

Mémoire présenté pour la validation de la Formation
"Certificat d'Expertise Actuarielle
de l'Institut du Risk Management
et de l'admission à l'institut des actuaires
le 1er septembre 2020

Par : Inès Barbedette

Titre : Revue de la modélisation des garanties ITT/IPT aux âges élevés du produit emprunteur et mesure de l'impact sur la rentabilité

Confidentialité : NON (Durée : 1 an 2 ans)

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

Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires :

.....
.....
.....

Membres présents du jury de l'Institut du Risk Management :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Secrétariat :

Bibliothèque :

Entreprise :

Nom : RGA International Reinsurance Company dac

Signature et Cachet :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Clara Cichowlas

Signature :

Invité :

Nom :

Signature :

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

(après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)

Signature du responsable entreprise

Signature du candidat



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier RGA de m'avoir soutenue, depuis 6 ans, dans mon envie de suivre la formation proposée par le Centre d'Etudes Actuarielles et d'avoir tout mis en œuvre pour faciliter ma réussite.

Je souhaite également sincèrement remercier Clara Cichowlas, ma directrice de mémoire, pour toute l'aide qu'elle m'a apporté. Sa disponibilité, ses conseils avisés, ses relectures et surtout ses encouragements m'ont grandement aidée à mettre un point final à ce mémoire. Je suis ravie d'avoir rejoint son équipe au cours de la rédaction de ce mémoire.

Je tiens également à remercier Gurvan Le Rhun, directeur actuariat France, pour le temps qu'il m'a accordé malgré un emploi du temps bien chargé et pour le partage de ses nombreuses connaissances qui m'ont permis d'avancer dans ce projet mais surtout d'apprendre et de développer mes connaissances.

Enfin, j'ai une pensée particulière, pour mes amis, ma famille ainsi que tous mes collègues qui ont été d'un énorme soutien pendant la reprise de mes études et la rédaction de ce mémoire.



L'assurance emprunteur a connu de nombreuses évolutions ces dernières années. L'ouverture du marché à la concurrence, la compétitivité, l'étendue des garanties ainsi que le recul de l'âge de départ à la retraite sont des raisons qui nous ont poussés à revoir la modélisation du risque ITT/IPT aux âges élevés.

Deux axes sont réévalués dans ce mémoire : l'incidence en ITT/IPT aux âges élevés et les taux de départ à la retraite par âge. Dans les deux cas, la faible fiabilité des données d'expérience aux âges élevés et le peu de publications marché sur ce sujet ont été le plus gros défi auquel nous avons fait face. Des données quantitatives françaises et européennes, ainsi que des éléments qualitatifs ont été utilisés pour mieux comprendre le risque aux âges élevés et pour développer ainsi une nouvelle approche représentant ce risque au mieux.

Dans un premier temps, une table de taux de départ à la retraite par âge et par génération a été élaborée, à l'aide de projections effectuées par le Conseil d'Orientation des Retraites et d'un système d'optimisation sous-contraintes. La réforme de 2020 étant toujours en discussion au moment de la rédaction de ce mémoire, un scénario a été construit pour estimer ses effets probables sur les âges de départ à la retraite.

Ensuite, les tables d'incidence en ITT/IPT ont été extrapolées aux âges élevés (de 55 ans à 70 ans). Des avis d'expert nous ont aidés à mieux appréhender le risque à ces âges. Les croissances observées sur l'incidence des maladies redoutées du marché anglais ont été utilisées pour extrapoler l'incidence.

Enfin, un modèle de projection de flux financiers a permis de mettre en évidence l'effet favorable de ces nouvelles hypothèses sur la rentabilité de portefeuilles emprunteur par rapport à notre référence. L'application de ces mêmes hypothèses à un portefeuille tarifé avec la vision marché du risque ITT/IPT a montré à l'inverse que la marge serait significativement réduite. Les différents scénarios ont montré que la maîtrise du risque aux âges élevés est indispensable et ce même si le produit ne cible pas les âges élevés.

MOTS-CLÉS : assurance emprunteur, incapacité/invalidité, retraite, senior, rentabilité



ABSTRACT

During the last few years, mortgage insurance has gone through various evolutions. Opening of the market to competition, competitiveness of pricing, broader guarantees as well as the increase of observed retirement age which has led us to review our modeling of short term and long term disability at high ages.

Two axis have been reassessed in this thesis: the incidence in short term and long term disability at high ages and retirement departure rates per attained age. For both cases, the greatest challenges we have been facing, are the lack of reliability of experience data at high ages and the little market information available. Some French and European quantitative data, as well as qualitative elements have been used in order to better understand risk at high ages and, as such, develop a new approach in order to best reflect the risk.

Firstly, a retirement departure rate table per attained age and generation has been elaborated, thanks to projections realized by the "Conseil d'Orientation des Retraites" and to a mathematical optimization problem. The 2020 pensions reform still being under discussion at the time of this thesis redaction, we have built a scenario in order to estimate its likely effects on the retirement departure ages.

Then, incidence table into short term and long term disability have been extrapolated at high ages (from 55 to 70 years old). Some expert judgements have enabled us to better assess the risk at those ages. The increase observed on critical illnesses incidence in the UK market has been used in order to extrapolate the incidence.

Finally, a projection model of financial cashflows has highlighted the positive impact of those updated assumptions on the profitability of some mortgage insurance portfolios in comparison with the use of our reference. The use of those revised assumptions on portfolios priced with market's vision of short term and long term disability risk has indicated on the contrary that margin would be significantly reduced. Various scenarios have demonstrated that mastering the risk at high ages is essential even if the product does not specifically target high age population.

KEY WORDS: mortgage insurance, short term and long term disability, retirement, senior, profitability



TABLE DES MATIÈRES

Introduction	10
1 Définition de la problématique et état du marché de l'assurance emprunteur	13
1.1 Généralités sur l'assurance emprunteur	13
1.2 Les évolutions législatives de l'assurance emprunteur	16
1.2.1 Les législations sur le marché emprunteur	17
1.2.2 Impact de l'évolution législative sur le marché de l'assurance emprunteur	18
1.3 Le développement du produit emprunteur	21
1.3.1 Évolution des garanties contractuelles	22
1.3.2 Évolution tarifaire	24
1.4 Évolutions sociétales	26
1.4.1 Les réformes des retraites	26
1.4.2 Les impacts des réformes sur l'âge de départ à la retraite	27
1.5 Mise en évidence de la problématique	29
1.5.1 Rôle du réassureur	29
1.5.2 Problématique soulevée	29
2 Construction d'une table de distribution des âges de départ à la retraite	31
2.1 Présentation des données recensées sur la retraite	31
2.1.1 Le modèle ANCETRE de la DREES	32
2.1.2 Âge moyen de départ à la retraite projeté par génération	33
2.1.3 Distribution des âges de départ à la retraite projetés par génération .	34
2.2 Construction de la distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe	36
2.2.1 Retraitement des données pour obtenir une distribution complète . .	37
2.2.2 Lissage par régressions polynomiales de la surface de proportions de départ à la retraite	39
2.2.3 Lissage de l'âge moyen de départ à la retraite par génération	42
2.2.4 Résolution d'un système d'optimisation sous contraintes pour déterminer les proportions des âges de départ à la retraite pour tout âge	42
2.3 Résultats	45
2.3.1 Distributions finales des âges de départ à la retraite	45
2.3.2 Ajustement pour prendre en compte les effets potentiels de la réforme des retraite de 2020	46

3	Prolongement des taux d'incidence en ITT/IPT aux âges élevés	49
3.1	Les tables de référence utilisées	49
3.1.1	Définition de l'incidence et présentation des tables d'incidence de référence en ITT/IPT	49
3.1.2	Contraintes et objectifs	50
3.2	Données disponibles en France et en Europe	51
3.2.1	Données sur les incapacités permanentes survenues dans le cadre du travail (Sécurité Sociale)	52
3.2.2	Données sur les Affections de Longues Durées (Sécurité Sociale)	55
3.2.3	Table d'incidence des maladies redoutées sur le marché anglais	57
3.2.4	Table d'incidence en invalidité allemande (DAV)	58
3.2.5	Comparaison avec les tables d'incidence actuelles	59
3.3	Utilisation des splines cubiques pour interpoler les taux d'incidence	61
3.3.1	Méthode des splines cubiques	61
3.3.2	Application des splines à l'incidence en ITT/IPT	62
4	Impact sur la rentabilité de portefeuilles emprunteurs	67
4.1	AXIS : Modèle de projection des flux financiers	67
4.1.1	Présentation du modèle de projections	67
4.1.2	Caractérisation du portefeuille assuré	69
4.2	Présentation des portefeuilles étudiés et des indicateurs financiers retenus	69
4.2.1	Statistiques descriptives	69
4.2.2	Définitions des indicateurs financiers utilisés	71
4.3	Tests de sensibilités des hypothèses sur la rentabilité	72
4.3.1	Prolonger l'âge limite de couverture de 65 à 70 ans	73
4.3.2	Impact des nouvelles hypothèses	75
4.3.3	Focus sur les âges de départ à la retraite	82
4.3.4	Réflexion autour de la vision marché de l'incidence ITT/IPT	84
	Conclusion	87
	Bibliographie	90
	Table des figures	92
	Liste des tableaux	94
	Compléments sur les distributions des âges de départ à la retraite	97

Lors de la souscription d'un prêt immobilier, professionnel ou à la consommation, l'établissement prêteur exige une couverture d'assurance, appelée assurance emprunteur. Alors que le prêteur est l'unique bénéficiaire du contrat d'assurance emprunteur, c'est bien l'assuré lui-même et ses héritiers qui sont protégés en cas de défaillance de remboursement du prêt. En effet, l'assurance se substitue à l'assuré pour rembourser tout ou partie du capital restant dû ou des mensualités. La défaillance du prêt peut survenir suite au décès de l'assuré, à son incapacité à travailler, à une invalidité ou encore à la perte de son emploi. Les trois dernières garanties sont optionnelles, contrairement à la garantie décès qui est systématiquement exigée par les banques.

Le marché de l'assurance emprunteur a connu de nombreuses évolutions législatives au cours des 10 dernières années. Cela a notamment conduit à ouvrir le marché, jusqu'alors principalement détenu par les banques via leur contrat groupe, à la concurrence : les contrats dits individuels ont vu le jour. Ces dernières années, le volume de prêts bancaires a considérablement augmenté, favorisé par un environnement de taux d'intérêt exceptionnellement bas. Selon la Banque de France, le montant des encours des prêts accordés aux particuliers est passé de 841 milliards en janvier 2010 à 1 298 milliards en janvier 2020, ce qui représente une croissance moyenne de 4.44% par an. Le marché de l'assurance emprunteur a bénéficié de cet essor, générant de multiples opportunités et incitant de nombreux acteurs à développer de tels produits. Ce contexte concurrentiel a entraîné une baisse importante des tarifs au fil du temps.

Lors de l'étude d'un produit d'assurance emprunteur, l'actuaire calcule a priori une grille de taux qui engageront l'assureur sur toute la durée de l'emprunt, pouvant aller jusqu'à 30 ans. Ces taux présentent la particularité d'être irrévocables : il est donc important de mesurer la sensibilité des hypothèses de tarification sur la rentabilité. A titre d'exemple, une réforme du système de retraite constitue une évolution sociétale susceptible d'avoir un impact significatif sur cette rentabilité. Ainsi, le recul de l'âge de la retraite devrait conduire les assurés à emprunter à des âges plus élevés, et les assureurs à étendre la durée de couverture de la garantie incapacité/invalidité. Les assurés de plus de 55 ou 60 ans représenteront très certainement une part plus importante des portefeuilles assurés à l'avenir. Dans un contexte compétitif, il nous semble particulièrement important de revoir la modélisation de la garantie incapacité/invalidité aux âges élevés. Nous nous demanderons notamment comment évoluera l'incidence en incapacité/invalidité au-delà de 55 ans, et nous travaillerons à définir la distribution des âges de départ à la retraite des assurés.

Nous commencerons par présenter en détail l'assurance emprunteur et les différentes évolutions législatives, contractuelles et sociétales qui ont conduit à l'état actuel du marché.

Nous nous interrogerons également sur ce qui pourrait se produire demain, suite aux discussions qui ont eu lieu fin 2019 et début 2020 sur la réforme des retraites. Cela nous permettra de bien comprendre pourquoi la problématique de ce mémoire a été soulevée.

Dans un second temps, nous construirons une table de distribution des âges de départ à la retraite, grâce à des données publiques et à la résolution d'un système d'optimisation sous contraintes. Un scénario sur la réforme des retraites de 2020, bien que non finalisée au moment de la rédaction de ce mémoire, sera développé.

Le troisième chapitre sera consacré au prolongement de l'incidence en incapacité/invalidité aux âges élevés. Le manque de données d'expérience et la faible fiabilité de celles-ci aux âges élevés nous amèneront à développer une approche innovante pour prolonger les tables d'incidence. Nous recourrons à des données de marché françaises et européennes, ainsi qu'à des avis d'expert du produit emprunteur. La méthode des splines cubiques nous permettra d'exploiter ces différentes informations pour extrapoler l'incidence.

Pour finir, nous utiliserons un modèle de projection de cash-flows et testerons ces nouvelles hypothèses sur différents portefeuilles d'assurance emprunteur. Plusieurs indicateurs financiers seront présentés. Ceux-ci nous permettront de mesurer les impacts et de comprendre l'évolution de la rentabilité grâce à l'analyse de divers scénarios.

Définition de la problématique et état du marché de l'assurance emprunteur

Dans ce premier chapitre, nous commencerons par définir l'assurance emprunteur et ses principales garanties. Nous nous intéresserons ensuite aux évolutions législatives qui ont rythmé le marché de l'assurance emprunteur ces 10 dernières années. Un état du marché actuel de l'assurance emprunteur sera présenté pour mesurer les impacts des évolutions réglementaires sur celui-ci.

Nous présenterons ensuite l'évolution du produit emprunteur au cours de ces dernières années au travers de deux aspects : l'enrichissement des garanties contractuelles et l'évolution tarifaire de ces garanties au cours du temps.

Enfin, après avoir présenté la dernière réforme impactant l'âge de départ à la retraite et les discussions en cours sur ce sujet, nous aurons un regard global sur le marché actuel de l'assurance emprunteur et pourrons mettre en relation les différentes évolutions qui nous ont amenés à travailler sur cette problématique.

1.1 GÉNÉRALITÉS SUR L'ASSURANCE EMPRUNTEUR

Décès

La garantie décès est requise par tous les établissements prêteurs pour la souscription d'un prêt. Il n'existe cependant aucune obligation légale à la souscription de celle-ci mais les banques conditionnent l'octroi du prêt à la souscription d'une assurance emprunteur. Si l'assuré décède avant le terme de son prêt, l'assureur remboursera à l'établissement prêteur le capital restant dû proportionnellement à la quotité assurée. La quotité assurée correspond à la part du prêt garantie par l'assurance en cas de sinistre. Elle peut être inférieure à 100% en cas de souscription d'un prêt par plusieurs co-emprunteurs. Le capital restant dû représente le capital non remboursé à un instant t .

L'âge limite pour souscrire cette garantie est généralement compris entre 65 ans pour les contrats bancaires et 85 ans pour les contrats individuels. En revanche, l'âge limite de garantie qui correspond à l'âge en fin de prêt peut aller jusqu'à 90 ans (70 ans dans le cas des contrats bancaires). L'assuré est donc couvert en cas de décès jusqu'à ses 90 ans. Le coût de cette garantie à un âge aussi élevé est significatif.

Perte Totale et Irréversible d'Autonomie (PTIA)

La garantie Perte Totale et Irréversible d'Autonomie est souvent proposée avec la garantie décès. Elle couvre l'incapacité définitive pour l'assuré de pratiquer une activité rémunérée assortie de la nécessité d'être assisté par une tierce personne pour effectuer les actes de la vie quotidienne (AVQ). Les AVQ désignent les activités de la vie quotidienne qu'une personne est amenée à effectuer chaque jour en réponse à ses besoins primaires telles que se laver, s'habiller, se déplacer ou encore s'alimenter. Ils sont au nombre de 4 et permettent de déterminer le niveau de perte d'autonomie d'une personne. La PTIA est généralement définie comme étant l'incapacité à pratiquer les 3 ou 4 actes de la vie quotidienne, selon les produits, et est assimilée à la troisième catégorie d'invalidité de la Sécurité Sociale. L'assureur s'acquittera du capital restant dû pour la quotité assurée.

Contrairement à la garantie décès qui est systématiquement présente dans le contrat, la PTIA est quant à elle optionnelle même si souvent requise par les banques. L'âge limite à la souscription et l'âge limite de couverture sont bien plus réduits que pour la garantie décès. En pratique, l'âge limite de couverture est aligné sur celui des garanties ITT/IPT qui seront présentées par la suite.

Incapacité Temporaire de Travail (ITT)

À la suite d'un accident ou d'une maladie, l'assuré peut se retrouver dans l'impossibilité complète d'exercer son métier et faire l'objet d'un arrêt de travail ne pouvant excéder 1 095 jours pour le régime général. Passé ce délai, c'est la garantie invalidité qui s'exercera.

L'assureur prend alors en charge la part de l'échéance de prêt correspondant à la quotité assurée dans le cas d'un remboursement forfaitaire. Si le contrat est sur base indemnitaire, l'assureur s'acquitte de la perte de revenus de l'assuré en tenant compte de la différence entre la rémunération normale de l'assuré, et les indemnités que la sécurité sociale et les autres organismes de couverture sociale complémentaire lui versent durant la période d'arrêt de travail. Le mode de remboursement indemnitaire est très peu répandu sur le marché de l'assurance emprunteur. Cette garantie prendra effet après un délai de franchise, qui est généralement de 90 jours, mais peut être au choix de l'assuré de l'allonger ou de la raccourcir moyennant un ajustement tarifaire.

L'âge limite sur les garanties incapacité-invalidité était souvent fixé en fonction de l'âge moyen de départ à la retraite. On retrouve donc très généralement dans les contrats groupes un âge limite de couverture de 60 ans dans les anciens contrats et 65 ans dans les nouveaux. Pour les contrats individuels, le recul de l'âge de départ à la retraite incite les assureurs à prolonger la période de couverture jusqu'à 67 ans voire 70 ans.

Invalidité Permanente et Totale (IPT)

Comme pour l'IPP, cette garantie prend effet une fois l'état d'invalidité consolidé. Elle protège l'assuré incapable d'exercer sa propre profession, ou toute profession (selon la définition prévue au contrat), à cause d'une invalidité physique ou morale pour un taux d'invalidité d'au moins 66% dans la plupart des contrats, voire 50% pour certains. Nous reviendrons sur la définition de la profession dans la suite de ce chapitre.

Les décisions de la Sécurité Sociale et l'indemnisation de la part de l'assureur en cas d'invalidité sont fortement corrélées. Cependant, la décision de l'assureur peut être différente de celle de la Sécurité Sociale. La Sécurité Sociale définit trois catégories d'invalidité :

- 1^{ère} catégorie : invalide capable d'exercer une activité rémunérée
- 2^{ème} catégorie : invalide absolument incapable d'exercer une profession
- 3^{ème} catégorie : invalide qui, étant absolument incapable d'exercer une profession, est, en plus, dans l'obligation d'avoir recours à l'assistance d'une tierce personne pour effectuer les actes ordinaires de la vie

Dans le contrat d'assurance, la définition de l'arrêt de travail ou de l'invalidité est bien plus précise et restrictive que celle de la Sécurité Sociale. Les contrats d'assurance sont basés généralement sur le barème fourni par le concours médical.

Le barème du concours médical est la référence pour une grande majorité des contrats. Il détermine deux types d'invalidité : l'invalidité fonctionnelle et l'invalidité professionnelle.

L'invalidité fonctionnelle est déterminée par rapport au barème indicatif des invalidités de droit commun. Publié pour la première fois en 1959 et mis à jour plusieurs fois, dont la dernière version datant de 2014, il est établi par le concours médical et est à usage des médecins experts. Il peut être assimilé à celui de la Sécurité Sociale. Ce barème est purement objectif, il ne prend pas en compte l'incidence sociale et/ou professionnelle de l'invalidité.

L'invalidité professionnelle d'un assuré est appréciée par rapport à la capacité de l'assuré à continuer d'exercer sa profession habituelle, ou toute profession lui apportant gain ou profit, selon les conditions contractuelles. Par exemple, la perte d'un doigt n'aura pas les mêmes impacts pour un chirurgien ou pour un employé de bureau. Le niveau d'invalidité professionnelle sera donc différent.

Les deux taux d'invalidité sont ensuite combinés pour déterminer le taux d'invalidité qui sera retenu par le médecin de l'organisme assureur comme présenté dans le tableau 1.1.

Taux Professionnel	Taux Fonctionnel								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10				29,2	33,0	36,6	40,0	43,3	46,4
20			31,8	36,9	41,6	46,1	50,4	54,5	58,5
30		30,0	36,3	42,2	47,6	52,8	57,7	62,4	66,9
40	25,2	33,0	40,0	46,4	52,4	58,1	63,5	68,7	73,7
50	27,1	35,6	43,1	50,0	56,5	62,6	68,4	74,0	79,4
60	28,9	37,8	45,8	53,1	60,0	66,5	72,7	78,6	84,3
70	30,4	39,8	48,2	55,9	63,2	70,0	76,5	82,8	88,8
80	31,8	41,6	50,4	58,5	66,0	73,2	80,0	86,5	92,8
90	33,0	43,3	52,4	60,8	68,7	76,1	83,2	90,0	96,6
100	34,2	44,8	54,3	63,0	71,1	78,8	86,2	93,2	100,0

TABLE 1.1 – Barème du concours médical

On voit ici qu'un taux d'invalidité fonctionnelle de 90% et un taux d'invalidité professionnelle de 20%, donneront un taux d'invalidité de 54.5% pour l'assureur. Dans cet exemple, si le seuil d'invalidité pour déclencher la garantie IPT est de 66%, la garantie ne sera pas activée.

Les cellules vertes représentent les niveaux d'invalidité couverts par la garantie IPT ayant un seuil minimum de 66%.

En cas d'IPT, l'assureur versera à l'assuré la totalité des échéances de prêt sur la durée d'invalidité ou le capital restant dû, dans les deux cas proportionnellement à la quotité assurée. Les garanties IPT et ITT sont de plus en plus exigées par les établissements prêteurs lors de la souscriptions des prêts.

Invalidité Permanente et Partielle (IPP)

Comme pour l'IPT, l'IPP permet d'indemniser l'assuré s'il n'est plus en mesure d'exercer son activité professionnelle pour cause d'invalidité. En revanche, le taux d'invalidité, calculé de la même manière que pour l'IPT, doit être compris entre 33% et 66% pour cette garantie. En cas d'IPP, l'assuré peut poursuivre une activité sur un poste adapté.

Sur une base forfaitaire, l'assureur rembourse alors une part des mensualités calculée sur la base du taux d'invalidité (entre 33 % et 66 % voire 50% selon les contrats) et de la quotité assurée.

Perte d'emploi

La garantie perte d'emploi s'exerce généralement après un délai de carence et de franchise. Elle couvre normalement les licenciements permettant d'obtenir une allocation chômage. Sont ainsi exclus la démission, le licenciement pour faute lourde et les périodes d'activité professionnelle trop courtes donnant droit à une indemnisation par Pôle emploi.

La rupture conventionnelle est un cas particulier que chaque assureur traite différemment puisqu'il ne s'agit pas d'un licenciement imposé à l'assuré.

Garantie Invalidité Professionnelle

Les professionnels médicaux, paramédicaux, les pharmaciens et vétérinaires peuvent souscrire cette garantie afin de bénéficier d'une prise en charge en cas d'impossibilité totale et définitive d'exercer leur métier. En cas d'invalidité professionnelle, l'assureur rembourse le montant du capital restant dû.

1.2 LES ÉVOLUTIONS LÉGISLATIVES DE L'ASSURANCE EM- PRUNTEUR

Au cours de ces 10 dernières années, le marché de l'assurance emprunteur a subi de grandes évolutions législatives.

Ces réformes ont été menées dans le but d'ouvrir le marché de l'assurance emprunteur à la concurrence, celui-ci étant initialement détenu par les établissements prêteurs, avec un objectif à terme de faire baisser les prix.

1.2.1 LES LÉGISLATIONS SUR LE MARCHÉ EMPRUNTEUR



FIGURE 1.1 – Chronologie de la législation de l'assurance emprunteur

Loi Lagarde 2010

La première évolution majeure intervient grâce à la loi Lagarde en 2010. Cette loi introduit les éléments suivants :

- Déliaison du prêt et de l'assurance : chaque emprunteur peut contracter une assurance de prêt auprès de l'assureur de son choix. Cette assurance était jusqu'alors imposée par l'établissement prêteur (article L. 312-8 du Code de la consommation).
- Obligation d'information : l'établissement prêteur a le devoir d'informer l'emprunteur de la possibilité de contracter une assurance dans un autre établissement.
- Notion de garanties équivalentes : l'établissement ne peut refuser une délégation d'assurance si le contrat présente un niveau de garantie équivalent au contrat bancaire. Il doit également motiver tout refus. (Article L. 312-9 du Code de la consommation)
- Non modification des conditions du prêt : Le prêteur à l'interdiction de modifier le taux d'intérêt du prêt en fonction du contrat d'assurance (bancaire ou individuel).
- Devoir d'information de l'assureur délégataire : l'assureur délégataire a le devoir d'informer l'établissement prêteur en cas de non-paiement de la prime par l'emprunteur et en cas de changement important effectué sur le contrat d'assurance.

Ces dispositions n'ont pas produit l'effet escompté sur le marché de l'emprunteur. Le processus d'achat et d'emprunt immobilier étant déjà très complexe, l'attention de l'emprunteur n'est pas focalisée sur l'assurance emprunteur.

Le marché de l'assurance emprunteur reste alors marqué par des tarifs qui se maintiennent à un niveau élevé et une concurrence insuffisante.

Loi Hamon 2014

La loi Hamon du 17 mars 2014 donne la possibilité à l'emprunteur de résilier son assurance emprunteur et de la remplacer par un autre contrat dans un délai de 12 mois à compter de la souscription de son prêt.

Applicable pour tous les prêts contractés à partir du 26 Juillet 2014, cette substitution n'engendre aucun frais pour l'emprunteur. Comme dans le cas de la loi Lagarde, l'établissement prêteur ne peut refuser la résiliation de ce contrat si le nouveau contrat présente un niveau de garantie équivalent.

Jusqu'en 2016, la résiliation annuelle du contrat emprunteur était remise en cause. Pourtant l'assurance emprunteur, combinant une garantie sur la vie et une garantie sur le décès, est considérée comme un contrat mixte et devrait ainsi bénéficier de la résiliation annuelle en vertu de l'article L113-12 du Code des assurances. En pratique, les établissements prêteurs ne

sont pas contraints d'accepter la résiliation tout au long du contrat. De plus, dans un arrêt du 9 mars 2016, la Cour de Cassation a refusé le droit de changer annuellement d'assurance emprunteur. Le Code de la Consommation prime donc sur le Code des Assurances.

Avis consultatif du CCSF du 13 Janvier 2015

Le CCSF (Comité Consultatif du Secteur Financier a publié une liste contenant 18 critères de garanties pouvant être exigés par les banques. Pour faciliter la comparaison des garanties et ainsi la délégation d'assurance, le comité recommande aux banques de choisir 11 de ces critères, 15 si le contrat inclut la perte d'emploi et de les rendre publics. Cet avis a été renforcé par le décret du 14 avril 2015 qui a rendu obligatoire la mention des garanties minimales exigées par la banque dans la fiche standardisée d'information. Cette fiche d'information avait été rendue obligatoire en 2013 pour toute souscription à un prêt.

La liste suivante fait référence à certains de ces critères. Cette liste est non exhaustive et met en évidence certains critères impactant pour la garantie incapacité/invalidité :

- Caractère indemnitare ou forfaitaire de la garantie incapacité / invalidité
- Délai de franchise en incapacité
- Détermination de l'incapacité / invalidité compte tenu de l'emploi au jour du sinistre
- Couverture des inactifs au moment du sinistre
- Couverture des affections dorsales et psychiatriques

La mise en place de ces critères a eu un impact important sur le niveau des garanties comme nous le verrons par la suite. Elle a aussi permis de protéger les emprunteurs contre les nombreux refus des banques et a ainsi limité les litiges.

L'amendement Bourquin 2017

L'amendement Bourquin du 21 Février 2017, revient sur le point de la non résiliation annuelle du contrat emprunteur. Il vient compléter la loi Lagarde et la loi Hamon en donnant la possibilité aux emprunteurs de changer d'assurance emprunteur à chaque date d'anniversaire de leur contrat, et ce pendant toute la durée du prêt.

