29%

## Annexe G

# Résultats du provisionnement de la base globale avec les tables prolongées du BCAC 2013

TABLE G.1 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
Scénario actuel	1 510 940	
Scénario 1	1 751 119	15,90%
Scénario 2	1 857 355	22,93%
Scénario 3	1 694 194	12,13%
Scénario 4	1 743 402	15,39%

TABLE G.2 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/10/2021 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
Scénario actuel	1 514 216	
Scénario 1	1 749 155	15,52%
Scénario 2	1 854 810	22,49%
Scénario 3	1 694 174	11,88%
Scénario 4	1 743 202	15,12%

TABLE G.3 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 331 577	
<b>Scénario 1</b>	1 514 077	13,71%
<b>Scénario 2</b>	1 607 965	20,76%
<b>Scénario 3</b>	1 473 903	10,69%
<b>Scénario 4</b>	1 518 502	14,04%

TABLE G.4 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 31/12/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 334 076	
<b>Scénario 1</b>	1 513 315	13,44%
<b>Scénario 2</b>	1 606 691	20,43%
<b>Scénario 3</b>	1 474 588	10,53%
<b>Scénario 4</b>	1 519 022	13,86%

TABLE G.5 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Brass/TD 88-90 (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 381 084	
<b>Scénario 5</b>	1 534 780	11,13%

TABLE G.6 – Résultats du provisionnement total avec des taux d'actualisation au 30/06/2023 et les tables du BCAC 2013 prolongées par modèle de Kannisto (en milliers d'euros)

	Provisions totales de l'assureur	Ecart par rapport au scénario actuel
<b>Scénario actuel</b>	1 384 135	
<b>Scénario 5</b>	1 535 499	10,94%