Inscrit dans l'article L. 113-12-2 du Code des Assurances, cette amendement est applicable en deux temps :

- Depuis le 22 janvier 2017 pour toutes les nouvelles souscriptions de prêt.
- A partir du 1er Janvier 2018 pour tous les prêts souscrits avant le 22 Janvier 2017.

1.2.2 IMPACT DE L'ÉVOLUTION LÉGISLATIVE SUR LE MARCHÉ DE L'ASSURANCE EMPRUNTEUR

Selon la FFA (Fédération Française de l'Assurance), le montant des cotisations d'assurance emprunteur a atteint 9.4 milliards d'euros en 2018 [FFA, 2019]. Comme le montre le graphique 1.2, le marché de l'assurance emprunteur est en pleine croissance avec une augmentation des cotisations de 12% en 5 ans. Cette croissance est favorisée par un environnement de taux historiquement bas.

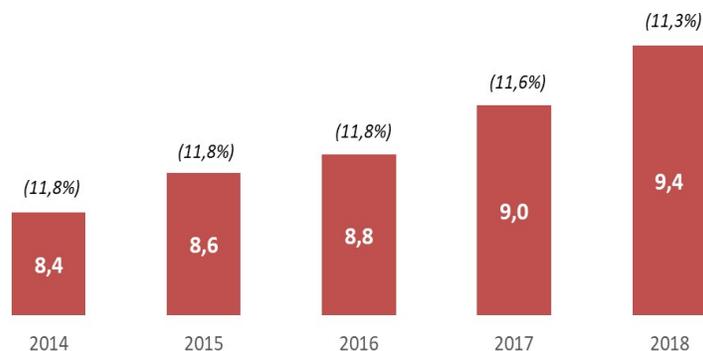


FIGURE 1.2 – Cotisations d'assurance emprunteur en milliard d'euros et part de la délégation en pourcentage

En 2018, ces cotisations proviennent majoritairement des emprunts immobiliers avec 71% des cotisations, 22% pour les prêts à la consommation et 7% seulement pour les prêts professionnels (FFA). En termes de garantie, la garantie décès représente à elle seule 71% des cotisations. Les garanties incapacité-invalidité et perte d'emploi représentent respectivement 27% et 2% des cotisations.

Comme nous l'avons dit précédemment, nous distinguons deux grands types de contrats, les contrats de groupe et les contrats individuels. Il existe une troisième catégorie de contrat regroupé généralement avec les contrats individuels qui sont les contrats défensifs bancaires.

Les contrats groupes sont des contrats collectifs proposés directement par les établissements prêteurs. Ces contrats représentent une très grande majorité des contrats emprunteurs. Ils ont été créés sur un principe de mutualisation totale avec un tarif unique pour tous les assurés et ont aujourd'hui évolué vers une segmentation un peu plus importante (par classe d'âge, état de santé ou durée du prêt). Cela a permis de limiter la concurrence des contrats individuels qui sont bien plus segmentés. Ces produits sont donc plus attractifs d'un point de vue tarifaire pour les personnes ayant un risque plus élevé puisque ces dernières bénéficient de la mutualisation des risques.

Les contrats individuels quant à eux sont proposés par des acteurs de l'assurance (courtiers d'assurance, courtiers en crédit, courtiers grossistes, etc). Ils peuvent également être proposés par les banques via un contrat défensif. Les contrats défensifs permettent à la banque de proposer un tarif plus attractif à ses clients les moins risqués grâce à un tarif plus segmenté que celui de son contrat groupe. Lancés à la fin des années 1990, les contrats individuels se distinguent par une segmentation très poussée avec une tarification du risque inhérente à chaque assuré grâce à un questionnaire de souscription et un questionnaire de santé. Une première segmentation est effectuée en fonction de l'âge de l'assuré. La segmentation est ensuite effectuée grâce au questionnaire de souscription qui, par le biais de différentes questions, permet à l'assureur de mieux connaître son risque. Les éléments suivants seront déterminants dans la tarification :

- l'âge
- le sexe
- la profession
- le statut fumeur ou non fumeur

- l'indice de masse corporel
- les déplacements effectués par l'assuré dans l'année

Toutes ces questions visent à mieux segmenter le risque et à créer des groupes de risque homogène. Nous verrons notamment une segmentation du portefeuille en classes de risque liées à la profession exercée et à certains critères comme le nombre de kilomètres effectués dans le cadre professionnel, le port de charges lourdes ou encore la manipulation d'outils de précision. Elles sont généralement au nombre de 3, mais diffèrent fortement d'un produit à un autre. On pourrait par exemple trouver les cadres et professions intellectuelles supérieures en classe 1, les employés non cadres et les artisans-commerçants en classe 2, et enfin les ouvriers en classe 3.

Les contrats individuels se caractérisent également par une grande modularité des garanties avec le rachat de certaines exclusions telles que les affections psychiatriques et dorso vertébrales, ou encore des activités sportives spécifiques pratiquées par l'assuré. Ces options font l'objet d'un ajustement tarifaire. Ce type de contrat est soumis à une sélection médicale bien plus rigoureuse visant à ajuster les tarifs en fonction de l'état de santé de l'assuré en mettant en place des surprimes ou des exclusions de garanties le cas échéant.

En 2018 selon la FFA, les contrats individuels aussi appelés délégation d'assurance représentaient 11.3% des cotisations. Cette proportion reste très stable depuis 5 ans. Elle est présentée en italique sur la figure 1.2.

Au premier abord, les effets de la loi Lagarde de 2010 et de la loi Hamon de 2014 semblent limités, la part des délégations d'assurance restant bien faible sur ces dernières années. Notons quand même que l'évolution du taux de délégation est difficilement interprétable. Différentes raisons peuvent être citées :

- Le produit emprunteur est un produit à prime périodique. Le chiffre d'affaire d'une année est constitué des primes générées par les assurés ayant souscrit au cours des 20 dernières années. Le niveau et l'évolution de celui-ci n'est donc pas le reflet de la production réelle de l'année.
- Les tarifs n'ont cessé de baisser ces dernières années, les nouveaux contrats ont donc une prime plus faible que le stock historique.
- Les populations ciblées par les contrats individuels ont généralement des profils de risques plus favorables et par conséquent des primes plus faibles.

Il serait donc plus judicieux de regarder ce taux pour les nouvelles affaires uniquement et également de mesurer ce taux en termes de nombre de contrats souscrits.

Le cabinet de conseil Actelior, expert sur le marché emprunteur, a mené une étude en 2017 [Actelior, 2017] sur la répartition des contrats en nombre entre les contrats groupes et les contrats en délégation observés sur un réseau bancaire national.

Nous voyons bien sur le graphique 1.3 que les jeunes actifs s'orientent d'avantage vers les contrats en délégation avec 45% des moins de 40 ans ayant un contrat en délégation contre moins de 20% pour les emprunteurs de plus de 50 ans. Pour toutes les classes d'âge représentées, la part des délégations en nombre est bien supérieure à celle de la FFA exprimée en pourcentage des primes (cette part restait en dessous de 15%).

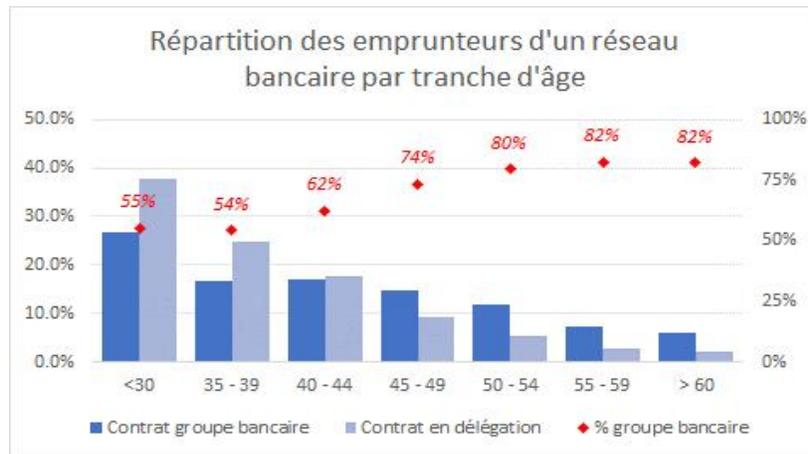


FIGURE 1.3 – Répartition des emprunteurs du réseau bancaire observé par type de contrat et par tranche âge (2017)

Lecture : 37% des contrats en délégation ont été souscrits par des assurés de moins de 30 ans. 55% des assurés de moins de 30 ans se sont tournés vers un contrat bancaire.

Une analyse du même type par catégorie socioprofessionnelle nous indique que les assurés de la CSP 1, principalement des cadres, se tournent à 42% vers les assurances emprunteur individuelles. Ils représentent 64% des contrats en délégation.

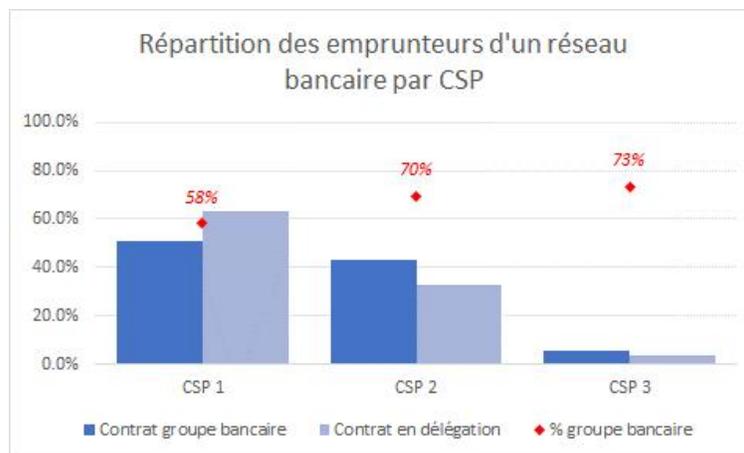


FIGURE 1.4 – Répartition des emprunteurs du réseau bancaire observé par type de contrat et par CSP (2017)

1.3 LE DÉVELOPPEMENT DU PRODUIT EMPRUNTEUR

En parallèle de ces évolutions législatives, le produit emprunteur lui-même a été remodelé et redéfini par le marché. Ces évolutions ont été accrues par l'ouverture du marché à la concurrence, ce qui a eu pour effet de rehausser le niveau moyen des garanties tout en tirant les tarifs vers le bas.

1.3.1 ÉVOLUTION DES GARANTIES CONTRACTUELLES

Indexation de la prime	Définition de l'invalidité	Couverture des inactifs	Maladies Non Objectivables	Définition des âges
<ul style="list-style-type: none"> • Capital initial • Capital restant dû 	<ul style="list-style-type: none"> • "toute" profession • "sa" profession 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacité • Invalidité 	<ul style="list-style-type: none"> • Affections dorsales • Affections psychiatriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Limite de couverture • Cessation des prestations

FIGURE 1.5 – Modularité des garanties de l'assurance emprunteur

Indexation de la prime

La prime d'assurance peut être exprimée de deux manières :

- Sur le capital initial : la prime reste constante sur toute la durée du contrat. Elle est généralement calculée en fonction de l'âge de l'assuré à la souscription. Ce mode de calcul a été initié par les contrats groupes.
- Sur le capital restant dû : la prime est adossée au capital restant dû et est calculée en fonction de l'âge atteint de l'assuré. Cette offre est d'avantage proposée par les contrats dits individuels.

Définition de l'invalidité

L'IPT peut être définies dans le contrat de deux manières distinctes comme étant l'inaptitude pour l'assuré d'exercer :

- **Toute** activité professionnelle au moment du sinistre
- **Son** activité professionnelle au moment du sinistre

L'ITT quant à elle est toujours définie sur son activité professionnelle.

Cette différence de définition peut paraître anodine mais en cas de sinistre, l'assuré qui aura choisi la clause "Toute activité professionnelle" pourra se voir refuser la prise en charge de son sinistre par l'assureur s'il ne peut pas exercer son activité mais qu'il est capable d'en exercer une autre. On voit bien ici l'importance de la rédaction des conditions générales du contrat.

Les contrats historiques bancaires garantissaient l'invalidité définie par rapport à l'aptitude à exercer "toute" profession. Ce sont les contrats en délégation qui ont instauré la définition de l'invalidité faisant référence à la profession de l'assuré au moment du sinistre. Cela permet de s'adapter aux besoins de l'assuré emprunteur et d'offrir une couverture plus importante. Selon une étude du BAO (Banque Assurance Optimisation) publiée en mai 2014 [BAO, 2014], 90% des contrats en délégation définiraient l'invalidité selon la profession de l'assuré au moment du sinistre. En revanche, les contrats bancaires restent divisés sur cette question puisque selon le BAO moins de 60% d'entre eux s'étaient alignés sur la définition des contrats en délégation.

Couverture des inactifs

La couverture des inactifs fait également son apparition. Dans le passé, elle était généralement exclue des contrats emprunteur mais la tendance sur le marché est en train de

changer principalement dans les contrats individuels, les contrats bancaires n'ayant pas encore fait évoluer cette définition. Elle permet de couvrir les assurés qui ne sont pas en activité professionnelle au moment du sinistre, par exemple les assurés en recherche d'emploi. Nous voyons aussi la couverture des inactifs à l'adhésion. La définition de l'IPT et de l'ITT dans ce cas sera basée sur la l'incapacité à réaliser certains actes de la vie quotidienne mentionnés précédemment.

Couverture des maladies non objectivables

Les maladies non objectivables (MNO) sont définies comme étant des pathologies qui ne peuvent être mesurées de manière objective par un médecin. Elles peuvent cependant entraîner un arrêt de travail et donc une perte de revenu.

Dans leurs contrats, les assureurs proposent généralement de couvrir les affections disco-vertébrales et les affections de type psychiatrique.

Avant les années 80, ces garanties étaient toujours couvertes dans les contrats emprunteur. A cette époque, seules les contrats bancaires existaient. Dans les années 80, les banques ont connu de très gros sinistres ce qui les a poussés à exclure ce type de maladies. Des années plus tard, pour répondre au besoin des emprunteurs, les banques ont réintroduits cette couverture en levant l'exclusion des MNO. Les contrats en délégation ont généralement une option de rachat des MNO engendrant un coût supplémentaire, mais ne les couvrent pas automatiquement. La marge des banques étant plus importante, il a été plus facile pour ces dernières de réintroduire de manière automatique cette garantie. Les contrats en délégation étant généralement tarifés de manière bien plus segmentée, avec un tarif plus proche du risque, ne peuvent pas inclure cette garantie sans frais supplémentaires.

Définitions des âges

Âge limite de couverture ITT/ IPT

L'âge limite de couverture est l'âge à partir duquel les garanties ainsi que les prestations cessent quelque soit le statut de l'assuré (valide ou invalide). Cet âge, qui est défini dans les conditions générales du produit, est généralement déterminé par rapport à l'âge effectif moyen des départ à la retraite. Ces dernières années, l'âge moyen de départ à la retraite ayant augmenté, nous avons pu observer sur les différents contrats des âge limites de couverture passant de 60 ans à 65 ans et voire même 70 ans sur certains produits.

Âge de cessation de la couverture ITT/ IPT

Il faut distinguer deux cas de cessation de la couverture :

- celle des valides que nous pouvons appeler cessation des garanties
- celle des invalides que nous pouvons appeler cessation des prestations

Pour un valide, les garanties cessent dès que l'assuré prend sa retraite. Plus l'âge de la retraite est retardé, plus la période de couverture sera étendue.

Pour un invalide, les définitions varient selon les produits. Voici trois exemples de clause de cessation des prestations ITT / IPT de contrat individuel :

- "Les prestations en cas d'I.T.T. et d'I.P.T. cessent d'être versées en cas de reprise totale ou partielle d'une activité, en cas de départ ou mise à la retraite/préretraite et au plus tard à vos 65 ans. "

- "...les garanties prennent fin ... -pour les garanties ITT, IPT, IPP et IPPRO, le jour du départ ou mise en préretraite ou retraite de l'assuré, (sauf en cas de mise en retraite anticipée pour inaptitude), et, au plus tard, -le jour de son 67ème anniversaire en cas de poursuite de manière effective d'une activité professionnelle rémunérée. "
- "Votre adhésion cesse : ... d) lorsque l'Assuré atteint la limite d'âge aux prestations, c'est-à-dire : ... à la date à laquelle l'Assuré fait valoir ses droits à une pension vieillesse (sauf pour raisons médicales) et au plus tard au 31 décembre de son 70ème anniversaire en cas de poursuite de manière effective d'une activité professionnelle rémunérée. En cas de mise en retraite anticipée pour raisons médicales, les prestations cesseront d'être versées dès que l'Assuré atteint l'âge légal de départ à la retraite déterminé en fonction de sa date de naissance."

Dans le premier cas, les prestations cesseront à la date de départ à la retraite qu'elle soit volontaire ou pour cause de maladie. Pour information, en cas d'invalidité, les rentes perçues par la Sécurité Sociale sont automatiquement transformées en pension de retraite pour inaptitude à l'âge d'ouverture des droits à la retraite, 62 ans actuellement.

Dans le second exemple, l'assureur continuera de verser des prestations jusqu'à l'âge maximum (ou limite) qui est dans cet exemple de 67 ans.

Dans le troisième et dernier exemple, l'âge légal de départ à la retraite n'est pas défini et pourrait correspondre à l'âge d'ouverture des droits ou à l'âge du taux plein.

L'engagement contractuel de l'assureur semble donc complètement différent d'un cas à l'autre avec un paiement des prestations plus ou moins long selon les cas.

Cependant, en 2005 la Cour de Cassation a, par deux arrêts, obligé un assureur à verser des prestations d'incapacité totale à un assuré inapte jusqu'à l'âge maximum mentionné au contrat, alors même qu'il avait été automatiquement passé à la retraite par la Sécurité Sociale. Comme il s'agit d'un cas de jurisprudence [Radier, 2017], nous supposerons désormais que quelle que soit la rédaction de cette clause, et même si l'assuré est contraint de prendre sa retraite par la Sécurité Sociale, l'assureur garantira le paiement des prestations jusqu'à l'âge maximum de couverture défini au contrat.

Cette jurisprudence implique une période d'indemnisation plus longue pour les assurés dont l'invalidité est survenue avant l'âge de départ à la retraite.

Nous voyons bien ici que le risque porté par l'assureur varie en fonction de la législation sur les retraites. Plus le départ à la retraite va être retardé, plus l'assureur sera exposé au risque incapacité-invalidité longtemps. Pour les assurés non sinistrés, la période de couverture est plus longue et donc la probabilité d'avoir un sinistre est plus importante. De plus, la jurisprudence mentionnée allonge la période d'indemnisation pour les assurés invalides.

1.3.2 ÉVOLUTION TARIFAIRE

Rappelons également que dans le cas de l'assurance emprunteur, l'assureur s'engage pour une génération de souscription donnée sur toute la durée des prêts sans révision possible des conditions générales et du tarif. Les contrats sont donc tarifés a priori pour un risque qui est susceptible d'évoluer. En cas d'évolution législatives au cours de la vie du contrat, l'assureur

1.3. Le développement du produit emprunteur

a la possibilité de modifier les termes du contrat mais ce n'est pas une pratique de marché et cela pourrait nuire à sa réputation.

Selon le courtier d'assurance en ligne Réassurez-moi, la durée moyenne des prêts immobiliers était en France en Février 2017 de 17 ans et 7 mois. En revanche, la durée réelle des prêts se trouve entre 8 et 10 ans [Fruchard, 2020]. Celle-ci tient compte des chutes prématurées des assurés dues à la revente du bien avec solde du prêt, aux héritages ou autre cause qui mettrait fin au prêt. L'assureur est donc engagé pour une durée moyenne de 8 à 10 ans sur ces contrats.

Selon l'Argus de l'assurance, les tarifs emprunteur auraient baissé de 2 à 3% par an à partir de 2008 [Bourquin, 2019], ce qui représenterait une baisse sur 10 ans de l'ordre de 20 à 30%.

En 2018, le groupe ADDACTIS¹ a présenté une étude tarifaire menée auprès de 15 acteurs du marché de l'assurance emprunteur individuel. Elle met en évidence l'évolution de la prime totale d'assurance pour un prêt de 100 000 € sur 15 ans souscrit par un cadre non fumeur. Les tarifs sont présentés dans la figure 1.6.

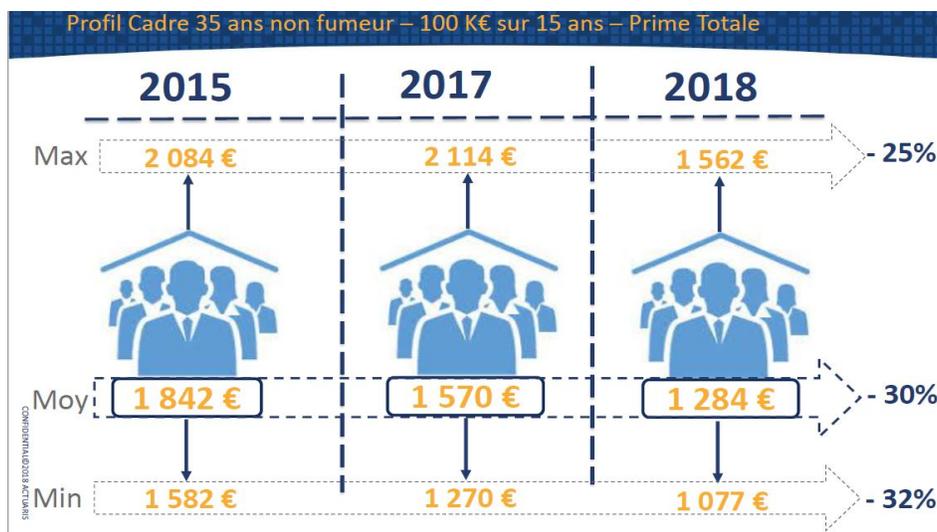


FIGURE 1.6 – Exemple d'évolution tarifaire sur le marché individuel de 2015 à 2018

Dans cet exemple, l'étude indique une baisse du coût moyen de l'assurance de l'ordre de 30 % entre 2015 et 2018. Cette baisse observée sur les tarifs des acteurs de l'assurance individuelle semble beaucoup plus significative que celle observée sur l'ensemble du marché qui n'était que de 2 à 3% par an selon l'Argus. Nous pouvons également observer que les prix minimums de 2015 sont maintenant les prix maximums en 2018.

On voit donc que même si la part des contrats en délégation reste faible comparée aux contrats groupes, l'ouverture du marché grâce aux différentes évolutions législatives a eu l'effet escompté qui consistait en une baisse tarifaire de l'assurance emprunteur.

1. <https://www.actuaris.fr/>

1.4 ÉVOLUTIONS SOCIÉTALES

1.4.1 LES RÉFORMES DES RETRAITES

Comme nous l'avons vu précédemment, nous couvrons les assurés jusqu'à l'âge du départ à la retraite pour la garantie ITT/IPT. Nous allons donc nous intéresser maintenant à la dernière composante de notre problématique : les âges de départ à la retraite. Ici aussi, nous avons pu observer de nombreuses réformes qui ont toutes eu des effets sur l'âge de départ à la retraite en France.

La réforme des retraites de 2010

La réforme des retraites a été votée le 27 octobre 2010. Cette réforme avait deux objectifs principaux, d'une part rétablir l'équilibre financier des régimes de retraite pour conserver le système des retraites par répartition, et d'autre part maintenir le niveau des pensions pour les retraités actuels et futurs. Elle est composée de 5 mesures majeures qui ont été mises en application en Juillet 2011 :

1. Recul progressif de l'âge d'ouverture des droits de départ à la retraite ;
2. Conservation du dispositif "carrières longues"
3. La retraite des femmes : maternité, égalité salariale hommes - femmes
4. Prise en compte de la pénibilité
5. Rapprochement entre le système de la fonction publique et le secteur privé

Celle qui nous impacte le plus est la première. L'âge d'ouverture des droits à la retraite est repoussé de 60 à 62 ans pour les générations 1955 et suivantes. Pour celles antérieures à 1955, l'âge minimum légal sera progressivement repoussé de quatre mois par génération à compter du 1er Juillet 2011. Il existe un certain nombre de dérogations à cette règle : pénibilité, carrières longues, catégories actives de la fonction publique, régimes spéciaux.

L'âge d'annulation de la décote, qui est l'âge auquel un salarié peut prétendre quel que soit son nombre de trimestres cotisés à sa retraite à taux plein, était jusqu'ici fixé à 65 ans. Cet âge sera porté progressivement à 67 ans d'ici 2023. Il ne faut pas confondre avec l'âge du taux plein qui varie en fonction des caractéristiques de la carrière de chacun.

De plus, suite à la loi du 20 janvier 2014, la durée de cotisation va passer de 160 trimestres pour la génération de 1949 à 172 trimestres (43 ans) pour les personnes nées à partir de 1973.

L'âge de mise à la retraite d'office, aussi appelé âge limite, est l'âge à partir duquel un employeur du secteur privé peut se séparer d'un salarié sans le licencier même à l'encontre de sa volonté. Cet âge reste quant à lui le même et est fixé à 70 ans.

Le secteur public sera lui aussi soumis à certaines de ces règles. Pour tous les fonctionnaires dont l'âge d'ouverture des droits est aujourd'hui de 60 ans, le relèvement à 62 ans, par génération, se fera de la même manière que dans le secteur privé. Pour les fonctionnaires de la catégorie "active" (militaires, policiers, etc), l'âge minimum de départ à la retraite sera repoussée de 2 ans également. L'âge limite dans la fonction publique varie entre 57 et 67 ans selon la catégorie.

Le schéma 1.7 résume bien les possibilités qui s'offrent à chacun pour choisir son âge de départ à la retraite.

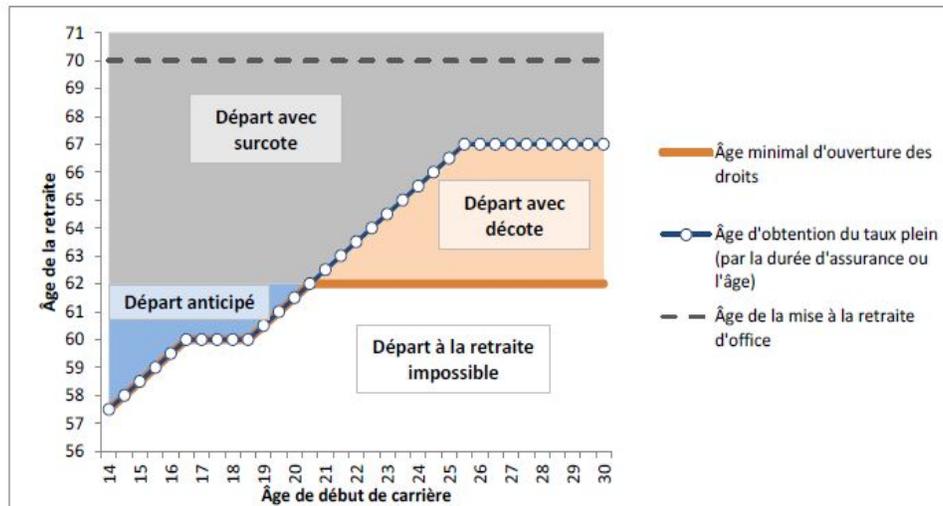


FIGURE 1.7 – Âges possibles de départ à la retraite pour un assuré né en 1957

Source : Conseil d'orientation des retraites - Séance plénière du 21 février 2019 - Document n°2

Lecture : la courbe en orange indique l'âge d'ouverture des droits tandis que la courbe avec les points blancs montre l'âge auquel le taux plein est atteint. Les différentes zones permettent de visualiser le départ avec décote, le cas d'un départ anticipé et les départs avec surcote.

La réforme des retraites de 2020

Au moment de rédiger ce mémoire, des discussions sur la réforme des retraites de 2020 sont toujours en cours. L'un des objectifs de cette réforme est d'instaurer un régime de retraite universel par répartition pour tous, ce qui permettra de supprimer les régimes spéciaux. L'âge d'ouverture des droit à la retraite devrait être maintenu à 62 ans. La transition entre l'ancien régime et le nouveau sera progressive et devrait être applicable à partir de la génération 1975.

De plus, la réforme devrait instaurer un âge pivot, aussi appelé âge minimal du taux plein, autour de 64 ans. L'intention de cet âge pivot est d'encourager les français à travailler jusqu'à l'âge d'équilibre financier du régime de retraite. Enfin, l'âge d'annulation de la décote qui était aujourd'hui fixé à 67 ans devrait être ramené à 65 ans.

Les données qui seront présentées dans la suite de ce mémoire ne tiendront pas compte de cette future réforme puisque les mesures n'ont pas encore été complètement définies. Cependant, nous construirons un scénario qui considérera certains éléments de cette réforme pour en mesurer les effets potentiels.

1.4.2 LES IMPACTS DES RÉFORMES SUR L'ÂGE DE DÉPART À LA RETRAITE

Les différentes réformes des retraites ont eu pour effet le recul de l'âge effectif de départ à la retraite. En effet, le cumul des allongements de la durée requise pour le taux plein, ainsi que le relèvement de l'âge du taux plein, contraignent davantage les français à retarder leur départ à la retraite.

La DREES (Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques), qui a pour vocation de fournir aux décideurs publics, aux citoyens, et aux responsables économiques et sociaux des informations fiables et des analyses sur les populations et les politiques sanitaires et sociales, a mené une étude sur l'impact des réformes des retraites depuis 1993 sur l'âge de départ à la retraite [DREES, 2015].

Grâce à son modèle de projection des âges de départ à la retraite (modèle Trajectoire), la DREES estime l'âge de départ à la retraite en fonction de la carrière professionnelle et de la législation souhaitée (sans réforme ou après réformes). Nous reviendrons plus en détail sur ce modèle dans le prochain chapitre. La DREES estime dans cette étude que l'âge de départ à la retraite reculerait de 2 à 3 ans pour les générations 1960 à 1980.

Deux scénarios ont été construits par la DREES pour comparer les âges de départ de chaque génération : l'un sans les réformes menées de 1993 à 2014 (en appliquant la réglementation en vigueur en 1993), et l'autre avec ces réformes (en appliquant la réglementation en vigueur en 2015). Les graphiques 1.8 présentent les résultats de ces deux scénarios pour différentes générations :

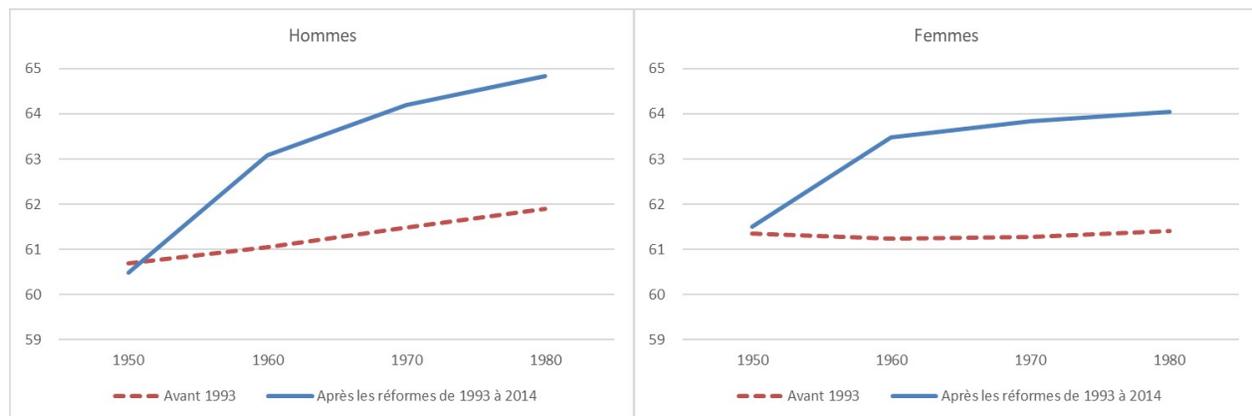


FIGURE 1.8 – Évolution de l'âge moyen de départ à la retraite

En l'absence de réforme depuis 1993, l'âge moyen de départ à la retraite des femmes reste stable à 61,4 ans contrairement à celui des hommes qui serait passé de 60,7 ans pour la génération 1950 à 61,9 ans pour la génération 1980. L'augmentation de l'âge moyen de départ à la retraite des hommes vient majoritairement du recul de l'âge à l'entrée dans la vie active.

Nous voyons bien sur ces graphiques que l'impact des réformes survenues depuis 1993 est plus important chez les hommes que chez les femmes. Chez les hommes, nous voyons que l'âge de liquidation d'un premier droit à la retraite recule de 2 ans pour la génération 1960, de 2,5 ans pour la génération 1970 et de presque 3 ans pour la génération 1980. Chez les femmes le recul de l'âge de départ à la retraite ne serait que de 2 ans et demi pour la génération 1980.

1.5 MISE EN ÉVIDENCE DE LA PROBLÉMATIQUE

1.5.1 RÔLE DU RÉASSUREUR

Nous venons de voir que l'assurance emprunteur s'inscrit dans un contexte complexe. La tendance actuelle est à la hausse du niveau des garanties, qui s'accompagne pourtant d'une baisse des tarifs grâce à l'ouverture du marché à la concurrence et aux différentes évolutions législatives.

Cette dynamique a poussé de nombreux acteurs à s'intéresser à l'assurance emprunteur. Dans ce contexte, le rôle du réassureur est prépondérant. Les nouveaux entrants sur ce marché ont fait appel à eux pour les accompagner dans le développement et le lancement de produits emprunteur. L'assureur recherche différents services auprès du réassureur en fonction de son niveau d'expertise et de ses ressources disponibles tels que :

- la production du tarif : l'assureur ne dispose pas toujours d'une base de risque adaptée à la cible du produit
- la définition du produit : les garanties, les méthodes de sélection
- la sélection médicale et la sélection financière : l'assureur ne dispose pas toujours de l'expertise ou des ressources nécessaires pour effectuer cette sélection lors de la souscription

En contrepartie, le réassureur participe généralement au business souscrit par le biais de structures proportionnelles de réassurance avec des taux de cession importants, notamment les quotes-parts et les excédents de plein. Des participations au bénéfices peuvent également être mises en place. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous placerons dans le cas d'une réassurance en quote part sans participation aux bénéfices. Nous serons donc alignés sur les tarifs commerciaux ou techniques de l'assureur.

Les partenaires du réassureur peuvent être les assureurs, les courtiers grossistes et les gestionnaires. Depuis une dizaine d'année, RGA, qui est un réassureur vie, opère sur les marchés de l'assurance emprunteur, de la prévoyance et de la dépendance. La compagnie a notamment développé une forte expertise sur le produit emprunteur individuel qui est devenu son coeur de métier. Ceci explique pourquoi la problématique de ce mémoire a été soulevée par RGA.

1.5.2 PROBLÉMATIQUE SOULEVÉE

L'assurance emprunteur est un produit technique long terme, pour lequel les garanties sont très larges. L'assureur s'engage pour une durée de couverture effective comprise en moyenne entre 8 et 10 ans et pouvant aller jusqu'à 30 ans, sans possibilité de réviser les conditions et les tarifs établis à priori sur ces contrats.

De plus, dans le contexte social actuel, nous observons un recul de l'âge de départ à la retraite qui a un impact sur la durée d'exposition aux risques sur le produit emprunteur. L'impact sera direct sur la garantie ITT/IPT puisque, pour ces garanties, les assurés sont couverts jusqu'à l'âge de leur départ à la retraite. La période de couverture est donc plus longue. Or, nous pouvons naturellement penser que le risque incapacité/invalidité augmente avec l'âge. Par ailleurs, une fois le sinistre survenu, les prestations devraient être versées jusqu'à l'âge maximum de couverture prévu au contrat si l'on se réfère à la jurisprudence. Dans le

cadre de ce mémoire, nous avons décidé de nous concentrer sur la garantie incapacité/invalidité. Les impacts sur les autres garanties, telles que le décès, nous semblent moins directs et ne seront donc pas traités dans ce mémoire.

Dans ce contexte, nous souhaitons mesurer l'impact de ces changements sur la rentabilité des portefeuilles d'assurance emprunteur. Les portefeuilles en cours sont tarifés sur des bases et des réglementations différentes, certaines générations d'assurés ne tenant pas compte par exemple du recul de l'âge d'ouverture des droits à la retraite de 62 ans. Nous souhaitons également proposer un ajustement de nos bases de tarification pour prendre en compte ces différentes évolutions dans les prochaines tarifications.

Pour revoir la modélisation de la garantie ITT/IPT du produit emprunteur, nous allons travailler dans la suite de ce mémoire sur deux axes. Le premier sera de construire une table de distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe. Le second sera de s'intéresser à l'incidence en ITT/IPT aux âges élevés. L'incidence représente la probabilité pour un assuré d'âge x de tomber en incapacité ou en invalidité entre l'âge x et $x + 1$. Nous chercherons à extrapoler nos tables d'incidence en ITT/IPT jusqu'à l'âge de 70 ans.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons décidé de ne pas revoir le prolongement de nos tables de maintien en ITT/IPT. En effet, celles-ci avaient déjà fait l'objet de travaux pour étendre le maintien jusqu'à 70 ans.

Nous compléterons notre analyse en effectuant des tests d'impact sur la rentabilité attendue. Plusieurs scénarios, appliqués à différents profils de portefeuille, seront testés.

Construction d'une table de distribution des âges de départ à la retraite

Comme nous venons de le voir, les âges de départ à la retraite ont un effet direct sur l'exposition aux risques de nos assurés et sur la durée de couverture des garanties ITT/IPT des contrats emprunteurs. Plus l'âge de départ à la retraite est retardé, plus la période de couverture des assurés pourra être longue. Nous avons donc besoin d'estimer l'âge de départ à la retraite de nos assurés pour connaître notre exposition aux risques.

Ce chapitre sera consacré à la construction d'une table de distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe qui nous permettra d'estimer jusqu'à quel âge nos assurés seront couverts. Nous verrons par la suite que la génération et le sexe sont des critères discriminants pour estimer l'âge de départ à la retraite.

Nous commencerons par présenter les données utilisées qui ont été partagées par le COR (Conseil d'Orientation des Retraites). Nous présenterons ensuite le travail qui a été effectué sur ces données pour nous permettre d'obtenir une table de distribution des âges de départ à la retraite par génération, par âge et par sexe. Cette table nous permettra d'ajuster l'exposition au risque de nos portefeuilles assurés au cours du temps.

2.1 PRÉSENTATION DES DONNÉES RECENSÉES SUR LA RETRAITE

Les projections sur l'âge de départ à la retraite nécessitent une base de données sur la population très importante et un grand nombre de facteurs exogènes à prendre en considération, tels que :

- les changements législatifs et réglementaires
- le contexte démographique (taille des générations arrivant à l'âge de la retraite)
- la situation économique (notamment, taux de chômage et déroulé des carrières -âge de fin d'études et année sans validation de droits-)

Très peu d'acteurs sur le marché ont ce type d'informations à leur disposition. Ne les ayant pas nous-mêmes, nous nous sommes intéressés aux différentes publications afférentes au sujet des retraites. Nous nous sommes rapidement tournés vers le COR qui étudie le sujet

des retraites en France depuis 2000, et qui est chargé de décrire les perspectives à moyen et long terme des régimes de retraite obligatoires au regard des évolutions démographiques, économiques et sociales.

Le COR remet ses analyses au Premier ministre et au Parlement, et publie ensuite ses travaux sur son site internet. Cela nous a permis de trouver un grand nombre d'éléments quantitatifs nous aidant à construire ces tables.

La DRESS (Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques) qui est sous la tutelle des Ministères de la Solidarités et de la Santé, du Travail et de l'Action et des Comptes publics, a aussi été une source majeure d'informations qualitatives pour nos recherches. Elle nous a permis de mieux comprendre les comportements des futurs retraités et les effets des réformes.

2.1.1 LE MODÈLE ANCETRE DE LA DREES

Le COR s'appuie sur les projections menées par la DREES grâce au modèle ANCETRE qui est l'acronyme de " Actualisation annuelle par Calage pour l'Estimation Tous Régimes des Effectifs de retraités" [Aubert and Ducoudre, 2011]. Le modèle ANCETRE utilise les données individuelles de l'Echantillon Inter Régimes de Retraités (EIR) et les données agrégées des régimes renseignées dans l'Enquête Annuelle auprès des Caisses de Retraite (EACR).

L'EIR est un panel qui permet d'observer l'évolution du nombre et de la composition des retraités, de décrire les conditions de départ à la retraite et de reconstituer le montant moyen de pension par retraité tous régimes confondus.

L'EACR quant à elle recueille des données sur le nombre de retraités, les montants moyens des pensions versées par les caisses de retraite et les conditions de départ à la retraite des nouveaux retraités caisse par caisse.

Ce modèle permet entre autres d'estimer annuellement le nombre de retraités tous régimes confondus, le montant moyen des pensions, les effectifs de nouveaux retraités. Il intègre notamment les projections démographiques de l'INSEE telles que l'espérance de vie, les flux migratoires, la fécondité, les hypothèses de croissance ainsi que le taux de chômage. Il repose sur des simulations statistiques utilisant des données individuelles enrichies de l'EIR, puis d'un calage par rapport aux données par régime provenant de l'EACR.

Rappelons avant toute chose que ces projections ont été faites avant la réforme des retraites de 2020. Nous nous plaçons donc bien dans le cadre décrit dans la section 1.4.1, avec une ouverture des droits à la retraite à 62 ans pour le régime général.

En février 2019, la réunion du COR était consacrée aux âges de départ à la retraite. A la lecture de ces documents (notamment le document 4 : Evolution historique et projetée de l'âge de départ à la retraite), nous avons recueilli des informations très pertinentes pour nos travaux telles que

1. l'âge moyen de départ à la retraite par génération
2. les distributions d'âge de départ à la retraite pour certaines générations

2.1.2 ÂGE MOYEN DE DÉPART À LA RETRAITE PROJETÉ PAR GÉNÉRATION

La première information qui a retenu notre attention concerne donc l'âge moyen de départ à la retraite par génération. Cette information a été beaucoup plus difficile à trouver que l'âge moyen des nouveaux retraités par année civile. L'analyse par génération ne tient pas compte des effets démographiques et nous permet donc de mesurer les impacts des différentes réformes des retraites. La distribution par génération sera d'autant plus adaptée à nos besoins lors de la tarification.

Le graphique 2.1 représente les projections de l'âge moyen de départ à la retraite pour les retraités de droit direct résidant en France, pour les générations de 1955 à 1990.

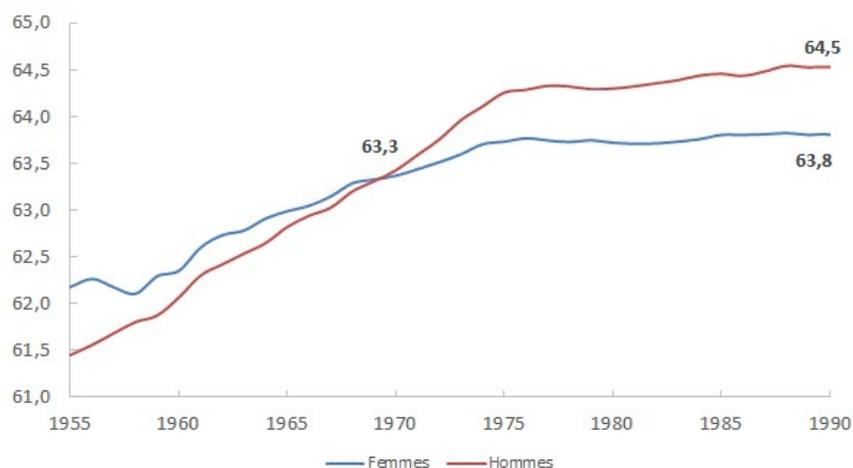


FIGURE 2.1 – Age moyen projeté de départ à la retraite par génération

Note : les scénarios de mortalité des projections démographiques de l'INSEE sont extrapolés pour les générations les plus jeunes, sous l'hypothèse d'une poursuite de la baisse de mortalité au-delà de 2070

Source : DREES, modèle ANCETRE et projections COR – juin 2018 (âge de départ) ; INSEE, projections de population 2013-2070.

Pour la génération 1955, qui est la première à être impactée par l'ouverture des droits à 62 ans, les femmes (courbe bleue) partiraient en moyenne 8 mois plus tard que les hommes avec une moyenne d'âge de départ de 62.1 ans. Cet écart viendrait des carrières entrecoupées et incomplètes des femmes.

L'âge de départ à la retraite augmenterait ensuite progressivement pour les hommes et pour les femmes et finirait par être au même niveau pour la génération 1970 avec un âge moyen de départ de 63.3 ans. Ce rapprochement serait expliqué par l'activité plus importante des femmes ainsi que les bénéfices des majorations en cas de maternité accordées aux femmes. L'âge moyen de départ à la retraite se stabiliserait ensuite autour de 64 ans à partir de la génération 1975. Ce ralentissement viendrait du fait que les générations 1975 et les suivantes auraient des durées d'études et de cotisation équivalentes.

Ce graphique 2.1 met en évidence l'intérêt de différencier les âges de départ à la retraite

des hommes et des femmes. L'impact de la génération est également important et doit être considéré dans notre analyse.

2.1.3 DISTRIBUTION DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE PROJETÉS PAR GÉNÉRATION

Lors de cette même réunion consacrée aux âges de départ à la retraite, le COR a également publié des informations sur la répartition par classe d'âge, et par sexe des départs à la retraite pour certaines générations (Figure 2.1). Ces projections ont également été obtenues grâce au modèle ANCETRE de la DREES en juin 2018, pour les retraités de droit direct, résidant en France.

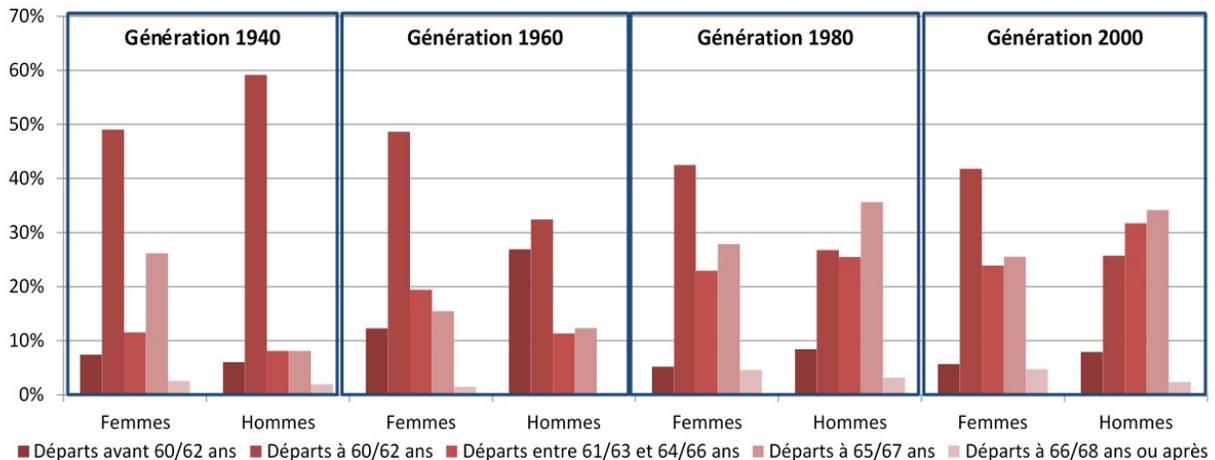


FIGURE 2.2 – Distribution des âges de départ à la retraite projetés pour les générations 1940, 1960, 1980 et 2000 par classe d'âge

Champ : retraités de droit direct, résidant en France.

Sources : calculs SG-COR à partir de DREES, modèle ANCETRE et projections COR – juin 2018.

Lecture : 48% des femmes nées en 1960 partiront à la retraite à l'âge de 62 ans, âge d'ouverture des droits à la retraite

Les données utilisées pour construire ce graphique 2.2 ont été partagées par le COR dans le cadre de ce mémoire. Elles nous ont permis d'estimer la proportion de personnes partant :

- avant l'âge d'ouverture des droits
- à l'âge d'ouverture des droits
- entre l'âge d'ouverture des droits et l'âge de l'annulation de la décote
- à l'âge de l'annulation de la décote
- après l'âge de l'annulation de la décote

Ce qui nous donne les classes d'âge de départ à la retraite suivantes :

- pour la génération 1940 : avant 60 ans, à 60 ans, entre 61 et 64 ans, à 65 ans et à 66 ans et plus
- pour les générations nées après 1955 : avant 62 ans, à 62 ans, entre 63 et 66 ans, à 67 ans et à 68 ans ou plus

2.1. Présentation des données recensées sur la retraite

Nous voyons d'ores et déjà qu'il y a un nombre très important de personnes partant à l'âge d'ouverture des droits à la retraite. Par ailleurs, nous pouvons graphiquement rapidement observer que, plus la génération augmente, plus cette proportion de personnes diminue, tant pour les hommes que pour les femmes.

L'information pour chaque âge de départ n'était pas disponible. En revanche, le COR nous a fourni l'information présentée dans la figure 2.2 pour toutes les générations nées entre 1940 et 2000. Nous nous intéresserons principalement aux générations nées entre 1955 et 1990, qui correspondent à notre population assurée.

Ces projections proviennent, comme nous l'avons dit précédemment, du modèle ANCETRE. Nous avons pu observer dans les données que la somme des proportions de départ à la retraite sur toutes les classes d'âge ne faisait pas 100% pour chaque génération. La somme est parfois inférieure ou parfois supérieure à 100%.

Le COR nous a informés que ces calculs avaient été effectués à partir du taux de nouveaux retraités entre 50 et 70 ans. Trois biais peuvent expliquer que la somme ne soit pas égale à 100% :

- Les décès à ces âges qui sont imparfaitement pris en compte dans le calcul
- Le champ des retraités : les résidents hors de France sont également mal appréhendés
- Certaines personnes peuvent partir avant 50 ans (notamment les invalides de la fonction publique qui sont considérés comme des retraités) ou après 70 ans et ne seront pas prises en compte

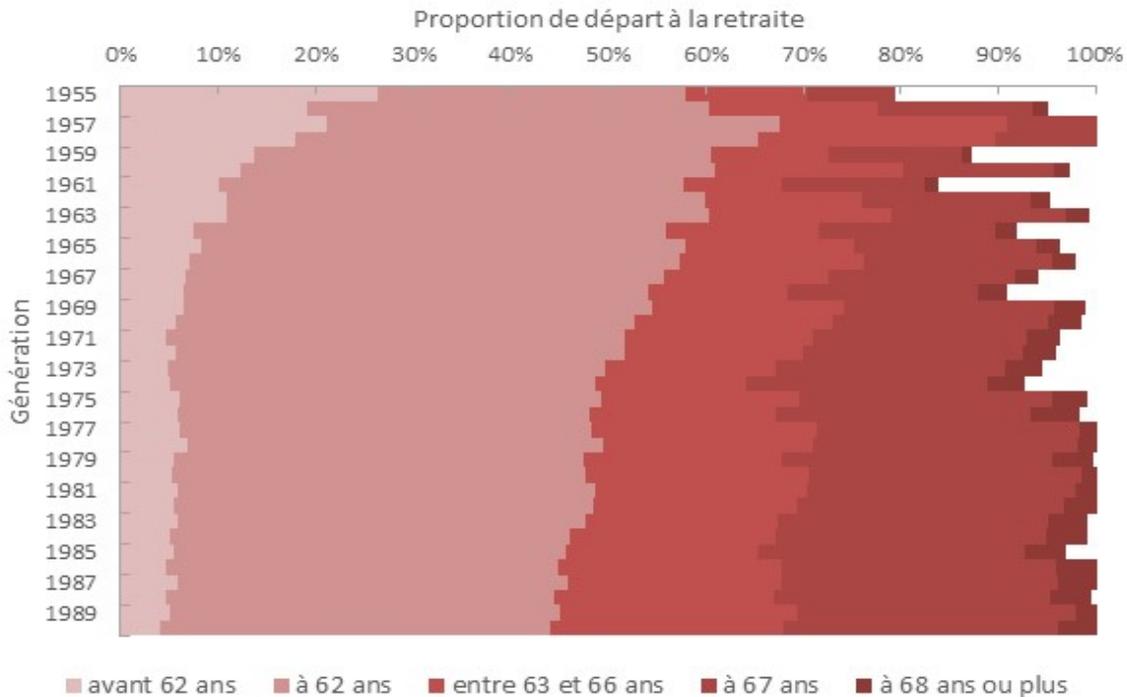


FIGURE 2.3 – Distribution des âges de départ à la retraite projetés pour les femmes des générations 1955 à 1990

Lecture : 27% des femmes nées en 1955 partiront à la retraite avant 62 ans.

2.2. Construction de la distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe

Le graphique 2.3 présente les données non retraitées pour les femmes des générations nées entre 1955 et 1990. Nous pouvons observer les générations incomplètes (pour lesquelles la somme des proportions ne fait pas 100%) comme par exemple la génération 1955 pour laquelle 20% de l'information est manquante.

Pour se faire une meilleure idée de la qualité des données et de la complétude des différentes générations, quelques statistiques usuelles sur la somme des proportions sont présentées dans le tableau 2.1.

1955 à 1990	Homme	Femme
Minimum	78.6%	79.4%
Q1	86.6%	95.2%
Moyenne	92.7%	97.5%
Médiane	91.8%	98.7%
Q3	98.7%	100.4%
Maximum	105.1%	109.6%

TABLE 2.1 – Statistiques sur la complétude des données reçues de 1955 à 1990

La distribution par génération des hommes est moins complète que celle des femmes, comme nous pouvons le voir sur le tableau 2.1.

2.2 CONSTRUCTION DE LA DISTRIBUTION DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE PAR GÉNÉRATION ET PAR SEXE

La distribution des âges de départ à la retraite pour chaque âge, dont nous souhaitons disposer, n'était pas disponible. Nous avons malgré tout réussi à rassembler des éléments permettant de l'estimer. Nous allons maintenant retraiter les données présentées dans la partie précédente. L'objectif est de disposer d'une distribution des âges de départ à la retraite au format suivant :

Age	Génération		
	1955	1956	...
50	x%	x'%	...
51	y%	y'%	...
52	z%	z'%	...
...
Total	100%	100%	100%

TABLE 2.2 – Format de la table de distribution des âges de départ à la retraite

2.2. Construction de la distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe

Nous allons utiliser les données présentées précédemment et procéder en différentes étapes pour arriver à ce format :

1. Retraiter les points aberrants
2. Obtenir une distribution complète pour chaque génération
3. Lisser les proportions par classe d'âge
4. Lisser les âges moyens de départ à la retraite par génération
5. Interpoler/extrapoler la distribution par classe d'âge à tous les âges grâce à un système d'optimisation sous contraintes

Le lissage des données est nécessaire pour nos besoins de modélisation. En effet, nous ne pouvons pas nous permettre d'avoir des discontinuités entre les générations, dans nos modèles de tarification, sauf si ces dernières viennent d'un changement réglementaire.

Nous présenterons par la suite uniquement le travail effectué sur les âges de départ à la retraite des femmes. Celui sur les hommes sera inséré dans les annexes 4.3.4 pour simplifier la lecture.

2.2.1 RETRAITEMENT DES DONNÉES POUR OBTENIR UNE DISTRIBUTION COMPLÈTE

Comme évoqué précédemment, certaines générations ont une somme de proportions par classe d'âge supérieure à 100%. Ces dernières ont été ramenées à 100% au prorata des proportions de chaque tranche d'âge. De plus, certains points aberrants ont été retraités en prenant la moyenne entre le point de la génération précédente et celui de la suivante. Ces points ont été sélectionnés graphiquement : 10 points pour les femmes (4.3%) et 18 points chez les hommes (7.8%).

A partir de là, la part de l'information manquante a été isolée pour chaque génération. Nous avons maintenant besoin de répartir cette proportion sur les différentes classes d'âge. La première idée serait de la répartir en fonction du poids de chaque classe d'âge. L'inconvénient de cette méthode est que cela donnerait beaucoup plus de poids aux tranches d'âge jeune qui ont des proportions importantes, alors que visuellement nous avons l'impression que les données manquaient principalement sur les classes d'âge élevé. Nous savons de plus que l'une des causes pouvant expliquer les distributions incomplètes serait une mauvaise appréhension des décès. On peut donc supposer que plus l'âge est élevé, plus l'incertitude sur les données est grande. Pour ces différentes raisons, nous avons préféré utiliser la probabilité de mortalité dans l'année, appelée q_x , pour répartir la part manquante de notre distribution. Pour cela, les tables de mortalité construites par RGA ont été utilisées. Elles ont été combinées aux données de l'INSEE sur la structure de la population en France métropolitaine en 2019 pour obtenir un taux de mortalité moyen par classe d'âge.

Nous avons ensuite réparti les proportions manquantes en fonction des pondérations présentées sur le tableau 2.3.

Classe d'âge	Homme	Femme
avant 62 ans	9.2%	10.0%
à 62 ans	14.3%	14.9%
entre 63 et 66 ans	21.3%	20.7%
à 67 ans	25.2%	24.5%
à 68 ans ou plus	30%	29.9%
Total	100.0%	100.0%

TABLE 2.3 – Pondération pour chaque classe d'âge calculée en fonction du taux de mortalité qx et de la distribution de la population en 2019 en France

Nous nous sommes alors rendu compte que la proportion de départs à 68 ans ou plus semblait constante au fil des générations, que ce soit chez les hommes ou chez les femmes. Les personnes qui continuent à travailler après l'âge du taux plein sont principalement des travailleurs indépendants non-salariés. Il n'y a donc pas de raison apparente pour que cette proportion évolue significativement au cours du temps. Nous avons donc décidé de définir la proportion des départs à 68 ans ou plus comme étant une constante calculée en moyenne sur plusieurs générations. Nous obtenons une moyenne de 3% de départ à 68 ans ou plus chez les femmes et 2.8% chez les hommes.

Nous obtenons les distributions suivantes pour les femmes.

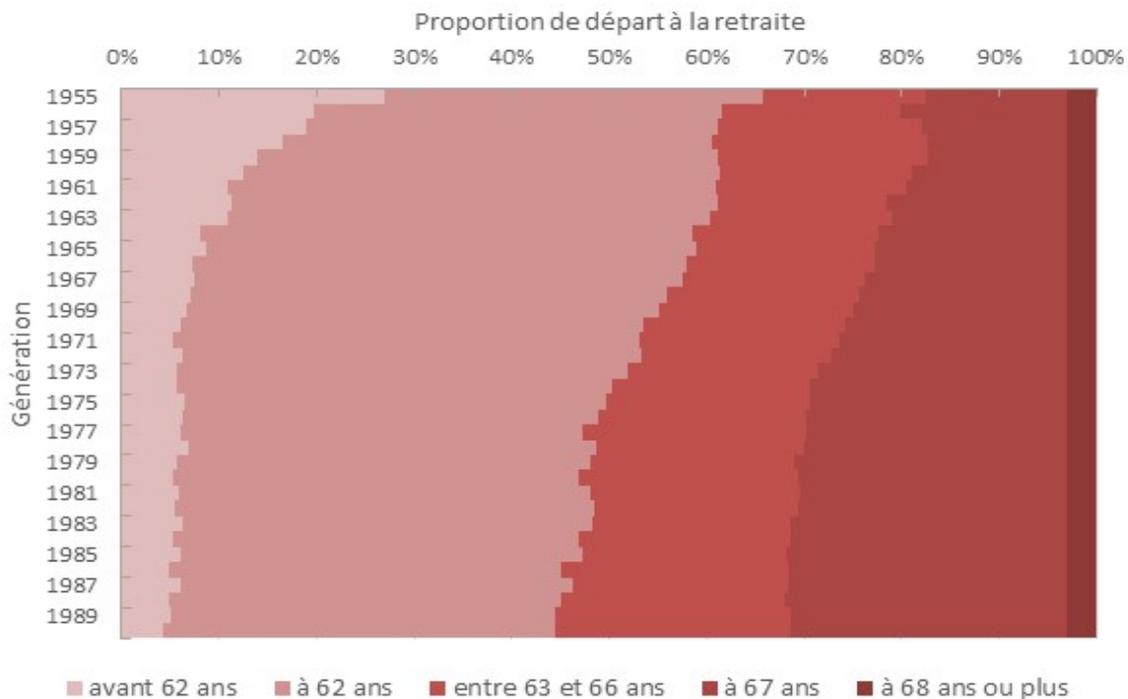


FIGURE 2.4 – Distribution des âges de départ à la retraite des femmes non lissée

Nous voyons déjà se dessiner les tendances chez les femmes. Les départs avant 62 ans vont être divisés par deux en passant de plus de 20% à moins de 10% en 35 ans, de la génération 1955 à la génération 1990. Les départs à l'âge d'ouverture des droits vont très légèrement baisser mais resteront très importants en restant au-dessus de 40%. En revanche, les départs à 67 ans vont augmenter de génération en génération en passant de 15% à 30% en 30 ans. Cela est en ligne avec l'augmentation de l'âge moyen de départ à la retraite.

Chez les hommes, les évolutions sont similaires mais davantage marquées. Les départs avant 62 ans vont passer de 40% à moins de 10% en 30 ans. Les départs à 62 ans sont plutôt stables ainsi que ceux entre 63 et 66 ans. Les départs à 67 ans vont quant à eux fortement augmenter en passant de 15% à plus de 35% 30 ans plus tard. Le graphique est présenté en annexe (Figure 8).

2.2.2 LISSAGE PAR RÉGRESSIONS POLYNOMIALES DE LA SURFACE DE PROPORTIONS DE DÉPART À LA RETRAITE

Des distributions complètes pour chaque génération ont été obtenues. Cependant, le graphique précédent (figure 2.4) faisait apparaître des discontinuités entre les générations. Cela paraît surprenant puisque les évolutions réglementaires sont progressives. Nous souhaitons donc lisser les proportions par tranche d'âge.

Au vu de la forme de ces courbes, des régressions polynomiales de différents degrés vont être utilisées pour le lissage. Chaque classe d'âge ne peut être lissée indépendamment des autres puisque la somme des proportions de chaque génération ne ferait plus 100%. Il faut donc visualiser notre problème comme une surface dont les arrêtes représentent les intersections entre chaque classe d'âge et sont à lisser.

Nous allons donc procéder par étape en commençant par faire un ajustement sur une classe d'âge donnée, puis en sommant la distribution lissée à celle non lissée de la classe d'âge suivante. Nous itérons ainsi les ajustements polynomiaux sur chaque distribution cumulée, pour obtenir des distributions lissées pour chaque classe d'âge sans modifier la somme des proportions pour chaque génération.

Ce lissage peut être effectué de deux manières :

- lissage dit ascendant : nous commençons par lisser les départs avant 62 ans et itérons les lissages sur les proportions cumulées jusqu'à la classe des départs à 67 ans. Nous devons arriver à un total de 100%
- lissage dit descendant : nous commençons par lisser les proportions cumulées des départs avant 68 ans. Les proportions de chaque classe d'âge sont ensuite soustraites et lissées chacune leur tour.

Les deux méthodes ont été appliquées, afin de choisir celle qui nous semble la plus cohérente et adaptée à notre objectif. Après avoir comparé les deux méthodes graphiquement, nous avons calculé un âge moyen de départ à la retraite par génération. Il s'avère que l'âge moyen recalculé avec la méthode ascendante est légèrement supérieur à celui calculé avec la méthode descendante. De plus, quand nous comparons les âges moyens recalculés avec ceux fournis par le COR (présentés dans la figure 2.1), il apparaît que la méthode descendante sous-estime l'âge moyen des hommes par rapport aux données du COR. Dans notre objectif de mesurer l'impact tarifaire sur un produit emprunteur du recul de l'âge de la retraite, il nous a semblé plus pertinent de retenir la méthode ascendante.

A chaque étape, nous avons choisi le degré du polynôme permettant un coefficient de détermination R^2 le plus élevé possible. Un coefficient de détermination proche de 1 indique que l'équation résultant de l'ajustement par la méthode des moindres carrés explique la relation entre les variables de façon satisfaisante. Nous avons par ailleurs limité le degré des polynômes au degré 4. Le choix a également été validé graphiquement. Mathématiquement, la relation s'écrit :

$$y = \sum_{i=0}^n a_i . x^i,$$

où n représente le degré du polynôme, x la génération et y la proportion de personnes partant à la retraite.

Les degrés des régressions polynomiales pour chaque classe d'âge, pour les femmes, sont présentées dans le tableau 2.4. Les équations sont présentées en annexe (Tableau 13).

Classe d'âge	Degré du polynome
avant 62 ans	degré 3 de 1955 à 1971 degré 1 de 1972 à 2000
à 62 ans	degré 2
entre 63 et 66 ans	degré 4
à 67 ans	degré 1

TABLE 2.4 – Types d'ajustements polynomiaux utilisés pour chaque classe d'âge (méthode ascendante)

Nous avons décidé d'effectuer deux ajustements sur la classe d'âge avant 62 ans. Un ajustement polynomial sur l'ensemble de la classe aurait entraîné une hausse des proportions sur les générations les plus jeunes, ce qui ne semble pas justifié.

Pour les femmes, les deux méthodes nous donnent des résultats assez similaires comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-dessous. Les courbes pleines représentent la méthode ascendante tandis que les courbes en pointillé représentent la méthode descendante.

2.2. Construction de la distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe

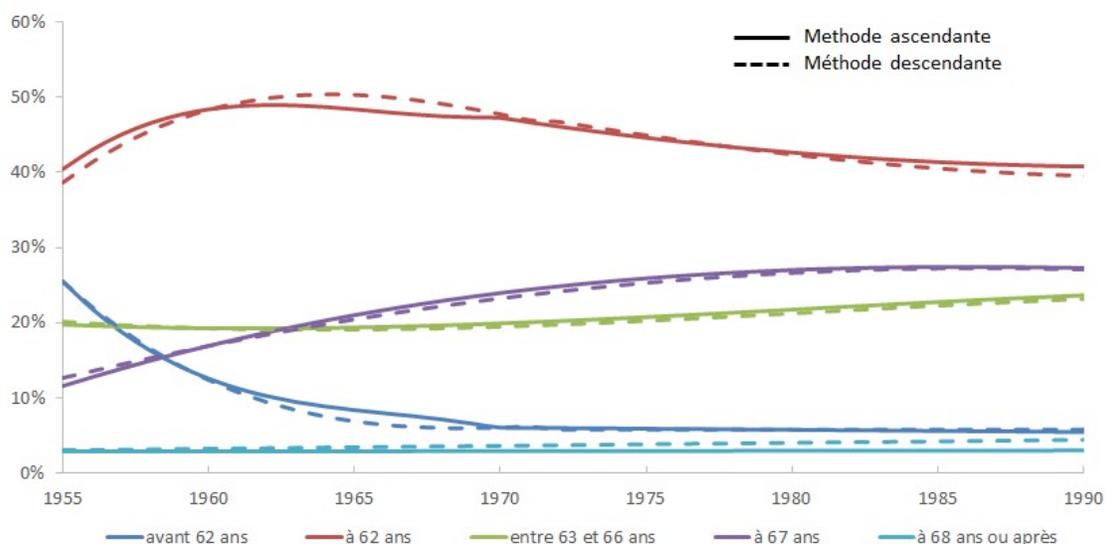


FIGURE 2.5 – Comparaison des distributions des départs à la retraite par classe d'âge avec les méthodes de lissage ascendantes et descendantes chez les femmes

Nous obtenons finalement les distributions lissées par classe d'âge présentées sur le graphique 2.6 pour les femmes.

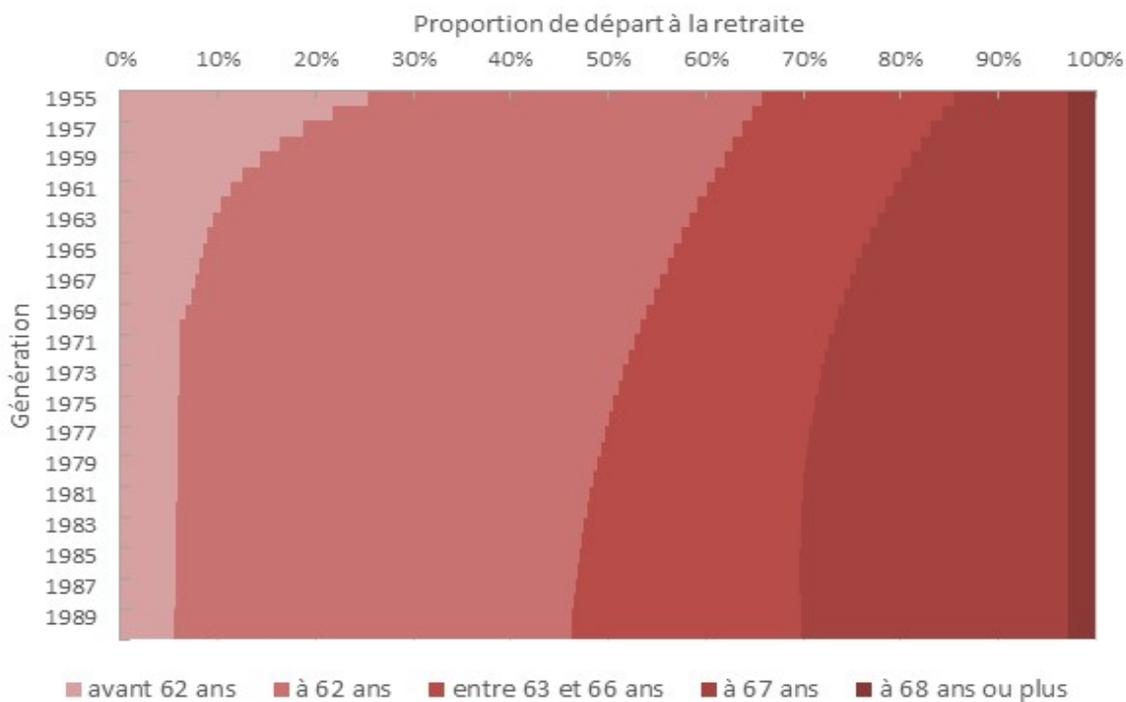


FIGURE 2.6 – Distribution des taux de départs à la retraite par classe d'âge, lissée avec la méthode ascendante chez les femmes

2.2.3 LISSAGE DE L'ÂGE MOYEN DE DÉPART À LA RETRAITE PAR GÉNÉRATION

Avant de construire notre modèle d'optimisation sous contraintes, nous allons lisser l'âge moyen de départ à la retraite. Cette variable sera notre cible à atteindre dans le système d'optimisation. L'objectif principal étant d'avoir une distribution des âges de départ à la retraite homogène d'une génération à une autre, nous avons besoin que l'âge moyen de départ à la retraite ait le moins de saut possible entre générations voisines. En effet, la réforme des retraites de 2010 étant progressive, des sauts entre les générations voisines ne sont pas attendus.

Plusieurs méthodes de lissage sont disponibles telles que la régression polynomiale, Whittaker Henderson, etc. Une fois de plus nous avons décidé d'utiliser la régression polynomiale. Des résultats similaires auraient pu être obtenus avec la méthode de Whittaker Henderson avec critère de régularité adapté. Les lissages sont présentés en annexe (Figure 12).

2.2.4 RÉOLUTION D'UN SYSTÈME D'OPTIMISATION SOUS CONTRAINTES POUR DÉTERMINER LES PROPORTIONS DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE POUR TOUT ÂGE

Nous avons donc obtenu des tables avec les proportions des départs à la retraite par génération pour les hommes et les femmes lissées par classe d'âge pour homogénéiser les distributions entre les générations. Nous souhaitons maintenant obtenir ces proportions pour tout âge. Nous disposons également de l'âge moyen de départ à la retraite lissé par génération.

Pour cela, nous allons définir et résoudre un système d'optimisation sous contraintes. La première difficulté dans un programme d'optimisation est tout d'abord de réussir à formaliser le système lui-même : définition des variables, des objectifs, et surtout des contraintes. Les informations suivantes pour chaque génération sont connues :

Paramètre	Définition	Source
A	proportion des départ avant 62 ans	données obtenues après lissage (Figure 2.6)
B	proportion des départ à 62 ans	
C	proportion des départ entre 63 et 66 ans	
D	proportion des départ à 67 ans	
E	proportion des départ à 68 ans ou plus	
M	âge moyen des départs à la retraite lissé	données du COR lissées (Figure 12)

TABLE 2.5 – Paramètres du système d'optimisation sous contraintes

Les paramètres A à E seront les variables à optimiser dans notre système. De plus, la somme des proportions de A à E fait 1. La moyenne M sera quant à elle notre cible. Ce

système contient 20 inconnues puisque les proportions recherchées sont celles de 50 à 61 ans, de 63 à 66 ans et de 68 à 70 ans. Les proportions à 62 et 67 ans sont déjà connues.

Il faut ajouter des contraintes pour réduire le nombre de solutions du système. Pour cela, d'autres données partagées par le COR vont être utilisées. Il s'agit, pour certains régimes, des proportions de départ à la retraite pour chaque âge pour la génération 1950. Ces données sont présentées dans le graphique 2.7 pour les femmes pour les régimes de l'ARCCO, l'AGIRC et l'IRCANTEC (Institution de Retraite Complémentaire des Agents Non Titulaires de l'État et des Collectivités publiques).

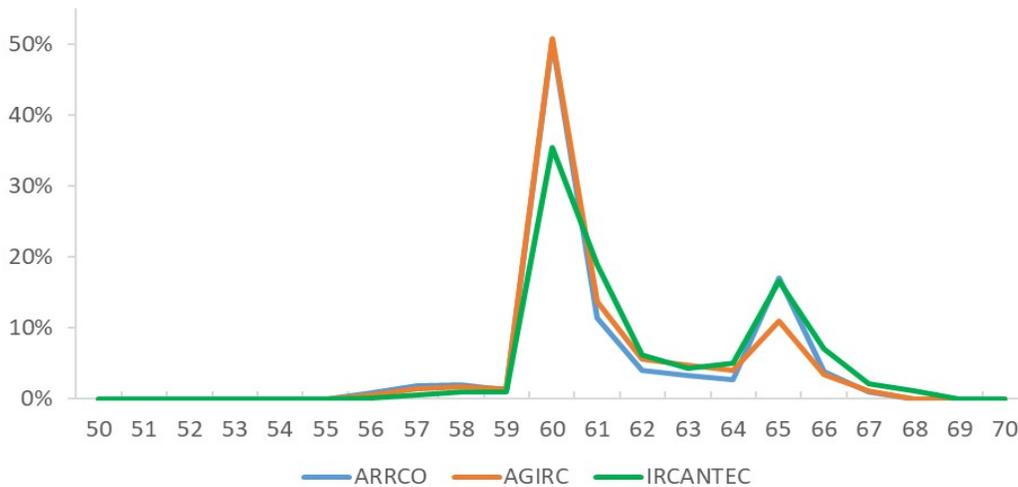


FIGURE 2.7 – Distribution des âges de départ à la retraite pour les femmes nées en 1950

Nous pouvons noter que les proportions entre 50 et 55 ans sont souvent constantes et proches de 0. Elles sont ensuite légèrement croissantes jusqu'à 59 ans. On observe également une décroissance entre 61 et 64 ans, de même qu'entre 66 et 70 ans. La réforme de 2010 ne s'appliquait pas à la génération 1950. L'âge d'ouverture des droits était de 60 ans et l'âge d'annulation de la décote de 65 ans. On peut malgré tout supposer que les comportements seront similaires avec la réforme de 2010 mais avec un décalage de 2 ans. On aurait donc une croissance entre 50 ans et 61 ans, ainsi qu'une décroissance entre 63 et 66 ans et entre 67 et 70 ans.

Pour limiter le nombre de solutions dans notre modèle, une linéarité sur ces intervalles est imposée, ainsi que le sens de variation. C'est une hypothèse assez forte, mais qui semble justifiée au vu des données présentées sur la figure 2.7.

Pour chaque génération, nous définissons y comme étant la proportion des départs à la retraite et x l'âge. Nous allons imposer les contraintes suivantes :

Age x	Contraintes
entre 50 et 55 ans	$y = a_{5055} \cdot x + b_{5055}$ avec $a_{5055} \geq 0$ et $b_{5055} \geq \max(-50 \cdot a_{5055}; -55 \cdot a_{5055})$
entre 55 et 61 ans	$y = a_{5561} \cdot x + b_{5561}$ avec $a_{5561} \geq 0$ et $b_{5561} \geq \max(-55 \cdot a_{5561}; -61 \cdot a_{5561})$
à 62 ans	$y = B'$
entre 63 et 66 ans	$y = a_{6366} \cdot x + b_{6366}$ avec $a_{6366} \leq 0$ et $b_{6366} \geq \max(-63 \cdot a_{6366}; -66 \cdot a_{6366})$
à 67 ans	$y = D'$
entre 68 et 70 ans	$y = a_{6870} \cdot x + b_{6870}$ avec $a_{6870} \leq 0$ et $b_{6870} \geq \max(-68 \cdot a_{6870}; -70 \cdot a_{6870})$

TABLE 2.6 – Contraintes du modèle

Nous allons définir également les variables suivantes :

$$A' = \sum_{x=50}^{61} y = \sum_{x=50}^{55} a_{5055} \cdot x + b_{5055} + \sum_{x=56}^{61} a_{5561} \cdot x + b_{5561}.$$

Nous imposons la continuité à l'âge 55 ans, pour lequel les deux droites se croisent :

$$a_{5055} \cdot 55 + b_{5055} = a_{5561} \cdot 55 + b_{5561}.$$

Nous avons de même :

$$C' = \sum_{x=63}^{66} y = \sum_{x=63}^{66} a_{6366} \cdot x + b_{6366},$$

$$E' = \sum_{x=68}^{70} y = \sum_{x=68}^{70} a_{6870} \cdot x + b_{6870},$$

La moyenne estimée M' est définie comme :

$$M' = \frac{\sum_{x=50}^{70} x \cdot y}{\sum_{x=50}^{70} x},$$

Nous cherchons les variables a_{5055} , b_{5055} , a_{5561} , b_{5561} , a_{6366} , b_{6366} , a_{6870} et b_{6870} telles que :

$$A = A', B = B', C = C', D = D', E = E' \text{ et } M \leq M'.$$

Nous n'imposerons pas l'égalité entre M et M' pour s'assurer que notre système admette une solution. Nous imposerons tout de même une différence maximum de 0.5% de la moyenne M pour limiter cet écart. Cela représente approximativement une surestimation maximum d'un trimestre pour un âge moyen de 64 ans.

Des seuils pour les différentes variables a et b ont également été fixés en itérant cet algorithme plusieurs fois pour trouver les seuils optimaux. Nous avons utilisé le solveur d'Excel sous VBA pour résoudre ce système pour toutes les générations. Nous utilisons la méthode GRG (Generalized Reduced Gradient) car l'une des contraintes n'est pas linéaire. Le code est présenté en annexe 4.3.4.

2.3 RÉSULTATS

2.3.1 DISTRIBUTIONS FINALES DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE

Grâce au système d'optimisation sous contraintes, les taux de départ à la retraite par âge et par génération ont été obtenus. La distribution finale des âges de départ à la retraite pour les femmes surestime la moyenne de 2.06 mois ce qui est acceptable. Pour les hommes, cet écart est de 1.75 mois. Les résultats finaux sont présentés sur les graphiques 2.8 et 2.9.

Nous pouvons observer le recul de l'âge de départ à la retraite avec la proportion plus élevée de couleurs foncées sur les générations plus récentes situées en bas du graphique. Nous retrouvons bien les tendances observées initialement avec, pour les anciennes générations, des couleurs plus claires chez les hommes que chez les femmes qui indiquent des départs plus précoces à la retraite pour les hommes que pour les femmes. A contrario, sur les générations récentes, les couleurs sont plus foncées chez les hommes que chez les femmes, ce qui indique un départ plus tardif à la retraite.

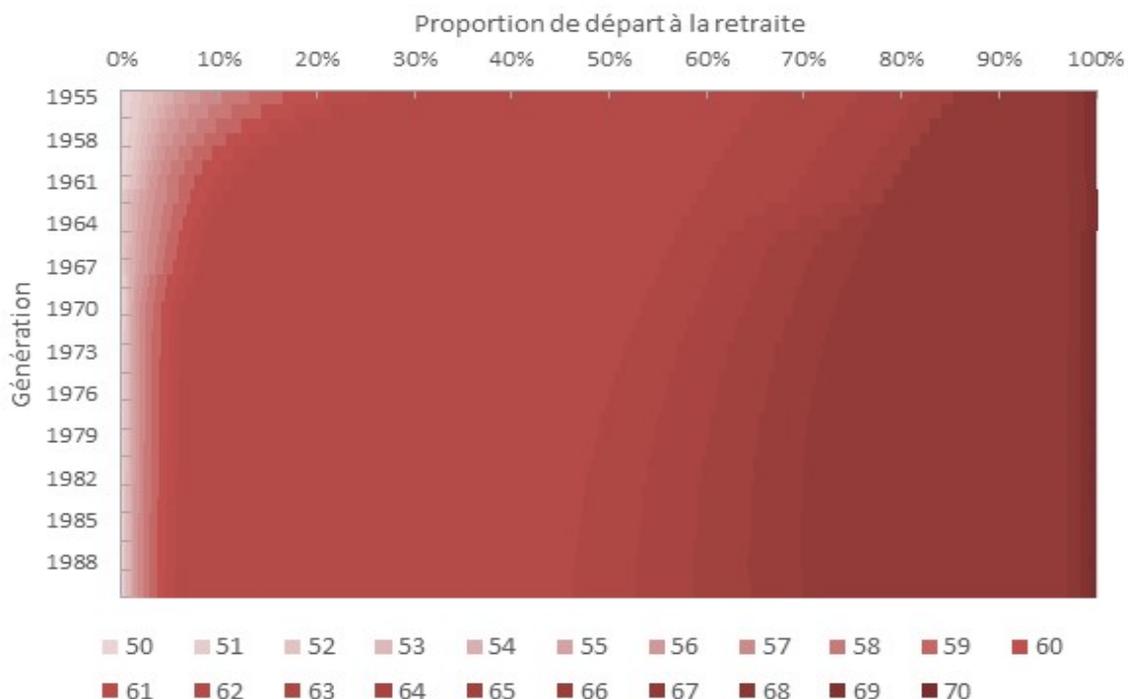


FIGURE 2.8 – Distribution finale de l'âge de départ à la retraite des femmes

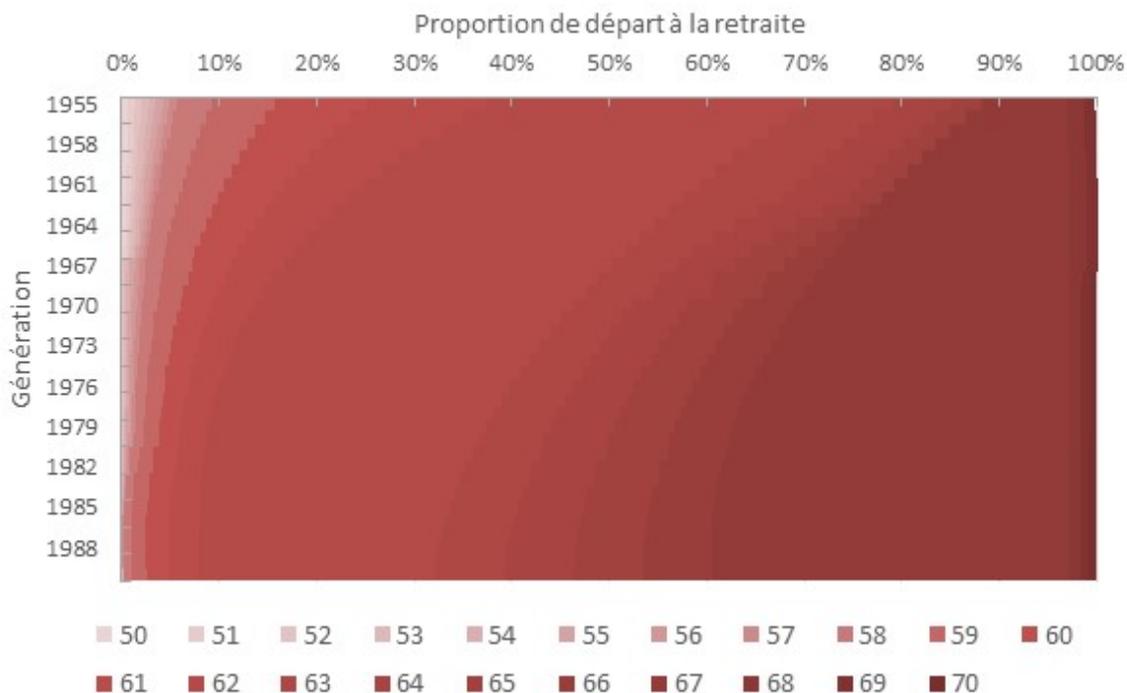


FIGURE 2.9 – Distribution finale de l'âge de départ à la retraite des hommes

2.3.2 AJUSTEMENT POUR PRENDRE EN COMPTE LES EFFETS POTENTIELS DE LA RÉFORME DES RETRAITE DE 2020

A l'heure où ce mémoire a été écrit, la réforme de 2020 est toujours en cours de discussion. Nous pensons cependant qu'il est important de regarder les mesures phares de cette réforme afin de construire un scénario probable qui pourrait s'en approcher. Lorsque la réforme sera définitive et que les projections du COR seront publiques, les taux de départ à la retraite par âge pourront être réévalués plus précisément.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, un âge pivot de 64 ans devrait être mis en place pour inciter les français à retarder leur départ à la retraite. La réforme serait applicable à partir de la génération 1975. Notre scénario considère que les distributions des âges de départ à la retraite seront identiques à celles calculées précédemment pour les générations nées avant 1975. En revanche, pour les générations nées à partir de 1975, nous allons supposer que 60% des départs pris à l'âge de 62 ans et avant seront repoussés à l'âge de 64 ans exactement. Les proportions de départ à la retraite de 65 à 70 ans sont supposées constantes dans ce scénario.

Le graphique 2.10 présente la distribution des âges de départ à la retraite des femmes dans le cadre du scénario de la réforme de 2020. Nous pouvons observer une coupure nette pour la génération 1975 qui sera la première impactée par la réforme dans notre scénario. Ce scénario génère une augmentation de l'âge moyen de départ à la retraite de 8.5 mois en moyenne pour les générations de femmes nées entre 1975 et 1990.

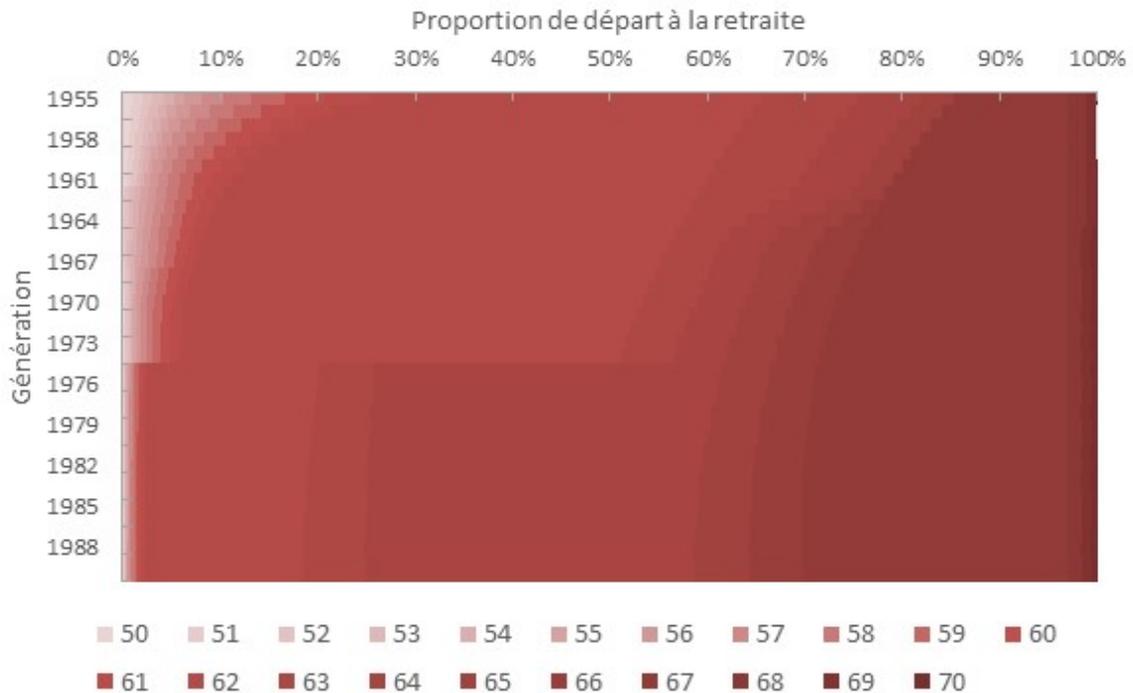


FIGURE 2.10 – Distribution de l’âge de départ à la retraite des femmes, prenant en compte la réforme des retraites de 2020

Dans ce deuxième chapitre, nous avons réussi à obtenir des proportions de départ à la retraite par âge pour chaque génération en résolvant un système d’optimisation sous contraintes. De la même manière, nous avons construit un scénario qui nous permettra d’estimer les effets probables de la réforme des retraites de 2020.

Nous aurions également souhaité obtenir la distribution des âges de départ à la retraite par régime de retraite ou par catégories sociales professionnelles (agriculteurs, artisans commerçants, cadres, employés, ouvriers, etc). Nous pensons que ce critère pourrait avoir un impact sur les distributions des âges de départ à la retraite. Malheureusement, cette information n’a pas été publiée et le COR n’a pas non plus été en mesure de nous la fournir. Il sera intéressant de prolonger cette étude si nous obtenons des informations relatives à ce critère.

Nous allons maintenant nous concentrer sur le prolongement de la table d’incidence en ITT/IPT aux âges élevés. Ces distributions d’âges de départ à la retraite seront utilisées dans le chapitre 4 pour effectuer des tests d’impact.

Prolongement des taux d'incidence en ITT/IPT aux âges élevés

Dans ce troisième chapitre, nous allons nous intéresser à la prolongation des tables d'incidence en ITT/IPT. Bien que confrontés à un manque de données d'expérience et de données de marché, nous avons développé une approche reposant sur des informations quantitatives et des arguments qualitatifs. Pour commencer, nous introduirons la notion d'incidence et présenterons les tables qui nous serviront de référence. Nous ferons ensuite un état des lieux des données disponibles sur les marchés français et européens, et présenterons enfin les réflexions qui nous ont menés à utiliser la méthode des splines pour prolonger la table d'incidence en ITT/IPT.

3.1 LES TABLES DE RÉFÉRENCE UTILISÉES

3.1.1 DÉFINITION DE L'INCIDENCE ET PRÉSENTATION DES TABLES D'INCIDENCE DE RÉFÉRENCE EN ITT/IPT

L'incidence en ITT/IPT représente la loi d'entrée en incapacité/invalidité. Elle correspond, pour un assuré, à la loi de passage entre l'état de "valide" et l'état "d'incapable" ou "d'invalidé". Ces deux risques ne seront pas dissociés dans la suite de ce chapitre. Nous souhaitons en effet construire une table unique nous permettant de tarifier ces deux risques simultanément. Ce besoin vient du fait que dans les contrats d'assurance emprunteur, l'ITT est presque toujours proposée conjointement à l'IPT.

L'incidence en ITT/IPT pour un assuré d'âge x représente la probabilité de tomber en incapacité ou en invalidité entre l'âge x et l'âge $x + 1$. Nous devons disposer d'une table d'incidence jusqu'à l'âge limite de couverture, soit, pour certains contrats du marché actuel de l'emprunteur, jusqu'à 70 ans.

Ces tables sont différentes selon le niveau de franchise défini au contrat. Dans ce mémoire, nous prendrons une franchise de 90 jours, qui est la pratique standard de marché à ce jour.

Les tables, que nous cherchons à prolonger, sont issues d'une étude d'expérience menée sur nos portefeuilles emprunteurs. Il y a quelque temps, ces tables avaient déjà été prolongées

jusqu'à 70 ans grâce à une simple extrapolation polynomiale. Par ailleurs, cette extrapolation s'effectuait à partir d'âges déjà élevés, pour lesquels l'incidence observée n'était plus suffisamment robuste (manque d'observations). Les tables ont ainsi été extrapolées de 58 à 70 ans pour les hommes et de 54 à 70 ans pour les femmes. Or, nous avons constaté que cette méthode conduisait à des taux d'incidence au-delà de 60 ans conservateurs, et non représentatifs du risque. L'impact sur la rentabilité était alors faible au vu de la proportion limitée d'assurés aux âges élevés. Cependant, les différentes évolutions législatives et contractuelles récentes nous ont poussés à nous intéresser davantage aux garanties ITT/IPT aux âges élevés pour mieux maîtriser le risque. Pour ces raisons, nous avons souhaité revoir l'approche utilisée afin d'obtenir des tables d'incidence aux âges élevés plus proches du risque.

Il faut savoir que la pratique de marché est de définir l'incidence en 3 classes de risque liées à la profession exercée par l'assuré (cadre, employé et artisan commerçant, ouvrier et agriculteur). Pour plus de simplicité, dans ce mémoire, nous travaillerons sur des tables différenciées selon le statut cadre/non-cadre. L'incidence dépendant également du sexe, il va donc être nécessaire d'extrapoler 4 tables d'incidence en ITT/IPT :

- Femme cadre
- Femme non-cadre
- Homme cadre
- Homme non-cadre

3.1.2 CONTRAINTES ET OBJECTIFS

Le calcul de l'incidence repose sur deux variables d'observation : le nombre de sinistres et l'exposition au risque, qui correspond au nombre de polices en cours. Aux âges élevés, le nombre de sinistres est souvent limité. Ce manque de données implique une faible fiabilité des taux d'incidence calculés à ces âges.

Par ailleurs, l'analyse de l'expérience passée ne nous permet pas aujourd'hui d'avoir une estimation de l'incidence aux âges élevés. En effet, sur les produits vendus il y a quelques années, l'âge limite de couverture pour les garanties ITT/IPT était plus faible (60/62 ans) que ce que nous voyons aujourd'hui sur les produits emprunteurs (67/70 ans). De plus, les assurés partaient à la retraite plus tôt que les générations assurées aujourd'hui et dans le futur. Ainsi, le nombre de sinistres et l'exposition mesurés sur l'expérience passée ne sont pas le reflet de ce que nous observerons à l'avenir sur les produits emprunteurs.

Le graphique 3.1 représente la vision marché de l'incidence en ITT/IPT. Nous pouvons observer la forte décroissance de l'incidence après 60 ans. Cette baisse de l'incidence semble surprenante. Intuitivement, nous pouvons supposer que l'incidence en ITT/IPT augmente avec l'âge. La décroissance de l'incidence après 60 ans, telle que se la représente le marché, vient du fait que l'exposition aux âges élevés est mal appréhendée. En effet, les systèmes de gestion ne prennent pas toujours bien en compte les fins de garanties ITT/IPT aux âges élevés. De même, les assurés n'informent pas forcément rapidement leur assureur de leur nouveau statut de retraité. Ils continuent de ce fait à payer des primes et sont comptabilisés dans l'exposition du risque ITT/IPT plus longtemps. Par conséquent, l'exposition à ces âges est surestimée, ce qui entraîne une sous-estimation de l'incidence. Il est ainsi difficile de se référer à l'expérience pour le calcul de l'incidence aux âges élevés, même quand on dispose d'un nombre de sinistres suffisant.

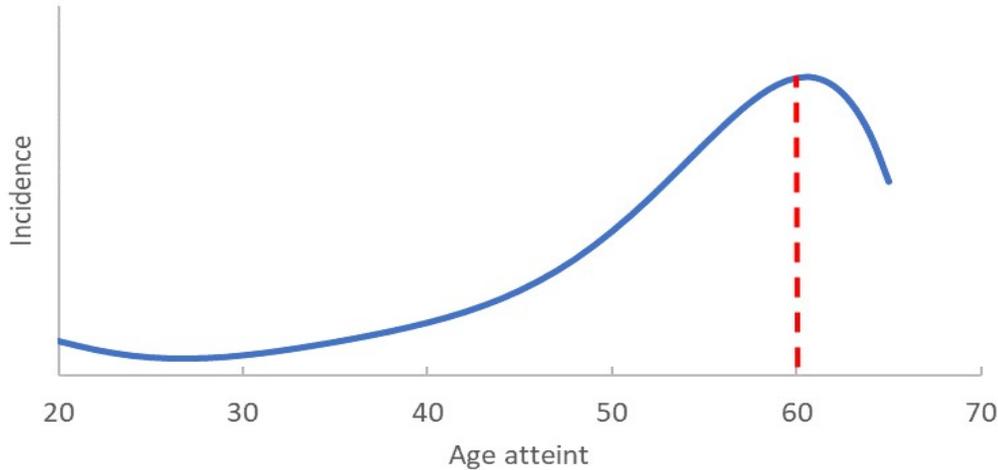


FIGURE 3.1 – Forme de la courbe d'incidence en IIT/IPT - vision marché

Comme nous venons de le voir, les données d'expérience, aussi abondantes soient elles, sont peu exploitables aux âges à partir desquels les assurés partent en retraite. De plus, l'extrapolation de l'incidence ITT/IPT par de simples ajustements polynomiaux semble discutable. Nous avons ainsi cherché d'autres méthodes d'extrapolation.

Suite à différentes lectures, et notamment à la lecture du mémoire de Claire Rogier sur la construction de lois d'entrée en dépendance [Rogier, 2016], nous nous sommes tout d'abord tournés vers les méthodes d'extrapolation utilisées sur les lois de mortalité. Claire Rogier utilise notamment les lois telles que Kannisto, Gompertz-Makeham et Denuit et Goderniaux. Le package `MortalityLaws` [Pascariu, 2020] de R [R Core Team, 2021] a été utilisé pour tester différents ajustements de loi sur l'incidence en ITT/IPT. Cependant, les extrapolations obtenues grâce à ces différentes lois ne nous ont pas semblé adaptées au risque ITT/IPT. Elles étaient pour la plupart encore plus conservatrices que les extrapolations polynomiales et les recherches que nous avons effectuées par la suite nous ont finalement conduits à les écarter.

Dans la partie suivante, nous commencerons par faire un état des lieux des données disponibles en France et chez nos voisins européens. Nous tenterons également de mieux comprendre la sinistralité aux âges élevés sur ce type de garanties, grâce notamment aux discussions que nous avons eues avec notre médecin conseil.

3.2 DONNÉES DISPONIBLES EN FRANCE ET EN EUROPE

Dans cette partie, nous allons faire l'état des lieux des données et des informations que nous avons recensées autour du risque ITT/IPT. Des données françaises ainsi qu'européennes vont être présentées. Les données de la Sécurité Sociale ont été une source majeure d'informations. De plus, RGA étant une compagnie internationale, nous avons pu interroger nos collègues situés dans des bureaux hors de France, et ainsi obtenir des données anglaises, allemandes et néerlandaises.

3.2.1 DONNÉES SUR LES INCAPACITÉS PERMANENTES SURVENUES DANS LE CADRE DU TRAVAIL (SÉCURITÉ SOCIALE)

Nous nous sommes intéressés aux données recensant les accidents du travail en France. En 2012, l'INRS, Institut National de Recherche et de Sécurité, a publié un rapport sur la particularité des accidents de travail chez les seniors [Tissot and Bastide, 2012]. Ce rapport met en évidence le fait que les arrêts de travail sont moins fréquents chez les seniors que chez les jeunes. En revanche, la durée moyenne des arrêts est beaucoup plus longue. Ce rapport utilise les données fournies par la CNAMTS (Caisse Nationales de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés) et les données de l'enquête emploi de l'INSEE pour calculer un indice de fréquence des arrêts de travail. Ces travaux ayant été réalisés en 2012, ils ont été mis à jour avec des données de 2017 [CNAMTS, 2019].

Ce document présente trois types de sinistres pour les assurés du régime général, en 2017 :

- les accidents du travail
- les accidents de trajet
- les maladies professionnelles

Pour chaque type de sinistres, des statistiques sont présentées telles que le nombre de salariés, le nombre d'accidents, le nombre de nouvelles incapacités permanentes, le nombre de décès etc. Ces statistiques sont également détaillées par sexe, par tranche d'âge, par qualification professionnelle ou encore par type de lésions. Ces informations sont également disponibles pour chaque CTN (Comités Techniques Nationaux), qui correspondent aux secteurs d'activité définis par la Sécurité Sociale.

Nous nous sommes particulièrement focalisés sur les statistiques relatives aux nouvelles incapacités permanentes par tranche d'âge. Le terme "nouvelles incapacités permanentes" désigne un sinistre ayant entraîné la reconnaissance d'une incapacité permanente, quel que soit le niveau de l'incapacité. Il peut entre autres être inférieur à 10%.

Tranche d'âge	Nombre de salariés	Nombre de nouvelles incapacités permanentes	Incidence des incapacités permanentes pour 1000
moins de 20	372 949	455	1,2
20 à 24	1 479 727	1 858	1,3
25 à 29	2 079 364	3 196	1,5
30 à 34	2 241 505	4 698	2,1
35 à 39	2 380 021	5 663	2,4
40 à 49	4 973 627	17 726	3,6
50 à 59	4 601 323	24 591	5,34
60 à 64	872 668	3 488	4,0
plus de 65	249 149	2 795	11,2
Total	19 250 334	64 471	3,3

TABLE 3.1 – Statistiques sur le nombre et l'incidence en incapacité permanente par tranche d'âge en 2017, pour le régime général

Source : CNAMTS et INSEE

Note : le nombre de nouvelles incapacités permanentes ainsi que le nombre total de salariés proviennent du CNAMTS. Le nombre de salariés par tranche d'âge a été obtenu grâce à la distribution de la population active fournie par l'INSEE en 2018. L'incidence est le ratio entre le nombre de nouvelles incapacités et le nombre de salariés

L'incidence en incapacité permanente augmente avec l'âge jusqu'à 60 ans. Nous observons une rupture de cette croissance entre 60 et 64 ans, avec une légère baisse de l'incidence en incapacité permanente. La tendance initiale reprend pour les plus de 65 ans. L'incidence en incapacité permanente passe ainsi de 4 pour 1000 à 11.2 pour 1000 au-delà de 65 ans.

Nous pensons que cette baisse de l'incidence en incapacité permanente est due aux départs à la retraite. L'incidence serait en croissance jusqu'à 60 ans. Après 60 ans, les personnes en moins bonne santé, et ayant des difficultés à effectuer leur profession, seraient plus enclines à prendre leur retraite dès l'âge d'ouverture des droits. Les départs à la retraite auraient un effet boni sur l'incidence puisque la population restant active serait en meilleure santé.

Ce point a été discuté avec notre médecin conseil, spécialiste en gériatrie. Le rôle du médecin conseil en réassurance est d'accompagner les compagnies d'assurance ou de réassurance lors de la souscription, et au moment de l'acceptation des sinistres. Le médecin met à disposition son expérience du terrain pour émettre des avis médicaux sur des dossiers classés comme risques aggravés (pathologies graves, professions à risque). Son rôle est aussi d'intégrer les progrès médicaux dans les critères de sélection médicale et d'identifier les risques émergents. Notre médecin a confirmé notre avis concernant la baisse de l'incidence en incapacité permanente après 60 ans. Elle a de plus observé dans le cadre de son rôle de médecin conseil, sur les dossiers qu'on lui soumet, une hausse de la sinistralité après 65 ans. L'effet boni aurait donc disparu après 65 ans. Comme l'a mentionné notre médecin, cet âge est proche de l'espérance de vie en bonne santé de l'INSEE. L'espérance de vie en bonne santé est définie par l'INSEE comme l'espérance de vie sans incapacité. En 2018, elle est de

64.5 ans pour les femmes et de 63.4 ans pour les hommes.

La répartition du nombre d'incapacités permanentes par type de sinistres a été analysée. Les résultats sont présentés dans le tableau 3.2.

Tranche d'âge	Accident de travail	Accident de trajet	Maladie professionnelle
moins de 20	71%	27%	1%
20 à 24	77%	19%	4%
25 à 29	73%	19%	8%
30 à 34	70%	14%	17%
35 à 39	65%	12%	22%
40 à 49	56%	10%	34%
50 à 59	45%	7%	48%
60 à 64	41%	9%	50%
plus de 65	11%	3%	87%

TABLE 3.2 – Répartition du nombre de nouvelles incapacités permanentes par type de sinistres en 2017, pour le régime général
Source : CNAMTS

Nous pouvons remarquer que pour les moins de 40 ans les sinistres de la Sécurité Sociale, sont majoritairement des accidents de travail. En revanche, plus l'âge augmente, plus la part des maladies professionnelles est importante. Une maladie professionnelle est la conséquence de l'exposition plus ou moins prolongée à un risque qui existe lors de l'exercice habituel de la profession. La liste¹ de ces maladies est définie précisément par l'INRS. Or, nous pouvons nous demander si la répartition, des sinistres ITT/IPT d'un contrat emprunteur entre accident et maladie, telle que présentée dans le tableau 3.2, est similaire à celle de la Sécurité Sociale.

Ici encore, nous nous sommes tournés vers les équipes de sélection des risques et de gestion des sinistres. Un chargé de sinistre nous a confirmé qu'aux âges élevés, très peu de sinistres ITT/IPT sont liés à une cause accidentelle. En revanche, la majorité d'entre eux sont des maladies du type cancer, arthrose ou encore maladies psychologiques.

En conclusion, cette première analyse montre que nous devons concentrer nos recherches de données sur les maladies aux âges élevés, qui représentent la majorité des sinistres à ces âges.

Nous avons également obtenu quelques éléments sur la forme de la courbe d'incidence en ITT/IPT, nous permettant de pouvoir considérer les hypothèses suivantes :

- Ralentissement de l'incidence après l'âge d'ouverture des droits à la retraite (62 ans)
- Accélération de la croissance de l'incidence après 65 ans

1. <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20835>

3.2.2 DONNÉES SUR LES AFFECTIONS DE LONGUES DURÉES (SÉCURITÉ SOCIALE)

La Sécurité Sociale publie chaque année des données sur les effectifs des nouvelles Affections de Longue Durée (ALD). Une ALD est une maladie chronique à caractère grave, qui peut être exonérante, c'est-à-dire prise en charge à 100% par la Sécurité Sociale. La liste des affections exonérantes référence 30 maladies (décret n° 2011-77 du 19 janvier 2011). Nous pouvons citer en exemple : la mucoviscidose, la sclérose en plaques, la maladie de Parkinson ou encore l'accident vasculaire cérébral invalidant.

Ces données sont publiées par maladies, par tranche d'âge de 5 ans et par sexe. Ce qui nous intéresse ici n'est pas le niveau absolu de l'incidence en ALD puisque les définitions sont différentes du risque ITT/IPT d'un contrat emprunteur. Les incidences de l'un et de l'autre seront a priori différentes. En revanche, nous souhaitons savoir comment se comporte la courbe d'incidence des ALD aux âges élevés. C'est la forme de cette courbe qui est importante pour nous, et notamment la croissance entre les différents âges. Pour cela, nous allons fixer un âge de référence et observer les ratios des incidences par rapport à cet âge de référence. Pour un âge x , nous observerons le ratio entre l'incidence à l'âge x et l'incidence à l'âge de référence. Nous verrons par la suite que nous fixerons l'âge de référence en fonction de l'âge à partir duquel nous souhaitons prolonger l'incidence en ITT/IPT.

Pour revenir aux ALD, nous nous sommes aperçus que certaines maladies touchaient davantage les personnes jeunes que les personnes âgées. Cela a pour effet de faire baisser la pente de l'incidence en ALD. Nous avons échangé avec notre médecin conseil pour sélectionner les maladies qui seraient susceptibles de générer une incapacité ou une invalidité de nos assurés aux âges élevés. Certaines maladies, comme la mucoviscidose, touchent principalement les enfants. Elles n'impacteront pas l'incidence en ITT/IPT aux âges élevés. D'autres maladies se déclenchent plus tardivement mais seront détectées grâce à la sélection médicale pratiquée lors de la souscription des contrats emprunteurs (la sclérose en plaques, l'hypertension artérielle sévère, etc.). Nous avons ainsi sélectionné 10 maladies parmi les 30 comme étant les plus impactantes aux âges élevés. Le tableau 3.3 présente la liste de ces maladies.

- | | |
|--|--|
| 1. tumeur maligne, affection maligne du tissu lymphatique ou hématopoïétique (31.9%) | 6. polyarthrite rhumatoïde évolutive (2.4%) |
| 2. diabète de type 1 et diabète de type 2 (27.5%) | 7. spondylarthrite grave (1.1%) |
| 3. maladie coronaire (13.8%) | 8. maladie de Parkinson (1.1%) |
| 4. insuffisance cardiaque grave, troubles du rythme graves, cardiopathies valvulaires graves (11.3%) | 9. maladie d'Alzheimer et autres démences (1.1%) |
| 5. accident vasculaire cérébral invalidant (6.6%) | 10. paraplégie (0.2%) |

TABLE 3.3 – Liste des 10 maladies sélectionnées avec leur proportion pour les 55-70 ans parmi les 30 ALD

Chez les 55-70 ans, les cancers, représentés par les tumeurs malignes dans la liste des ALD, sont la maladie avec l'incidence la plus élevée puisqu'ils représentent plus de 30% des

3.2. Données disponibles en France et en Europe

ALD déclarées. Le graphique 3.2 présente l'incidence en ALD par tranche d'âge pour 10 000 personnes pour les 10 maladies présentées ci-dessus. L'incidence passe de 16.0 pour 10 000 pour les femmes de 50 à 54 ans à 31.4 pour 10 000 pour la tranche d'âge 65-69 ans (+196%). Chez les hommes, la croissance est plus importante, l'incidence passe de 19.8 entre 50 et 54 ans à 53.9 pour 10 000 pour la tranche d'âge 65-69 ans (+272%). Nous pouvons observer que le rapport entre l'incidence des 10 ALD sélectionnées et celle des 30 ALD, qui est représenté par des croix sur le graphique, augmente avec l'âge. Cela indique que la croissance de l'incidence a été accentuée en choisissant ces 10 maladies comme attendu.

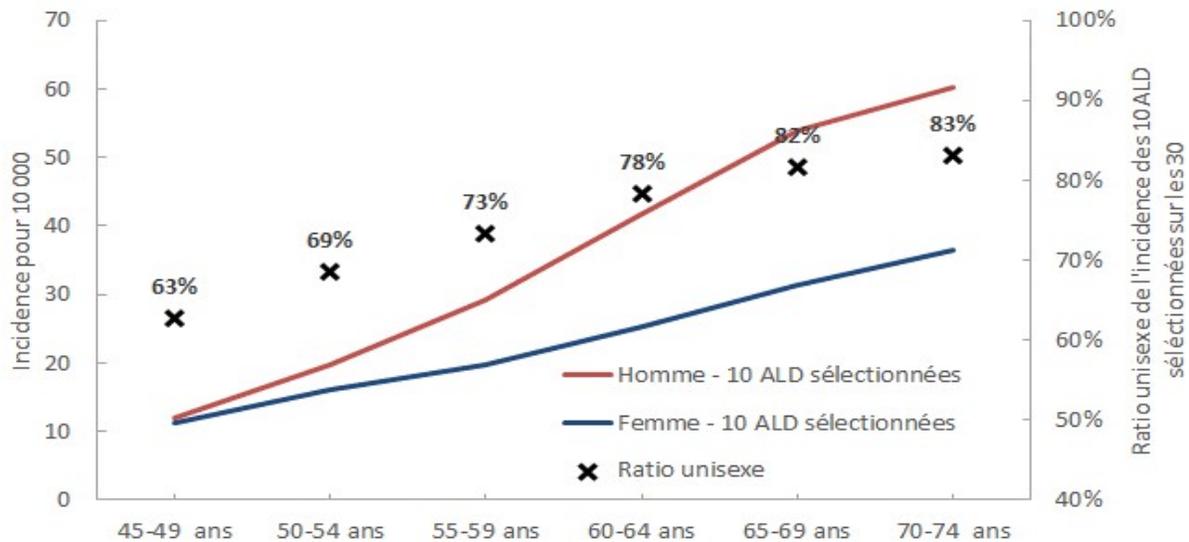


FIGURE 3.2 – Incidence des 10 ALD sélectionnées par sexe (axe de gauche) et ratio sur l'incidence totale des ALD (axe de droite)

Source : AMELI pour les effectifs des nouvelles exonérations pour ALD30 par type d'affection, sexe et tranche d'âge, pour le régime général en 2017. INSEE pour la population totale par sexe et par âge

Note : l'incidence a été calculée en divisant les effectifs de nouvelles exonérations par la population.

Lecture : l'incidence des 10 ALD sélectionnées représente 63% de celle des 30 ALD pour la tranche d'âge 45-49 ans.

Notre médecin conseil nous a également informés de la sous-déclaration des ALD. Le processus de déclaration d'une ALD est en effet assez long. L'objectif principal étant la prise en charge des frais de santé, une partie des affiliés à la Sécurité Sociale ne déclare pas leur ALD.

De nombreuses données existent sur les ALD. Toutefois, nous allons chercher à comparer les formes des courbes d'incidence par sexe, et non les niveaux, puisque les définitions diffèrent entre ALD et ITT/IPT au sens emprunteur. De plus, l'incidence en ALD a dû être retravaillée pour sélectionner uniquement les maladies qui toucheraient le plus les garanties ITT/IPT aux âges élevés. Il faut enfin garder en tête que l'incidence en ALD peut être sous-estimée à cause de la sous déclaration des ALD par les affiliés.

3.2.3 TABLE D'INCIDENCE DES MALADIES REDOUTÉES SUR LE MARCHÉ ANGLAIS

L'assurance des maladies redoutées (Critical Illness en anglais) est très développée en Grande-Bretagne. Ce produit est une garantie prévoyance qui prévoit le versement d'une indemnité, souvent sous forme de capital, si l'assuré est atteint de maladies graves. Le produit couvre une liste prédéfinie de maladies, qui peut être différente selon les contrats. Il couvre notamment une grande partie des maladies sélectionnées sur les ALD. Ces maladies sont également représentatives des sinistres observés sur les garanties ITT/IPT aux âges élevés.

Sur le marché, deux types de produit coexistent :

- Accelerated Critical Illness : produit le plus répandu. Il vient en complément d'une couverture décès. Il est donc difficile sur ce type de produit d'isoler les sinistres dus aux maladies, de ceux venant des décès.
- Standalone Critical Illness : produit moins répandu, qui peut éventuellement être adossé à une garantie décès, mais cette dernière ne sera pas affectée en cas de maladie. Les deux couvertures sont bien distinctes.

Nous nous intéresserons par la suite uniquement à l'incidence du produit "Standalone" qui est moins impacté par l'incidence des garanties décès. Ce type de produit contient une franchise appelée période de survie qui est la période pendant laquelle l'assurée doit rester en vie pour percevoir l'indemnisation à la suite d'une maladie. Cette période de survie est de l'ordre de quelques semaines.

En Grande-Bretagne, le SIAS (Staple Inn Actuarial Society), qui est le plus grand institut des actuaires, a mené des études sur l'incidence des maladies redoutées. Plusieurs études ont été menées depuis les années 90. La dernière a été publiée en 2013 "Extending the Critical Path" [Banthorpe et al., 2013]. Cette étude utilise les données recensées par les hôpitaux anglais (Hospital Episode Statistics) de 1997 à 2010 qui contient plus de 180 millions d'entrées. L'objectif de cette étude était de construire les premières bases d'incidence calculées uniquement sur des données réelles, sans prendre d'hypothèse. Ces données ont permis de construire des tables d'incidence pour 39 maladies, ainsi que des tables d'incidence agrégées en sélectionnant uniquement les maladies entrant dans la couverture des deux types de produits ("Accelerated" et "Standalone").

Les tables, appelées CIBT08, proviennent de données issues de la population générale. Nous avons voulu vérifier qu'elles reflétaient bien la population assurée. Encore une fois, nous ne nous intéressons ici qu'à l'accroissement de l'incidence et non au niveau de celle-ci. Nous savons que le niveau de l'incidence de la population générale est différent de celui de la population assurée. Cependant, nous voulons être sûrs que cette différence de niveau est constante quel que soit l'âge, entre 50 et 70 ans. Pour se faire, nous avons utilisé des tables un peu plus anciennes, dont l'une avait été calculée sur des données de la population générale (CIBT02, [Robjohns et al., 2006]), et l'autre basée sur des données d'expérience de portefeuilles assurés (CIIT00, [Brett and du Toit, 2007]). Nous avons retraité ces tables afin d'exclure l'incidence due à la TPD (Total and Permanent Disability), qui est une garantie qui se rapproche de l'IPT française, avec néanmoins une définition différente. L'invalidité en Grande-Bretagne se concentre sur la maladie et moins sur l'accident. Elle est notamment couverte jusqu'à 65 ans en Grande-Bretagne, ce qui crée une discontinuité dans l'incidence à cet âge si on ne la retraite pas. En France, l'invalidité est couverte jusqu'à 62 ans.

3.2. Données disponibles en France et en Europe

Le graphique 3.3 présente le rapport entre l'incidence de la population assurée (CIIT00) et l'incidence de la population générale (CIBT02)(en excluant l'incidence en TPD) par sexe et selon le statut fumeur/non-fumeur. Les données de la population assurée (CIIT00) différencient le statut fumeur/non-fumeur. Comme nous pouvons le voir sur le graphique 3.3, les rapports sont assez constants entre population assurée et population générale, quel que soit l'âge. Le rapport passe de 48% à 55 ans pour les hommes non-fumeurs à 51% à 70 ans. A l'inverse, pour les femmes non-fumeuses, le rapport passe de 52% à 55 ans à 48% à 70 ans. Ces évolutions étant mesurées, il nous a semblé acceptable de fonder notre analyse sur des données de la population générale.

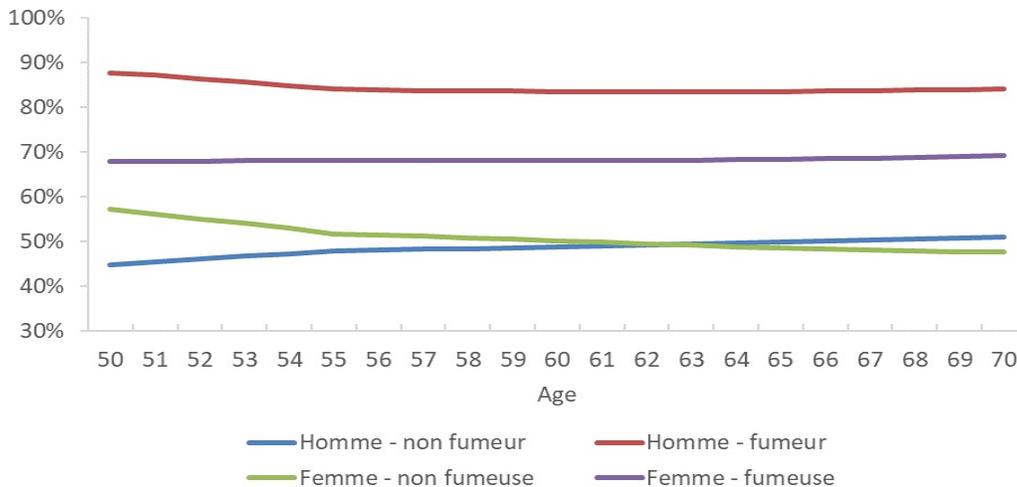


FIGURE 3.3 – Rapport entre la table d'incidence de la population assurée et la table de la population générale des maladies redoutées en Grande Bretagne

Les tables d'incidence construites sur le risque maladies redoutées par l'institut des actuaires anglais présentent un intérêt certain pour notre analyse. Disponibles âge par âge, basées sur des millions de données émanant des hôpitaux, elles représentent de plus une grande partie du risque assuré par les garanties ITT/IPT de nos contrats emprunteurs aux âges élevés.

3.2.4 TABLE D'INCIDENCE EN INVALIDITÉ ALLEMANDE (DAV)

L'institut des actuaires allemand (DAV) a publié ses travaux sur la construction de table d'incidence en invalidité, de maintien en invalidité et de la mortalité des invalides en Allemagne [Kolster et al., 1997]. Ces tables ont été établies en 1997 et sont la référence pour le calcul de provisions sur le marché allemand. Depuis 1997, le DAV a analysé, à plusieurs reprises, la nécessité de réévaluer ces tables de référence pour en conclure qu'elles sont toujours cohérentes avec le marché actuel L'institut des actuaires allemand (DAV) a publié ses travaux sur la construction de table d'incidence en invalidité, de maintien en invalidité et de la mortalité des invalides en Allemagne [Kolster et al., 1997]. Ces tables ont été établies en 1997 et sont la

référence pour le calcul de provisions sur le marché allemand. Depuis 1997, le DAV a analysé, à plusieurs reprises, la nécessité de réévaluer ces tables de référence pour en conclure qu'elles sont toujours cohérentes avec le marché actuel allemand.

Les tables allemandes sont intéressantes car le système social allemand est proche du système français pour le risque invalidité, en termes de définition et de période de couverture. De plus, ces tables ont été construites sur la base de données marché fournies pas des assureurs vie, membres du DAV.

Nous nous sommes aperçus que la croissance de l'incidence aux âges élevés était très forte pour les hommes et pour les femmes sur la table d'incidence. En se renseignant davantage sur la construction de ces tables, nous avons appris que l'incidence avait été extrapolée de manière prudente aux âges élevés, car les données d'expérience semblaient sous-estimer le risque. De ce fait, l'incidence aux âges élevés des tables allemandes ne sera pas utilisée dans notre analyse.

3.2.5 COMPARAISON AVEC LES TABLES D'INCIDENCE ACTUELLES

Nous allons maintenant comparer les différentes incidences présentées précédemment : table de référence, table de référence extrapolée, ALD, maladie redoutée (UK). Nous souhaitons comparer l'accroissement de ces courbes d'incidence. Nous avons fixé un âge de référence qui correspond à l'âge à partir duquel nous souhaitons extrapoler nos tables d'incidence. L'incidence calculée sur l'expérience étant fiable jusqu'à ces âges.

Le graphe 3.4 représente les ratios des différentes incidences par rapport à l'incidence à l'âge de 54 ans. Par construction, ce ratio est égal à 100% à 54 ans. La courbe pleine bleue claire, qui représente l'accroissement de la table de référence d'incidence des femmes non-cadres basée sur l'expérience non extrapolée, est presque constante entre 54 et 58 ans. Cette évolution ne nous semble pas en ligne avec le risque et vient probablement d'un manque d'observations à ces âges. Nous pensons que l'incidence en ITT/IPT sera croissante, quel que soit l'âge au-delà de 50 ans. C'est pour cela que la table sera extrapolée à partir de 54 ans. Nous pouvons observer également que les courbes en pointillée, qui représente les accroissements des incidences des tables de référence extrapolées, sont celles les plus élevées. A l'inverse, la courbe des ALD a la croissance la plus faible, avec une incidence qui ne fait que doubler (196%) entre 54 ans et 70 ans. La croissance de l'incidence des maladies redoutées au UK est multipliée par 261% entre 54 et 70 ans.

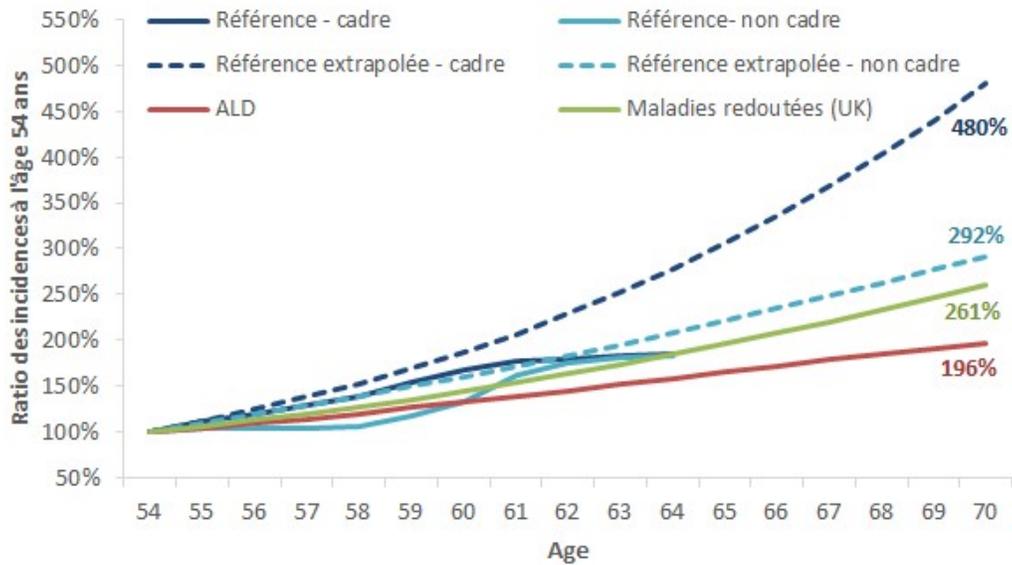


FIGURE 3.4 – Comparaison des ratios d’incidence des femmes à l’âge 54 ans
Lecture : l’incidence en ALD des femmes de 70 ans représente 196% de l’incidence en ALD à 54 ans.

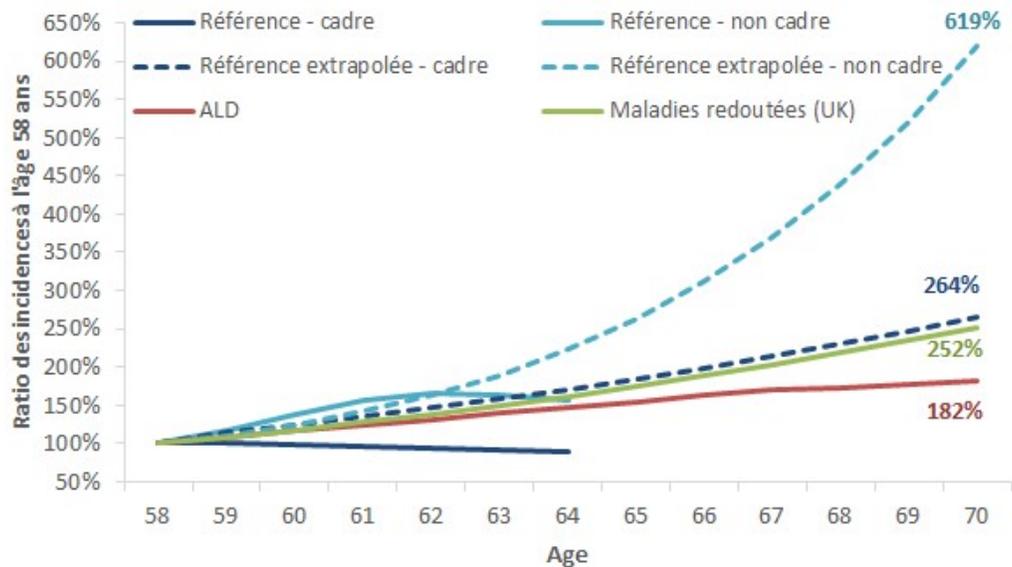


FIGURE 3.5 – Comparaison des ratios d’incidence des hommes à l’âge 58 ans
Lecture : l’incidence en ALD des hommes de 70 ans représente 182% de l’incidence en ALD à 58 ans.

L’incidence en invalidité allemande n’a pas été intégrée sur ce graphique pour ne pas le surcharger. Pour information, la croissance de cette incidence pour les femmes entre 54 et 69 ans (l’âge 70 ans n’étant pas disponible) est de 555%, soit au delà de la croissance de référence extrapolée pour les cadres. Pour les hommes, la croissance est de 333% entre 58 et 69 ans.

Pour les hommes, l'âge de référence est fixé à 58 ans. Comme on peut le voir sur le graphique 3.6, la courbe des hommes cadres (bleue foncée) est légèrement décroissante après 58 ans. Cette décroissance n'est pas non plus le reflet du risque, mais représente sûrement un manque de données de sinistralité ou une surestimation de l'exposition. Nous ne souhaitons pas la prendre en compte. Comme pour les femmes, l'accroissement de l'incidence des maladies redoutées en Grande-Bretagne se situe à mi-chemin entre l'accroissement de l'incidence de référence extrapolée et celle des ALD. Nous n'allons pas baser notre accroissement sur celui des ALD car nous savons qu'il pourrait être sous-estimé. La croissance de l'incidence des maladies redoutées nous semble la plus pertinente à utiliser.

La croissance des maladies redoutées n'intègre pas le ralentissement à 62 ans, ni la reprise de la croissance après 65 ans que nous avons observés sur des données propres à une population de travailleurs, présentées précédemment (section 3.2.1). Nous allons donc conserver uniquement les points de croissance à 62 ans et à 70 ans des maladies redoutées. Nous utiliserons ensuite une méthode d'interpolation pour obtenir les points manquants, et créer ainsi ce ralentissement qui nous semble important de refléter dans la croissance de l'incidence en ITT/IPT d'un portefeuille d'assurés en activité.

De plus, nous avons historiquement des croissances différentes entre l'incidence des cadres et celle des non-cadres. Cette différence de croissance émanait uniquement de la construction de ces tables qui avaient été extrapolées l'une séparément de l'autre. Nous ne souhaitons plus différencier la croissance de ces deux profils à l'avenir. Nous conserverons donc la même croissance pour les cadres et les non-cadres. En revanche, le niveau d'incidence sera différent puisque les incidences à l'âge 58 ans sont différentes entre les cadres et les non-cadres. Les croissances entre les hommes et les femmes seront différentes également.

3.3 UTILISATION DES SPLINES CUBIQUES POUR INTERPOLER LES TAUX D'INCIDENCE

Comme nous venons de le voir, nous souhaitons créer un ralentissement de la croissance de l'incidence à 62 ans et une accélération après 65 ans. Pour cela, nous allons utiliser la méthode des splines cubiques. Nous commencerons dans cette partie par les définir et nous les appliquerons ensuite à l'incidence en ITT/IPT.

3.3.1 MÉTHODE DES SPLINES CUBIQUES

Cette méthode consiste à établir une interpolation entre les points connus par l'intermédiaire d'une spline cubique, c'est à dire une succession de polynômes de degré 3 avec conditions de continuité des courbures en chaque point connu (Classe C^2)[Guilod, 2008].

Définissons P_k , les points connus de coordonnées (x_k, y_k) pour $k = 0, 1, \dots, n$. Nous voulons définir une spline cubique $S_k(x)$ sur $[x_k; x_{k+1}]$ avec $k = 0, \dots, n - 1$, passant par les points P_k et satisfaisant les conditions suivantes :

- S_k est un polynôme de degré 3 pour tout $k = 0, 1, \dots, n - 1$
- S_k est une fonction de classe C^2 pour tout $k = 1, \dots, n - 1$

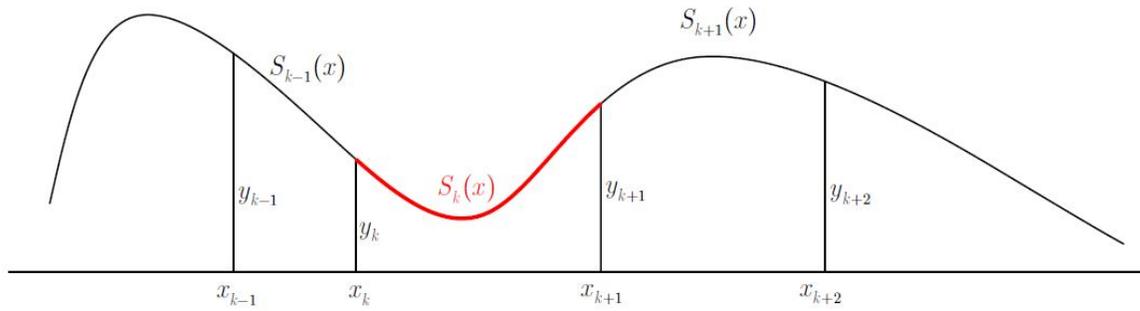


FIGURE 3.6 – Schéma d'interpolation cubique entre P_k et P_{k+1}

Les conditions du modèle sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
 S_k(x_k) &= y_k, \\
 S_k(x_{k+1}) &= y_{k+1}, \\
 S'_k(x_k) &= S'_{k-1}(x_k) \text{ pour } k = 1, \dots, n-1, \\
 S'_k(x_{k+1}) &= S'_{k+1}(x_{k+1}) \text{ pour } k = 0, 1, \dots, n-2, \\
 S''_k(x_k) &= S''_{k-1}(x_k) \text{ pour } k = 1, \dots, n-1, \\
 S''_k(x_{k+1}) &= S''_{k+1}(x_{k+1}) \text{ pour } k = 0, 1, \dots, n-2,
 \end{aligned}$$

Nous avons donc le nombre d'équations suivantes : $2 + 4(n-1) = 4n - 2$.

Pour chaque polynôme de degré 3, nous cherchons 4 inconnues et nous avons n polynômes. Notre système a donc $4n$ inconnues pour $4n - 2$ équations. Il nous manque 2 équations pour que ce système admette une solution.

Nous allons imposer les courbures nulles aux extrémités, ce qui correspond à une spline cubique dite naturelle : $S''_0 = 0 = S''_{n-1}$.

3.3.2 APPLICATION DES SPLINES À L'INCIDENCE EN ITT/IPT

Dans notre cas, l'incidence est connue jusqu'à l'âge de référence : 58 ans pour les hommes et 54 ans pour les femmes. Dans la partie précédente, nous avons également décidé de fixer l'incidence à 62 ans et à 70 ans, en fonction des croissances observées sur les maladies redoutées en Grande-Bretagne. De plus, pour créer le ralentissement de la croissance entre 62 et 65 ans, la croissance entre ces deux points sera limitée à 10%. Nous avons observé une augmentation de 14% sur les ALD entre 62 et 65 ans, et nous sommes placés proches de ce niveau.

Comme nous l'avons dit précédemment, la croissance de l'incidence est la même entre les cadres et les non-cadres après l'âge de référence. En revanche, elle est différente avant l'âge de référence. Pour les cadres, les points connus sont présentés sur les graphes 3.7 :

3.3. Utilisation des splines cubiques pour interpoler les taux d'incidence

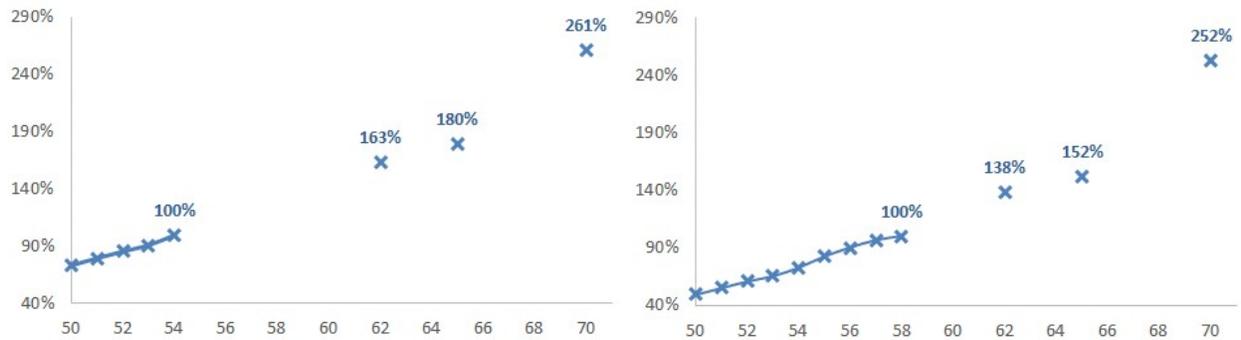


FIGURE 3.7 – Points connus de l'incidence des cadres (à gauche les femmes et à droite les hommes)

La méthode des splines cubiques est ensuite utilisée pour interpoler la courbe des incidences entre les points connus. Le logiciel R a été utilisé pour générer la spline. Elle consiste en une succession de trois polynômes : de l'âge de référence à 62 ans, de 62 à 65 ans et enfin de 65 à 70 ans. Elle sera différente entre les hommes et les femmes, et entre les cadres et les non-cadres puisque les croissances avant l'âge de référence sont différentes.

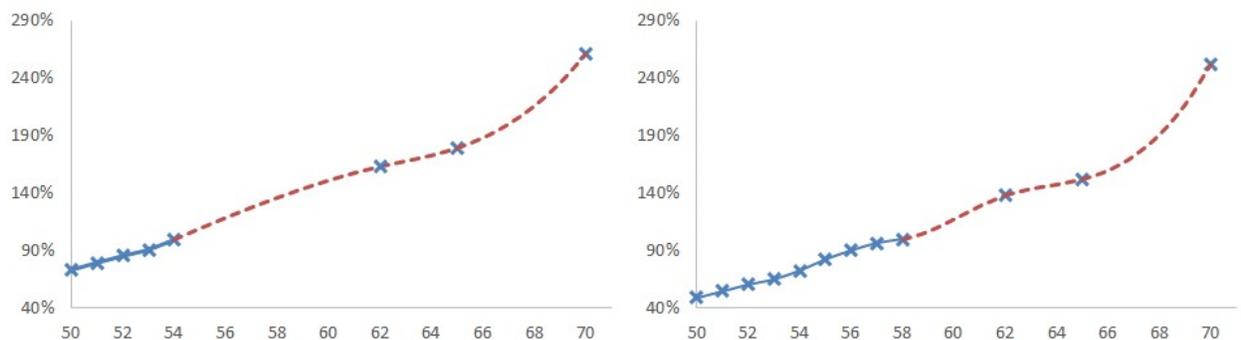


FIGURE 3.8 – Interpolation par splines cubiques de l'incidence des cadres (à gauche les femmes et à droite les hommes)

Nous allons pouvoir comparer ces nouvelles tables d'incidence, obtenues à l'aide de la méthode des splines cubiques, avec les anciennes tables d'incidence extrapolées sur une base polynomiale. Le tableau 3.4 présente ces évolutions. Nous pouvons voir que l'impact le plus important est observé sur l'incidence des hommes non-cadres au delà de 63 ans. L'incidence baisse de 59.2% à 70 ans pour cette population. Les évolutions sont nulles avant l'âge de référence, en gras dans ce tableau. Ceci est normal puisque l'incidence a été conservée avant cet âge.

Nous pouvons de plus noter que les nouvelles tables d'incidence présentent une baisse aux âges élevés, à l'exception de l'incidence à 59 ans des hommes non cadres, pour qui l'incidence augmente très légèrement (+0.1%). Pour les femmes, contrairement aux hommes, les évolutions sont plus marquées chez les cadres que chez les non-cadres.

Age	Homme		Femme	
	Cadre	Non-cadre	Cadre	Non-cadre
54	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
55	0,0%	0,0%	-1,4%	-3,5%
56	0,0%	0,0%	-0,6%	-4,3%
57	0,0%	0,0%	-0,5%	-4,7%
58	0,0%	0,0%	-1,0%	-5,2%
59	-6,2%	0,1%	-6,1%	-5,8%
60	-5,3%	-2,5%	-10,2%	-7,0%
61	-4,5%	-7,6%	-11,3%	-8,6%
62	-5,5%	-15,2%	-17,1%	-11,0%
63	-9,2%	-24,5%	-21,4%	-13,9%
64	-13,8%	-33,9%	-25,5%	-16,7%
65	-17,7%	-42,0%	-28,7%	-18,8%
66	-19,7%	-48,4%	-31,0%	-19,7%
67	-19,5%	-53,1%	-32,1%	-19,4%
68	-16,9%	-56,3%	-32,3%	-17,7%
69	-11,9%	-58,2%	-31,5%	-14,8%
70	-4,4%	-59,2%	-29,7%	-10,5%

TABLE 3.4 – Évolution de l'incidence entre les nouvelles tables construites à l'aide de la méthode des splines et les tables de référence extrapolées à l'aide des polynômes

Lecture : L'incidence des hommes cadres baisse de 5.3% à 60 ans par rapport à la table de référence.

Dans ce troisième chapitre, nous nous sommes une fois de plus confrontés au manque de données disponibles et fiables nous permettant de construire une table d'incidence en ITT/IPT aux âges élevés. Par conséquent, nous avons utilisé des données de la Sécurité Sociale sur les accidents de travail et les affections de longue durée, ainsi que des données d'incidence des maladies redoutées en Grande-Bretagne. Nous avons analysé ces données et confirmé nos conclusions à l'aide d'avis d'expert, tels qu'un médecin conseil spécialisée en gériatrie et un chargé de sinistres.

Nous avons constaté qu'aux âges élevés, les sinistres ITT/IPT étaient principalement causés par des maladies. De plus, la croissance des sinistres aux âges élevés n'est pas linéaire. L'incidence croît jusqu'à l'âge d'ouverture des droits à la retraite. Il y a ensuite un ralentissement de la croissance à 62 ans provoqué par les départs à la retraite, notamment des personnes en mauvaise santé ayant des difficultés à continuer leur activité professionnelle. La croissance de l'incidence s'accélère de nouveau après 65 ans.

La croissance des maladies redoutées à 62 ans et à 70 ans ont été utilisées comme points de référence. La méthode des splines cubiques a ensuite été appliquée pour interpoler l'incidence entre les points connus, en respectant les critères de ralentissement à 62 ans et d'accélération après 65 ans. Les nouvelles tables ont été construites à partir de 58 ans pour les hommes et de 54 ans chez les femmes

Enfin, ces nouvelles tables d'incidence ont été comparées aux anciennes tables obtenues grâce à une extrapolation polynomiale. Les nouvelles tables d'incidence en ITT/IPT sont moins élevées que les anciennes aux âges élevés. A 70 ans, la baisse va de 4.4% chez les hommes cadres, à 59.2% chez les hommes non-cadres. Nous pourrions observer les effets de ces nouvelles tables sur la rentabilité des portefeuilles d'assurance emprunteur dans le chapitre suivant.

Impact sur la rentabilité de portefeuilles emprunteurs

Dans ce dernier chapitre, nous allons mesurer les impacts de la nouvelle table de distribution des âges de départ à la retraite, ainsi que ceux liés à la nouvelle table d'incidence, sur différents portefeuilles d'assurance emprunteur.

Pour commencer, nous décrirons le modèle de projection utilisé, ses différents paramètres et sa finalité. Ensuite, nous présenterons les portefeuilles que nous avons construits pour cette étude d'impact. Enfin, nous mesurerons les impacts de ces changements au travers de l'analyse de différents indicateurs financiers. Pour cela, nous construirons plusieurs scénarios qui nous permettront de mettre en évidence nos conclusions.

4.1 AXIS : MODÈLE DE PROJECTION DES FLUX FINANCIERS

4.1.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE DE PROJECTIONS

Afin d'étudier l'évolution d'un portefeuille emprunteur sur toute la durée des prêts de nos assurés, un outil de projection des flux financiers, nommé AXIS, est utilisé au sein du groupe RGA. Cet outil permet de modéliser tous les portefeuilles de contrats emprunteurs et prend en compte les garanties définies dans le chapitre 1 telles que le Décès, la PTIA, l'ITT et IPT.

Trois types de paramètres sont à spécifier dans AXIS par l'utilisateur :

- les paramètres liés au produit : garanties, prestations, âge à la souscription, âge maximum, franchise etc.
- les hypothèses de distribution du portefeuille : sexe, âge, montants empruntés, taux d'emprunt, durée des emprunts, classes de risque etc.
- les paramètres de tarification : les différentes tables de mortalité et d'incidence, l'année de valorisation, l'année de fin de projection, les taux de commissions, les taux de frais, le taux technique, les méthodes de provisionnement etc.

RGA étant une compagnie américaine, ses résultats sont consolidés dans la norme comptable américaine (US-GAAP). RGA France étant par ailleurs une succursale de l'entité irlandaise

RGA International, la norme Solvabilité 2 doit aussi s'appliquer aux affaires souscrites en France. L'outil permet donc de calculer les provisions et les capitaux économiques de ces différentes normes.

Cet outil peut être utilisé à des fins de tarification pour générer des tables de primes commerciales ou techniques, mais également pour estimer la rentabilité à priori d'un portefeuille dont les primes commerciales sont connues.

Les garanties sont modélisées dans deux modules différents, selon leur modalité de remboursement : capital ou rente. Ainsi, les garanties Décès, PTIA et IPT avec prestation en capital seront modélisées dans un premier module. Les garanties ITT et IPT indemnisées sous forme de rentes seront modélisées dans un second module. Les résultats peuvent s'analyser module par module ou de façon agrégée.

Les projections se font de manière déterministe. L'assuré peut se trouver dans différents états au cours du temps. Le modèle de tarification utilisé est décrit ci-dessous :

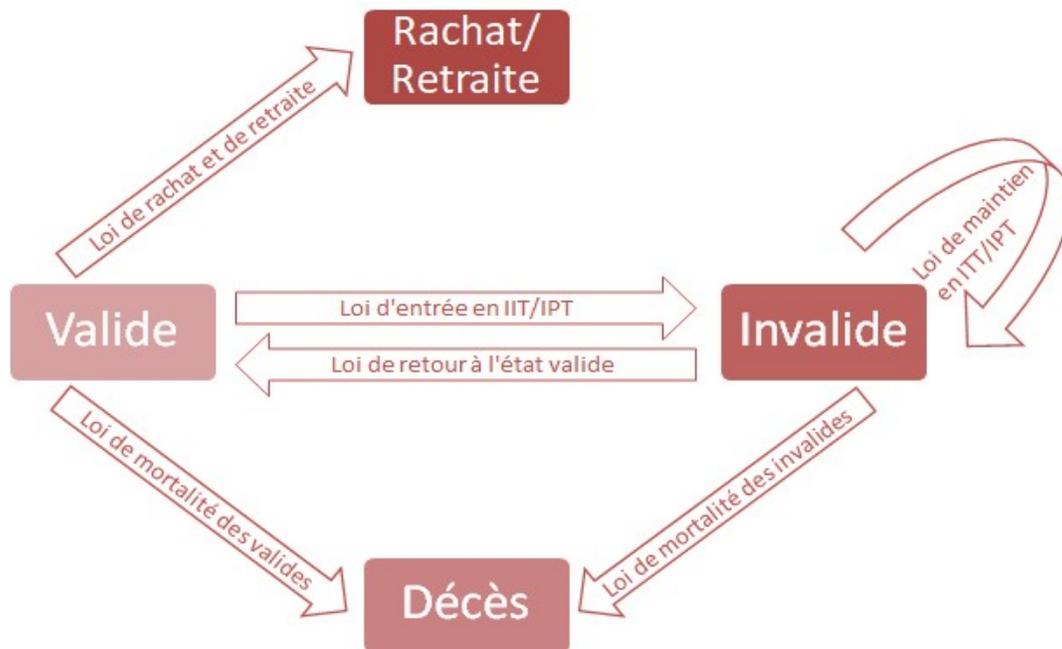


FIGURE 4.1 – Modélisation des états de l'assuré pour notre étude

Les projections peuvent s'effectuer selon différents pas de temps : mensuel ou annuel. A chaque pas de temps t , l'assuré change d'état en suivant les probabilités définies dans les différentes lois de passage :

- loi de mortalité des valides et des invalides
- loi d'incidence en IIT/IPT
- loi de maintien en ITT/IPT
- loi de rachat ou de départ à la retraite

4.1.2 CARACTÉRISATION DU PORTEFEUILLE ASSURÉ

La modélisation peut être effectuée tête par tête ou par model point. Le principe des model points est de regrouper des individus ayant des caractéristiques homogènes. Ils sont utilisés au moment de la tarification puisque nous ne connaissons pas la distribution exacte du portefeuille a priori.

Des model points vont être créés pour représenter au mieux le portefeuille attendu. La segmentation portera sur les critères suivants :

- l'âge à la souscription
- le sexe
- la catégorie socio-professionnelle
- le statut fumeur/non-fumeur
- les garanties couvertes
- le montant du capital initial
- la durée initiale du prêt
- l'indexation de la prime (capital initial/âge à l'entrée ou capital restant dû/âge atteint)

Les hypothèses permettant de construire les distributions des model points reposent sur des statistiques de portefeuilles existants, ainsi que sur les types de populations ciblés.

Les modélisations tête par tête sont plus utilisées lors des exercices de valorisation.

4.2 PRÉSENTATION DES PORTEFEUILLES ÉTUDIÉS ET DES INDICATEURS FINANCIERS RETENUS

Nous allons maintenant présenter les portefeuilles que nous avons construits pour cette étude d'impact. Nous détaillerons également quelques indicateurs financiers qui nous permettront de mesurer ces impacts.

4.2.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Nous avons décidé de construire trois profils de portefeuille différents. Ces profils correspondent à des portefeuilles que nous avons pu observer sur le marché. Les caractéristiques principales de ces portefeuilles sont présentées dans le tableau 4.2.

		Portefeuille A	Portefeuille B	Portefeuille C
Type de prêt		Prêt amortissable avec une prime indexée sur le capital initial et l'âge à la souscription		
Cible		produit spécial sénior	produit individuel cible jeune	produit individuel cible autour de 40 ans
Age min-max à la souscription	Décès	45-85	18-85	18-85
Age limite de couverture		90	90	90
Age moyen à la souscription		53,9	33,9	39,3
Age à la souscription	ITT/IPT	45-64	18-64	18-64
Age limite de couverture		70	70	70
Age moyen à la souscription		51,6	31,3	36
Part des assurés souscrivant l'ITT/IPT		75%	75%	75%
Proportion cadre/non-cadre		55% / 45%	55% / 45%	55% / 45%
Proportion homme/femme		60% / 40%	50% / 50%	50% / 50%
Duration moyenne à la souscription		17	18,8	17

FIGURE 4.2 – Description des portefeuilles

Pour faciliter l'analyse, nous avons choisi de modéliser des produits dont la prime s'exprime en fonction du capital initial et de l'âge à la souscription. Bien que ces produits ne soient pas les plus présents sur le marché individuel aujourd'hui, nous observons de plus en plus de produits dépendant du capital initial : alignés sur le modèle des produits bancaires, ils facilitent la comparaison tarifaire pour l'assuré.

La prime basée sur le capital initial est constante tout au long du prêt. Elle dépend donc de l'âge à la souscription de l'assuré, de la durée initiale du prêt ainsi que de la catégorie socio-professionnelle.

Pour davantage mettre en avant les phénomènes, nous avons choisi de modéliser le statut cadre/non-cadre à la place des 3 catégories socio-professionnelles habituelles. Il y aura 5 classes de duration initiale du prêt : 0 à 9 ans, 10 ans à 14 ans, 15 ans à 19 ans, 20 ans à 24 ans et plus de 25 ans. Pour chacune d'entre elles, une duration moyenne a été fixée. Nous supposons que chaque assuré souscrit un prêt de 100 000€ avec la garantie décès. Trois quarts des assurés souscriront la garantie ITT/IPT. De plus, en cas d'ITT ou d'IPT, la prime ITT/IPT sera exonérée pendant toute la période du sinistre. L'exonération de prime est une pratique courante. La prime décès peut elle aussi être exonérée en cas d'ITT ou d'IPT sur certains produits.

Dans la suite de notre analyse, nous allons considérer des primes techniques auxquelles nous ajouterons une marge. Par conséquent, nous aurons des primes différenciées par sexe. Les primes commerciales sont, elles, unisexes depuis l'arrêt du 1er mars 2011 de la Commission européenne, permettant plus d'équité entre les hommes et les femmes.

L'analyse des primes techniques présente l'avantage d'éviter les subventions entre les différents profils assurés et de pouvoir mesurer les impacts à la hausse ou à la baisse de nos nouvelles hypothèses indépendamment les unes des autres. Au global, nous allons générer 20 tables de prime par produit : 2 sexes x 5 durations x 2 statuts professionnels.

Chaque profil d'assuré est représenté par une part différente dans le portefeuille total, et possède une table de distribution d'âge à la souscription qui lui est propre.

4.2.2 DÉFINITIONS DES INDICATEURS FINANCIERS UTILISÉS

Nous allons modéliser les flux financiers pour une génération d'emprunteurs. Toutes les polices sont supposées souscrites au 1er janvier d'une année donnée. Nous supposons par ailleurs que la génération de souscription correspond à l'année de valorisation, c'est à dire l'année à laquelle les flux sont évalués. Dans notre exemple, l'évaluation des flux se fera au 1er janvier 2020. Les flux sont ensuite projetés chaque année jusqu'à l'extinction du portefeuille. L'outil de projection AXIS permet d'avoir une vision du compte de résultat pour chaque année et fournit différents indicateurs financiers calculés sur l'ensemble de la projection. Chaque compte de résultats contient des informations telles que : le nombre d'assurés, le nombre de sinistres, les primes reçues, les prestations versées, les provisions, les taxes, les capitaux économiques etc.

Nous allons présenter par la suite les indicateurs que nous utiliserons pour mesurer les impacts. Les hypothèses de taux d'actualisation ont un impact très fort sur le niveau de ces indicateurs. Nous sommes actuellement dans un contexte de taux bas, proches de 0, même sur des taux à long terme. Les impacts seraient différents dans un environnement de taux plus élevés.

Valeur actuelle probable des primes

Nous commencerons par mesurer la valeur actuelle probable des primes. Nous disposons des flux de primes futures, par année calendaire, sur toute la durée de vie du portefeuille. Tous les flux de primes sont actualisés au taux d'actualisation et sommés, ce qui permet d'avoir une estimation du montant total des primes attendues sur toute la durée de projection à la date de l'évaluation (1er janvier 2020).

$$PV_{Prime} = \sum_{t=1}^n Prime_t (1+i)^{-t},$$

où $Prime_t$ représente la prime perçue pour l'année t , n le nombre d'années de projection, i le taux d'actualisation

Valeur actuelle probable des sinistres

De la même manière, la valeur actuelle probable des sinistres est une estimation à la date de valorisation, de toutes les prestations versées attendues jusqu'à extinction du portefeuille.

$$PV_{Sin} = \sum_{t=1}^n Sin_t (1+i)^{-t},$$

où Sin_t représente les prestations versées pour l'année t , n le nombre d'années de projection, i le taux d'actualisation

Marge sur les primes après taxe

Cet indicateur, appelé premium margin en anglais, donne une notion de la rentabilité d'un produit d'assurance. Il se calcule comme le rapport entre la valeur actuelle des profits futurs après taxe et la valeur actuelle des primes futures. Mathématiquement, cet indicateur s'écrit :

$$PM = \frac{PV \text{ des profits après taxe}}{PV \text{ des primes}} = \frac{\sum_{t=1}^n P_t (1+i)^{-t}}{\sum_{t=1}^n Prime_t (1+i)^{-t}},$$

où P_t représente le profit après taxe de l'année t

Le profit après taxe P_t est calculé comme suit :

$$P_t = (Prime_t - Sin_t - Frais_t - \Delta Provisions_t - DAC_t - Tier2_t)(1 - Taxe_t),$$

où $\Delta Provisions_t$ représente la variation de provision entre $t-1$ et t , $Frais_t$ représente les frais de gestion de l'entreprise, DAC_t les frais d'acquisition différés, $Tier2_t$ les coûts nécessaires pour faire l'opération d'assurance d'un point de vue réglementaire

Les frais d'acquisition d'une police peuvent être plus élevés en première année que sur les années suivantes, ce qui peut entraîner une perte comptable sur la première année. Les normes américaines permettent de lisser les frais d'acquisition de première année sur toute la durée du contrat. Ce lissage est représenté par les DAC .

Comme nous l'avons évoqué précédemment, RGA souscrit des affaires en France par son entité irlandaise soumise à Solvabilité 2. Cependant, elle consolide ses résultats dans la norme comptable américaine (US GAAP). Les provisions et les capitaux calculés sous ces deux normes sont différents. Dans le cas où la somme des provisions et du capital calculés avec la norme Solvabilité 2 est supérieure à celle calculée avec la norme USGAAP, un surcoût sera généré pour immobiliser ce capital supplémentaire. Ce surcoût est représenté par le paramètre $Tier2$.

Nous avons choisi des indicateurs financiers qui se concentrent sur le risque biométrique. L'outil permet également de calculer le taux de rendement interne de l'opération (soit le taux d'actualisation pour lequel la Valeur Actuelle Nette (VAN) de tous les cash-flows futurs résultant de l'investissement initial est égale à 0), ainsi que la valeur intrinsèque de l'opération (définie comme la valeur actuelle probable des futurs bénéfiques après taxe, calculée avec un taux de rendement interne cible). Nous avons préféré ne pas retenir dans notre analyse ces deux indicateurs qui font intervenir des problématiques de capital et ajouteraient un bruit dans l'analyse des résultats.

4.3 TESTS DE SENSIBILITÉS DES HYPOTHÈSES SUR LA RENTABILITÉ

Dans cette partie, nous allons analyser un certain nombre de scénarios. Tous seront comparés à un scénario de référence qui aura servi à générer les tables de primes techniques. Pour les besoins du raisonnement, nous serons amenés à faire évoluer le scénario de référence.

Notre cible pour définir les primes techniques est une marge sur les primes de 10% sur chaque sous-population et pour chaque âge à l'entrée. Nous aurons donc une table de primes techniques par âge à l'entrée pour les 20 profils assurés définis précédemment en fonction du sexe, du statut professionnel et de la durée du prêt. La marge de 10% a été choisie arbitrairement pour simplifier les calculs mais n'est pas représentative de la marge observée sur les portefeuilles.

Sur chaque scénario, les trois indicateurs financiers seront comparés à ceux du scénario de référence sur la base des mêmes primes techniques. Les caractéristiques des différents portefeuilles présentées précédemment seront conservées, sauf mention contraire. Nous préciserons pour chaque scénario les bases qui ont été utilisées.

Rappelons ici que sur le produit emprunteur, la réassurance se fait généralement via des quotes-parts. L'assureur et le réassureur sont de ce fait alignés sur les mêmes tarifs commerciaux ou techniques.

Dans la suite de ce chapitre, nous allons définir nos scénarios sur la base des hypothèses suivantes :

- Anciennes bases d'incidence en ITT/IPT : tables d'incidence de référence extrapolées via des régressions polynomiales au delà de 54 ans et 58 ans, respectivement pour les femmes et les hommes
- Ancienne table de distribution des âges de départ à la retraite : table de référence qui sera définie dans la section 4.3.2.2
- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT : tables construites dans le chapitre 3 grâce aux croissances de l'incidence des maladies redoutées en Grande-Bretagne et à l'utilisation de la méthode des splines cubiques
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite : tables élaborées dans le chapitre 2 à l'aide des données du COR et d'un système d'optimisation sous contraintes

4.3.1 PROLONGER L'ÂGE LIMITE DE COUVERTURE DE 65 À 70 ANS

Cette première section va permettre de mesurer l'impact de l'allongement de la couverture ITT/IPT en repoussant l'âge limite de couverture de 65 à 70 ans. Pour cela, nous avons construit les scénarios suivants :

Scénario de référence A :

- Âge limite de couverture 65 ans pour la garantie ITT/IPT
- Anciennes bases d'incidence en ITT/IPT
- Ancienne table de distribution des âges de départ à la retraite

Scénario 1 :

- Âge limite de couverture 70 ans pour la garantie ITT/IPT
- Ancienne bases d'incidence en ITT/IPT
- Ancienne table de distribution des âges de départ à la retraite

Nous allons observer les impacts sur la garantie ITT/IPT et sur l'ensemble des garanties (Décès et ITT/IPT). Le tableau 4.1 présente les impacts en se focalisant sur l'indicateur de la marge sur prime. La deuxième colonne donne la marge sur prime du scénario de référence A (10%). Les colonnes suivantes présentent les impacts sous la forme de ratio entre les marges sur prime du scénario 1 et du scénario de référence A.

Marge sur la prime	Scénario de référence A	Ratio scénario 1 vs scénario de référence A	
		ITT/IPT	ITT/IPT et Décès
Portefeuille A	10%	-80%	19%
Portefeuille B	10%	63%	83%
Portefeuille C	10%	48%	77%

TABLE 4.1 – Scénario 1 vs référence A : ratio des marges sur prime

Lecture : pour le portefeuille B, le ratio de la marge sur prime ITT/IPT entre le scénario 1 et le scénario de référence A est de 63%. La marge sur prime ITT/IPT passe de 10% à 6.3% lorsqu'on allonge la limite de couverture de 65 ans à 70 ans.

Note : le portefeuille A correspond à une cible senior, le portefeuille B correspond à une cible jeune et enfin le portefeuille C est un portefeuille standard.

La marge baisse sur tous les portefeuilles. En effet, nous avons allongé la période de couverture sans réévaluer les primes. Au-delà de 65 ans, l'assuré va continuer de payer ses primes qui avaient été fixées en fonction de son âge à la souscription, sans prendre en compte cette extension de couverture. Sur le portefeuille A, la marge sur la prime ITT/IPT passe de 10% à -8%. Ce portefeuille est le plus impacté ce qui est justifié puisque c'est celui qui a la proportion d'assurés la plus importante aux âges élevés. Nous voyons que sur les deux autres portefeuilles, la marge est très impactée aussi, avec une baisse de 37% sur le portefeuille B (le portefeuille le plus jeune) et de 52% sur le portefeuille C. Nous voyons bien que même sur des cibles de portefeuilles relativement jeunes, l'impact du prolongement de la couverture est très important sur la marge.

Le tableau 4.2 nous présente les impacts sur la valeur actuelle (VA) des primes et des sinistres. Nous pouvons d'abord observer que plus le portefeuille est âgé, plus la VA des primes est importante. En effet, les primes sont globalement plus importantes aux âges élevés qu'aux âges jeunes. L'impact sur la VA des primes est assez faible avec une augmentation comprise entre 1% et 4%. Les assurés sont couverts plus longtemps, donc ils paient leur prime plus longtemps également. Ceci explique pourquoi la VA des primes augmentent. En revanche, le fait que l'impact soit si faible est expliqué par le fait qu'au-delà de 65 ans, les assurés encore actifs vont :

- soit prendre leur retraite rapidement, l'extension de paiement de la prime sera alors courte
- soit devenir incapable et dans ce cas être exonéré de payer leur prime

L'impact sur la VA des sinistres est beaucoup plus important. La hausse de la sinistralité va de 7% sur le portefeuille B, portefeuille le plus jeune, à 32% sur le portefeuille A, portefeuille le plus âgé.

ITT/IPT	VA des primes		VA des sinistres	
	Scénario de référence A	Ratio scénario 1 vs scénario de référence A	Scénario de référence A	Ratio scénario 1 vs scénario de référence A
Portefeuille A	1.55 M€	104%	1.26 M€	132%
Portefeuille B	0.46 M€	101%	0.37 M€	107%
Portefeuille C	0.65 M€	101%	0.52 M€	110%

TABLE 4.2 – Scénario 1 vs scénario de référence A : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT

Lecture : Pour le portefeuille B, le ratio entre les valeurs actuelles des primes ITT/IPT du scénario 1 et du scénario de référence A est de 101%. La valeur actuelle des primes ITT/IPT augmente donc de 1% lorsqu'on allonge la limite de couverture de 65 ans à 70 ans.

Ce scénario nous montre l'importance des hypothèses aux âges élevés. Le marché de l'assurance emprunteur est de plus en plus compétitif. De nombreux acteurs souhaitent étendre les couvertures en modifiant à la marge les primes commerciales.

Nous voyons dans le cas de la couverture ITT/IPT qu'un allongement de la couverture de 5 ans conduirait à une baisse minimum de 37% sur la marge sur un portefeuille emprunteur standard et pourrait aller jusqu'à entraîner une perte (sur un portefeuille plus âgé).

Ce scénario met également en avant l'intérêt pour le marché de cibler des assurés plus âgés pour recevoir un montant de primes plus important. Toutefois, la maîtrise du risque à ces âges s'avère primordial pour rester rentable.

4.3.2 IMPACT DES NOUVELLES HYPOTHÈSES

Dans cette partie, nous allons mesurer l'impact de nos nouvelles tables d'incidence et de distribution des âges de départ à la retraite construites respectivement dans les chapitres 2 et 3. Nous mesurerons dans un premier temps les impacts de ces tables indépendamment l'une de l'autre. Dans un second temps, nous estimerons l'impact global de ces deux nouvelles tables.

Scénario de référence B :

- Âge limite de couverture 70 ans pour la garantie ITT/IPT
- Anciennes bases d'incidence en ITT/IPT
- Ancienne table de distribution des âges de départ à la retraite

Il s'agit du scénario 1 considéré dans la section 4.3.1. Dans tous les scénarios considérés par la suite, l'âge limite de couverture pour la garantie ITT/IPT sera de 70 ans.

4.3.2.1 Impact de la nouvelle table d'incidence en ITT/IPT

Scénario 2 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT
- Ancienne table de distribution des âges de départ à la retraite

La cible de référence pour générer les primes techniques chargées est toujours une marge de 10% sur la prime après taxe. Les nouvelles tables d'incidence en ITT/IPT améliorent la rentabilité. En effet, comme nous l'avons vu à la fin du chapitre précédent, l'incidence baisse par rapport à l'ancienne table, qui avait été construite sur une approche prudente, quel que soit le statut (cadre/non-cadre) ou le sexe aux âges élevés (Tableau 3.4).

Marge sur la prime	Scénario de référence B	Ratio scénario 2 vs scénario de référence B	
		ITT/IPT	ITT/IPT et Décès
Portefeuille A	10%	136%	118%
Portefeuille B	10%	113%	106%
Portefeuille C	10%	117%	108%

TABLE 4.3 – Scénario 2 vs référence B : ratio des marges sur prime

Les marges sur la prime ITT/IPT du scénario 2 et du scénario de référence B sont comparées via leur ratio par sexe puis par statut (cadre/non-cadre), dans les graphiques 4.3 et 4.4 pour le portefeuille A.

Plus l'âge à la souscription est élevé plus la marge augmente avec les nouvelles tables d'incidence. Nous avons vu que la réduction de l'incidence sur les nouvelles tables augmentait avec l'âge. De ce fait, plus les assurés souscrivent tard, plus ils seront concernés par cette baisse de l'incidence sur toute la durée du prêt. L'impact sur la marge pour une souscription avant 45 ans, sur les portefeuilles B et C, est quasiment nul puisque la durée moyenne en portefeuille est de 17 ans. Les assurés seront en grande majorité sortis du portefeuille avant 62 ans, que ce soit dû à la fin de leur prêt ou à un rachat.

Sur le portefeuille A, l'augmentation de la marge est plus importante chez les femmes que chez les hommes jusqu'à 60 ans. Après cet âge, les effets s'inversent notamment à cause du fort impact à la baisse des nouvelles tables sur l'incidence des hommes non-cadres après 63 ans. Pour un assuré souscrivant à 64 ans, la marge sur la prime passe de 10% à 23.5% pour les femmes, et à 26.8% pour les hommes. A partir de 61 ans, la marge fait plus que doubler quel que soit le sexe.

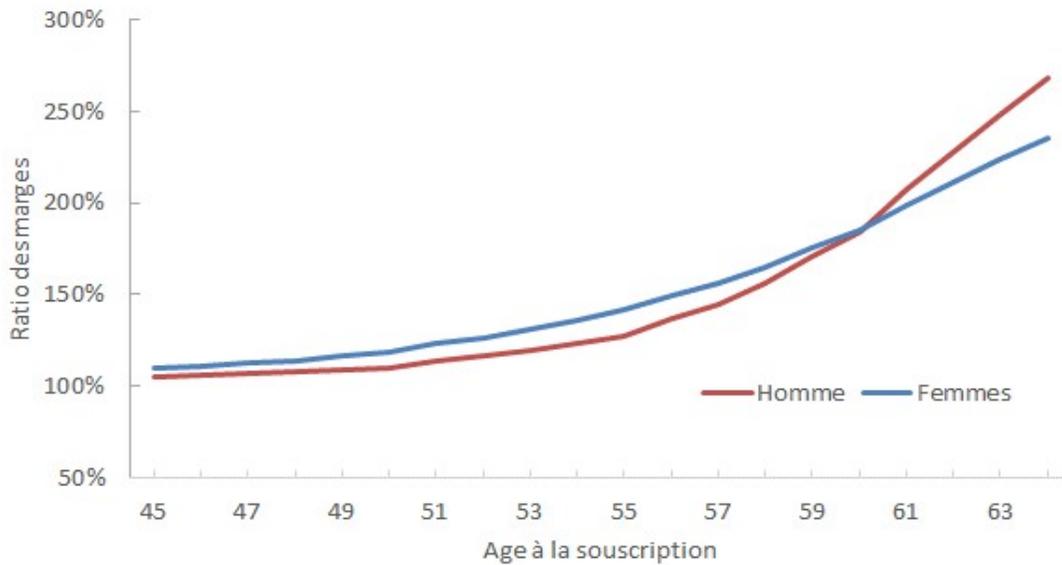


FIGURE 4.3 – Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 2 et le scénario de référence B par sexe

Lecture : la marge sur la prime ITT/IPT du scénario 2 augmente de 5% par rapport au scénario de référence B, pour un homme ayant souscrit à 45 ans, sur le portefeuille A.

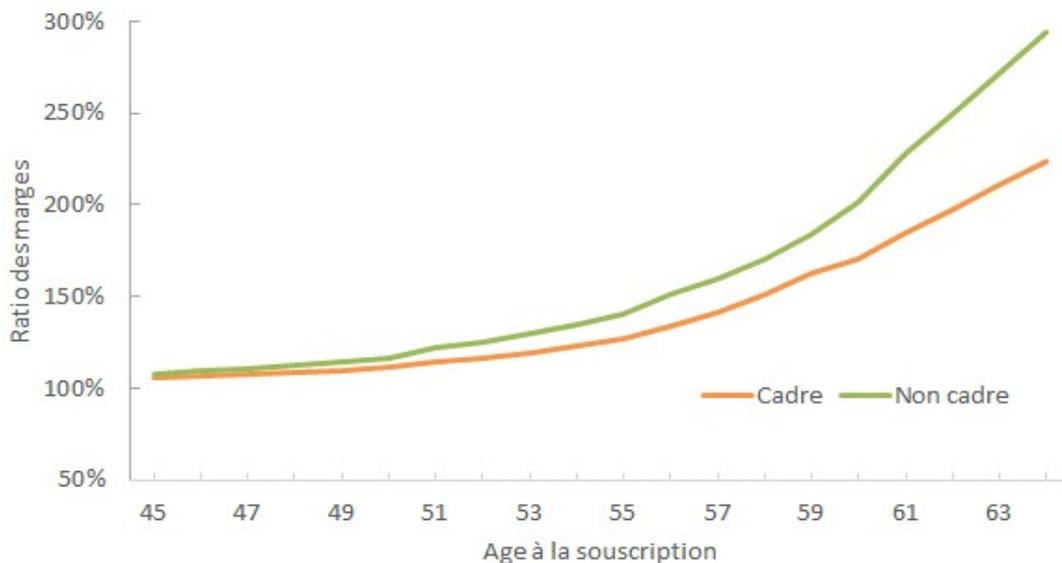


FIGURE 4.4 – Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 2 et le scénario de référence B par statut cadre/non cadre

L'augmentation de la marge sur la prime ITT/IPT est plus importante pour les non-cadres que pour les cadres, sur le portefeuille A. La marge sur la prime pour un assuré non-cadre de 64 ans triple quasiment, en passant de 10% à 29.4%. Nous pourrions observer des impacts

4.3. Tests de sensibilités des hypothèses sur la rentabilité

similaires sur les deux autres portefeuilles. Cela vient principalement du fait que le portefeuille A est constitué à 60% d'hommes. Les nouvelles tables d'incidence sont en très forte baisse, comparées aux tables de référence, sur les profils hommes non-cadres. La tendance aurait été réduite si notre portefeuille avait été constitué majoritairement de femmes puisque pour ce type de profil, l'impact des nouvelles tables était plus important chez les cadres que chez les non-cadres.

Sur le tableau 4.4, nous pouvons observer que la réduction de l'incidence aux âges élevés impacte très peu la valeur actuelle des primes qui est en très légère hausse (augmentation inférieure à 0.2%). Même si les assurés sont moins en incapacité ou en invalidité, grâce à la baisse de l'incidence, ils ne versent pas leurs primes beaucoup plus longtemps parce qu'ils prennent rapidement leur retraite et sortent donc de l'exposition.

ITT/IPT	VA des primes		VA des sinistres	
	Scénario de référence B	Ratio scénario 2 vs scénario de référence B	Scénario de référence B	Ratio scénario 2 vs scénario de référence B
Portefeuille A	2.05 M€	100.2%	1.66 M€	94%
Portefeuille B	0.49 M€	100.1%	0.40 M€	98%
Portefeuille C	0.71 M€	100.1%	0.57 M€	97%

TABLE 4.4 – Scénario 2 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT

La valeur actuelle des sinistres est à la baisse sur tous les portefeuilles. La sinistralité globale baisse au minimum de 2% sur le portefeuille B, le plus jeune, et au maximum de 6% sur le portefeuille A, portefeuille le plus âgé.

Nous observons des impacts positifs sur la rentabilité car les tables d'incidence de référence extrapolées par des polynômes étaient plus conservatrices que les nouvelles. Nous verrons dans un prochain scénario que l'impact sera différent si nous considérons la vision marché de l'incidence, présentée sur la figure 3.1.

Ce scénario nous montre l'impact positif des nouvelles tables d'incidence sur la marge sur prime ITT/IPT. Plus l'assuré est âgé à la souscription, plus les impacts sont importants. Les impacts sur la marge suivent la même évolution que les variations observées entre les nouvelles tables d'incidence et les anciennes, par sexe et pour le statut cadre/non-cadre.

Pour les femmes, les impacts sont plus importants sur les cadres que sur les non-cadres. En revanche, la marge augmente davantage pour les hommes non-cadres que pour les hommes cadres.

La valeur actuelle des primes est très peu impactée par ces nouvelles tables d'incidence du fait des départs en retraite qui reste le facteur le plus impactant pour les primes aux âges élevés. Une hausse légère, de moins de 1%, est observée. La sinistralité globale, tous âges confondus, quant à elle baisse de 2% à 5.5% selon les portefeuilles.

4.3.2.2 Impact des nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Scénario 3 :

- Anciennes bases d'incidence en ITT/IPT
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Au préalable, quelques précisions sont nécessaires sur l'ancienne table des sorties de portefeuille dues à la retraite. Cette table n'était pas différenciée par genre contrairement à la nouvelle, et n'intégrait pas d'effet générationnel. En revanche, elle prenait en compte l'âge à la souscription de l'assuré : plus l'assuré souscrivait tard, plus on considérait qu'il partirait tard à la retraite. Cette table avait été construite pour cibler un âge moyen de départ à la retraite en fonction de l'âge à la souscription, allant de 63 ans pour les souscriptions avant 50 ans, à 65 ans pour les souscriptions les plus tardives.

La prise en compte de l'âge à la souscription comme facteur influençant l'âge de départ à la retraite a retenu notre attention. En effet, nous pouvons supposer qu'un assuré qui souscrit un prêt à un âge élevé et qui souhaite être couvert pour les garanties ITT/IPT va continuer son activité professionnelle plus longtemps que la population générale. Prenons l'exemple d'un assuré souscrivant à 62 ans. Dans la table de distribution des âges de départ à la retraite élaborée dans le chapitre 2, la proportion des départs à 62 ans est très importante (de l'ordre de 50%). Néanmoins, parmi les assurés souscrivant à 62 ans, très peu prendront leur retraite à cet âge. Les tables établies dans le chapitre 2 ne prennent pas en compte cet effet. Nous allons donc intégrer un ajustement permettant de réduire les sorties de portefeuille liées à la retraite sur les trois premières années de prêt. Ainsi, les sorties de portefeuille liées à la retraite seront désormais abattues de 80% la première année, 50% la deuxième et 20% la troisième sur tous les âges à la souscription.

Le tableau 4.5 présente les impacts du scénario 3 par rapport au scénario de référence B.

Marge sur la prime	Scénario de référence B	Ratio scénario 3 vs scénario de référence B	
		ITT/IPT	ITT/IPT et Décès
Portefeuille A	10%	95.8%	97.9%
Portefeuille B	10%	98.4%	99.3%
Portefeuille C	10%	97.9%	99.0%

TABLE 4.5 – Scénario 3 vs référence B : ratio des marges sur prime

Les nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite entraînent une baisse de la marge sur tous les portefeuilles. Une fois encore, les assurés souscrivant assez jeunes sont très peu impactés par ces changements puisqu'ils sortiront pour la plupart du portefeuille avant l'âge de la retraite. Naturellement, l'impact est plus important sur le portefeuille A qui est le plus âgé. Sur ce portefeuille, la marge sur la prime ITT/IPT baisse de 4.2% : elle passe de 10% à 9.58%. Les effets sont moins marqués sur le portefeuille B avec une baisse de la marge de seulement 1.6%.

4.3. Tests de sensibilités des hypothèses sur la rentabilité

Intéressons-nous à présent aux évolutions des valeurs actuelles des primes et des sinistres, présentés dans le tableau 4.6.

ITT/IPT	VA des primes		VA des sinistres	
	Scénario de référence B	Ratio scénario 3 vs scénario de référence B	Scénario de référence B	Ratio scénario 3 vs scénario de référence B
Portefeuille A	2.05 M€	96%	1.66 M€	97%
Portefeuille B	0.49 M€	99%	0.40 M€	99%
Portefeuille C	0.71 M€	98%	0.57 M€	99%

TABLE 4.6 – Scénario 3 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT

Ces résultats nous montrent que les valeurs actuelles des primes, comme celles des sinistres, baissent sur tous les portefeuilles. Cette baisse est d’autant plus importante que le portefeuille est âgé. Le nombre de sinistres baisse car les assurés prennent leur retraite plus tôt. Le volume de primes diminue également car les assurés sortent plus tôt du portefeuille. Nous voyons de plus que la valeur actuelle des primes diminue davantage que celle des sinistres sur les 3 portefeuilles, ce qui entraîne une baisse de la marge.

Nous avons ajusté les taux de départ à la retraite en fonction de l’âge à la souscription pour prendre en compte le fait que les assurés souscrivant l’ITT/IPT à un âge élevé partiront très certainement à la retraite plus tard que la population générale.

Sur nos portefeuilles, les nouvelles tables de taux de départ à la retraite font baisser la marge sur la prime ITT/IPT de 1.6% sur le portefeuille jeune, à 4.2% sur le portefeuille le plus âgé. La baisse de la marge vient du fait que la valeur actuelle des primes diminue plus que la valeur actuelle des sinistres. Les assurés partant à la retraite plus tôt avec les nouvelles tables, ils paient en effet moins longtemps leur prime.

4.3.2.3 Impacts globaux des deux nouvelles tables

Scénario 4 :

- Nouvelles bases d’incidence en ITT/IPT
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Le scénario 4 nous permet de mesurer les impacts de ces deux nouvelles tables par rapport à notre ancienne approche (scénario de référence B). Nous avons observé dans le scénario 2 que la marge sur la prime est à la hausse avec les nouvelles tables d’incidence. En revanche, elle est à la baisse avec les nouvelles tables de départ à la retraite (scénario 3). Sur le scénario 4, la marge sur la prime croît sur tous les portefeuilles, comme le montre le tableau 4.7. Sur le portefeuille B, qui est le moins impacté par ces changements, la marge sur la prime ITT/IPT croît de 10%. Les nouvelles hypothèses permettent donc de gagner 1 point de marge après taxe, ce qui est significatif dans un contexte compétitif. Sur le portefeuille senior, la marge augmente quasiment de 3 points avec nos nouvelles hypothèses.

Marge sur la prime ITT/IPT	Scénario de référence B	Ratio scénario 4 vs scénario de référence B		
		Total	Femme	Homme
Portefeuille A	10%	129%	133%	127%
Portefeuille B	10%	110%	110%	111%
Portefeuille C	10%	114%	113%	114%

TABLE 4.7 – Scénario 4 vs référence B : ratio des marges sur prime

Nous pouvons remarquer que sur le portefeuille A, les impacts sont nettement plus importants chez les femmes que chez les hommes, alors que les effets sont inversés et plus réduits sur les portefeuilles B et C. Cela s’explique par les proportions différentes entre cadres et non-cadres sur ces portefeuilles.

Sur le portefeuille A, la proportion de cadres est plus importante que celle des non-cadres (60/40). Or sur les femmes, l’incidence baisse davantage pour les cadres que pour les non-cadres. L’effet est inversé chez les hommes. Pour les deux autres portefeuilles, les proportions de cadres et de non-cadres sont équivalentes (50/50).

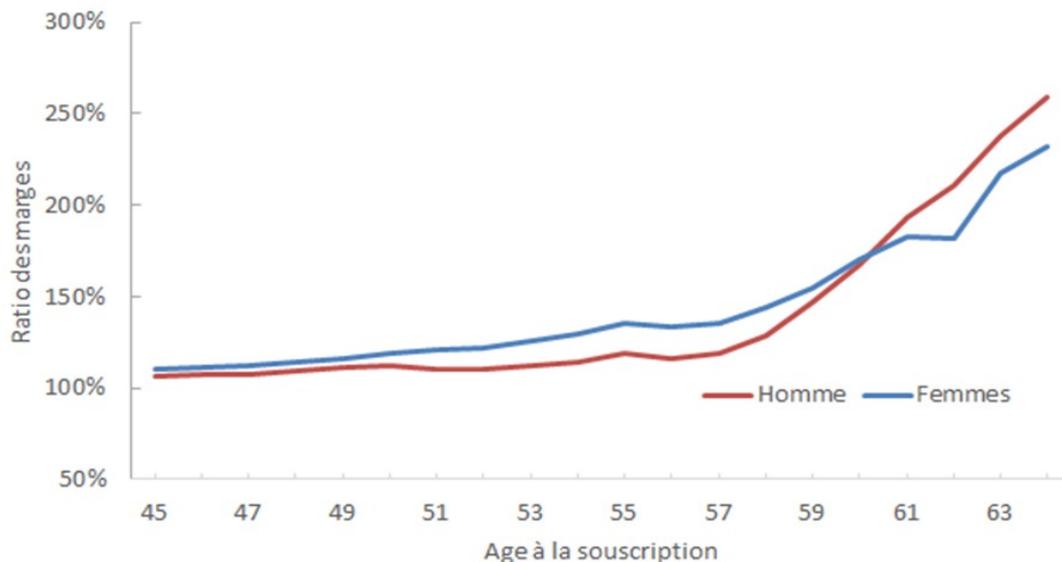


FIGURE 4.5 – Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 4 et le scénario de référence B par sexe

Le graphique 4.5 montre que les tendances observées sur le graphique 4.3, et portant sur le portefeuille A, sont conservées avec l’ajout des nouvelles distributions d’âges de départ à la retraite : le ratio des marges reste plus élevé chez les femmes que chez les hommes souscrivant avant 60 ans, ce qui s’inverse après 60 ans. De plus, l’impact à la baisse des départs à la retraite à 62 ans est plus marqué chez les femmes que chez les hommes, créant ce pallier entre 61 et 62 ans.

ITT/IPT	VA des primes		VA des sinistres	
	Scénario de référence B	Ratio scénario 4 vs scénario de référence B	Scénario de référence B	Ratio scénario 4 vs scénario de référence B
Portefeuille A	2.05 M€	96%	1.66 M€	92%
Portefeuille B	0.49 M€	99%	0.40 M€	97%
Portefeuille C	0.71 M€	98%	0.57 M€	96%

TABLE 4.8 – Scénario 4 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT

Le montant des primes attendues baisse sur tous les portefeuilles. Cet effet vient des nouvelles tables de taux de départ à la retraite par âge puisque nous avons vu que les nouvelles tables d'incidence n'avaient presque pas d'impact sur la valeur actuelle des primes.

Les nouvelles hypothèses améliorent la marge sur prime sur les portefeuilles considérés de 10% à 29%.

Dans la partie 4.3.2, nous n'avons eu de cesse de comparer les nouvelles tables, retravaillées dans le cadre de ce mémoire, avec les anciennes hypothèses d'incidence et de distribution des âges de départ à la retraite. Ces hypothèses étaient certes imparfaites mais constituaient une première approche de modélisation du comportement des assurés aux âge élevés.

Les effets mesurés jusqu'ici ne sont donc que le reflet de la différence entre ces deux jeux d'hypothèses techniques.

4.3.3 FOCUS SUR LES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE

Scénario de référence C : (= scénario 4)

- Âge limite de couverture 70 ans pour la garantie ITT/IPT
- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Dans la suite, nous nous concentrerons sur les portefeuilles A (senior) et B (jeune) pour l'analyse des différents scénarios.

4.3.3.1 Départ à l'âge limite de couverture (70 ans)

Scénario 5 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT
- Tous les assurés partent à la retraite à 70 ans

Dans ce scénario, nous allons considérer que tous les assurés restent en portefeuille jusqu'à l'âge limite de couverture (70 ans). Ce scénario revient à ne plus considérer aucune sortie prématurée du portefeuille liée à la prise de la retraite.

Marge sur la prime ITT/IPT	Scénario de référence C	Ratio scénario 5 vs scénario de référence C		
		Total	Femme	Homme
Portefeuille A	10%	141%	139%	142%
Portefeuille B	10%	113%	110%	114%

TABLE 4.9 – Scénario 5 vs référence C : ratio des marges sur prime

Ne plus considérer les départs à la retraite augmente fortement la marge par rapport au scénario de référence C.

4.3.3.2 Scénario basé sur la réforme des retraites 2020

Scénario 6 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT
- Tables de taux de départ à la retraite inspirées des discussions autour de la réforme des retraites 2020

Scénario 7 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT
- Tables de taux de départ à la retraite inspirées des discussions autour de la réforme des retraites 2020
- Génération d'assurés souscrivant en 2030

Dans le scénario 6, nous allons reprendre les taux de départ à la retraite par âge construits dans la section 2.3.2, qui permettent de prendre en compte les effets probables de la réforme des retraites de 2020 (cf figure 2.10). Rappelons que nous avons supposé que les générations nées avant 1975 ne seront pas impactées par cette réforme et que l'âge "pivot" est de 64 ans.

Nous allons créer un scénario 7 pour mesurer l'effet générationnel sur la table de taux de départ à la retraite. Pour cela, nous allons décaler la date de souscription de notre génération d'assurés de 10 ans. La date de souscription pour ce scénario sera le 1er janvier 2030 au lieu du 1er janvier 2020. Ainsi, un assuré souscrivant à 50 ans sera né en 1970 sur le scénario 6, alors qu'il sera né en 1980 dans le scénario 7. Dans cet exemple, l'assuré de 50 ans du scénario 6 ne sera pas impacté par la réforme des retraites de 2020, alors qu'il le sera dans le scénario 7.

Le tableau 4.10 présente les impacts sur la marge des scénarios 6 et 7 par rapport au scénario de référence C.

Nous voyons que les tables qui intègrent ce que pourrait être la réforme de 2020 n'ont presque aucun impact sur la rentabilité des portefeuilles souscrits en 2020. La prime est impactée par les départs à la retraite pour un assuré à partir de 50 ans. Pour une souscription en 2020, cela correspond à un assuré né avant 1970. La réforme n'ayant pas d'impact sur ces générations, il est normal de conserver la marge de 10% sur le scénario 6.

La génération d'assurés 2030 sera impactée par la réforme des retraites de 2020. Nous observons une hausse de la rentabilité attendue de 5% sur le portefeuille A et de 2% sur le portefeuille B. En effet, plus la génération est récente, plus les départs à la retraite seront

tardifs : le volume de prime reçu sera supérieur au montant des prestations payées avec nos hypothèses.

Marge sur la prime ITT/IPT	Scénario de référence C	Ratio par rapport au scénario de référence C	
		Scénario 6	Scénario 7
Portefeuille A	10%	99.9%	105%
Portefeuille B	10%	100.0%	102%

TABLE 4.10 – Scénario 6 et 7 vs référence C : ratio des marges sur prime ITT/IPT

Retirer les sorties de portefeuille liées à la retraite entraîne une augmentation de la marge sur la prime attendue. Nous pouvons donc en conclure qu'une sous-estimation des départs à la retraite pourrait entraîner une surestimation de la rentabilité attendue à primes techniques équivalentes.

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que la table des départs à la retraite prenant en compte un recul de l'âge moyen de départ à la retraite (64 ans comme esquissé dans les discussions autour de la réforme de 2020) n'a quasiment aucun impact sur la marge d'un portefeuille souscrit en 2020. En revanche, avec une génération de souscription en 2030, la marge sur la prime ITT/IPT augmenterait de 2% sur le portefeuille B et de 5% sur le portefeuille A.

4.3.4 RÉFLEXION AUTOUR DE LA VISION MARCHÉ DE L'INCIDENCE ITT/IPT

Nous avons présenté la vision marché de l'incidence en ITT/IPT sur la figure 3.1 (Décroissance de l'incidence après 60 ans). Cette vision vient du fait que les assureurs ne sont pas informés du nouveau statut de retraité de leurs assurés. De ce fait, ils perçoivent des primes plus longtemps ce qui conduit à surestimer à tort leur exposition. Cette table revient à considérer les sinistres ITT/IPT et l'exposition du risque décès pour les assurés ayant souscrit les deux risques.

Dans cette partie, nous allons considérer un scénario de référence représentant cette situation :

Scénario de référence D :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT avec une incidence décroissante après 60 ans
- Pas de prise en compte des départs à la retraite

Nous allons chercher à observer les impacts de nos nouvelles tables d'incidence et de taux de départ à la retraite dans les scénarios 8, 9 et 10 par rapport au scénario de référence D. Nous nous plaçons dans un scénario de mise en place d'une nouvelle réglementation qui imposerait aux assureurs de demander chaque année à leurs assurés s'ils sont encore actifs, et d'arrêter le prélèvement de la prime ITT/IPT dès la prise de la retraite.

Comme pour la section précédente, nous testerons les impacts sur chacune des deux tables prise isolément, puis nous combinerons les deux nouvelles tables pour mesurer l'impact global.

Scénario 8 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT sans modifications
- Pas de prise en compte des départs à la retraite

Scénario 9 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT avec une incidence décroissante après 60 ans
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Scénario 10 :

- Nouvelles bases d'incidence en ITT/IPT sans modifications
- Nouvelles tables de distribution des âges de départ à la retraite

Le tableau 4.11 synthétise les impacts sur la marge des scénarios 8 à 10 par rapport au scénario de référence D.

Marge sur la prime ITT/IPT	Scénario de référence D	Ratio par rapport au scénario de référence D		
		Scénario 8	Scénario 9	Scénario 10
Portefeuille A	10%	50%	41%	13%
Portefeuille B	10%	84%	86%	77%

TABLE 4.11 – Scénario 8 à 10 vs référence D : ratio des marges sur prime ITT/IPT

Dans le scénario 8, l'incidence en ITT/IPT augmente à partir de 60 ans par rapport au scénario de référence D. Le montant des sinistres attendus augmente sur les deux portefeuilles, alors que la valeur actuelle des primes reste stable : cela provoque une baisse de la marge de 50% sur le portefeuille A, et de 16% sur le portefeuille B. Nous voyons que même si la cible du portefeuille est très jeune, comme celle du portefeuille A, nous perdons tout de même 1.6 point de marge sur la prime ITT/IPT.

La prise en compte des départs à la retraite (scénario 9) provoque des effets similaires au scénario 8 sur la marge. Nous observons une réduction de la marge sur la prime ITT/IPT de 59% sur le portefeuille A et de 14% sur le portefeuille B. Dans ce scénario, la baisse de la rentabilité vient du fait que la valeur actuelle des primes baisse davantage que la valeur actuelle des sinistres car les assurés versent leur prime moins longtemps.

Au global (scénario 10), nos deux nouvelles hypothèses (incidence et taux de départ à la retraite) réduisent fortement la marge sur nos deux portefeuilles par rapport au scénario de référence D. Sur le portefeuille A, la marge passe de 10% à 1.3% : nous sommes proche de la perte. Sur le portefeuille B, nous perdons plus de 2 points de marge sur la prime ITT/IPT.

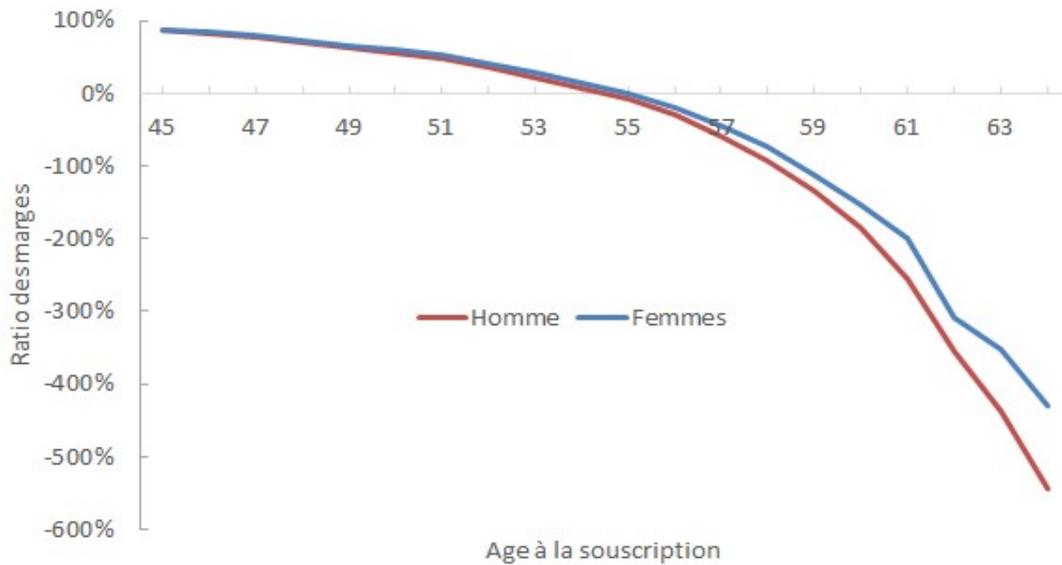


FIGURE 4.6 – Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 10 et le scénario de référence D par sexe

Le graphique 4.6 nous montre que la marge se dégrade avec l'âge à la souscription sur le scénario 10. Sur le portefeuille A, le ratio des marges est de 88% à 45 ans pour les femmes et de 86% pour les hommes. Nous voyons que la marge décroît fortement et devient négative à partir de 55 ans.

Sur le scénario 10, les valeurs actuelles des primes des deux portefeuilles sont réduites dans une proportion bien plus importante que celles des sinistres, conduisant à la baisse de marge observée précédemment.

ITT/IPT	VA des primes		VA des sinistres	
	Scénario de référence D	Ratio scénario 10 vs scénario de référence D	Scénario de référence D	Ratio scénario 10 vs scénario de référence D
Portefeuille A	1.94 M€	86%	1.56 M€	98%
Portefeuille B	0.48 M€	96%	0.38 M€	100%

TABLE 4.12 – Scénario 10 vs scénario de référence D : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT

Nous venons de voir que si nous considérons la vision marché de l'incidence, la marge sur la prime ITT/IPT est très impactée par les nouvelles hypothèses. Si nous ajoutons à cela une obligation de la part des assureurs d'arrêter les prélèvements de primes dès la prise de la retraite de leurs assurés, la baisse de la marge sera d'autant plus importante. Au global, nous avons observé une réduction pouvant aller jusqu'à 87% de la marge sur le portefeuille A.

Dans ce dernier chapitre, nous avons utilisé un modèle de projection pour modéliser les flux financiers d'un portefeuille emprunteur. L'objectif de ce chapitre était de mesurer les impacts des nouvelles tables créées dans les chapitres 2 et 3. Nous avons construit 3 portefeuilles d'assurance emprunteur inspirés de portefeuilles réels en paramétrant les proportions telles que : la proportion homme/femme, la proportion cadre/non-cadre, l'âge moyen à la souscription, la répartition des prêts par duration. De plus, nous avons défini des indicateurs financiers qui nous ont permis de mesurer les impacts des nouvelles hypothèses sur la rentabilité de ces 3 portefeuilles : la marge sur la prime après taxe, la valeur actuelle des primes attendues et la valeur actuelle des sinistres attendus.

Un premier scénario nous a permis de confirmer qu'un allongement de couverture de 5 ans sur la garantie ITT/IPT peut avoir un impact très important sur la rentabilité jusqu'à entraîner une perte. Il est donc important de bien maîtriser le risque aux âges élevés. Ce scénario a également mis en évidence l'intérêt que peuvent représenter les assurés seniors pour le marché grâce à leur haut niveau de primes.

Dans les scénarios 2 à 4, nous avons mesurer les impacts de nos nouvelles hypothèses par rapport à la référence actuelle. Les nouvelles tables améliorent la marge de 10% sur le portefeuille le plus jeune et de 29% sur le portefeuille le plus âgé. Cette amélioration vient des nouvelles tables d'incidence en ITT/IPT construites dans le chapitre 3. Les nouvelles tables de taux de départ à la retraite font quant à elle baisser légèrement la rentabilité puisque les départs à la retraite sont en moyenne plus précoces que sur la table de référence actuelle. Nous avons également identifié la nécessité d'ajuster les taux de départ à la retraite sur les premières années de présence dans le prêt pour apporter plus de cohérence dans notre modélisation du comportement de l'assuré.

Les effets possibles de la réforme des retraites de 2020, à savoir un recul de l'âge moyen de départ de 2 ans, n'aurait pas d'impact sur la marge pour une génération de polices souscrites en 2020. Nous nous sommes basés sur le scénario construit dans la section 2.3.2 pour lequel nous avons supposé que la réforme n'aurait aucun impact sur l'âge de départ à la retraite pour les personnes nées avant 1975. Si nous nous plaçons en 2030 en revanche, la marge augmenterait de 2% à 5% sur nos portefeuilles car les assurés partiraient à la retraite plus tard.

Nous avons également illustré le fait que les résultats obtenus dépendent fortement du scénario de référence. Nous avons choisi de modifier la référence en considérant :

- la vision marché de l'incidence qui implique une décroissance de l'incidence ITT/IPT après 60 ans
- que les assurés versent leur prime jusqu'à l'âge limite de couverture, quel que soit leur âge de départ à la retraite

Dans ce cas, les nouvelles tables font baisser la marge très significativement de 23% à 87% selon les portefeuilles. Ce scénario pourrait représenter la mise en place d'une nouvelle directive imposant aux assureurs d'interrompre le prélèvement de la prime ITT/IPT dès la prise de la retraite de l'assuré. Cela montre qu'une sous-estimation des départs à la retraite lors de la tarification pourrait entraîner une surestimation de la rentabilité attendue.

Ce mémoire avait deux grands objectifs : revoir la modélisation du risque ITT/IPT aux âges élevés sur le produit emprunteur, et en mesurer l'impact sur des portefeuilles d'assurés. A l'heure du « Big Data », l'actuaire reste parfois confronté à un nombre de données d'expérience et de publications limité. Ce manque d'informations, sur certains marchés de niche ou sur des segments peu représentés de la population assurée, constitue un véritable défi. Pour le relever, l'actuaire est alors invité à définir des approches alternatives au « data mining ». C'est dans un tel contexte que nous avons travaillé à revoir la modélisation du risque ITT/IPT entre 55 et 70 ans. Deux étapes se sont succédé : la première, centrée sur l'estimation de la distribution des âges de départ à la retraite par génération et par sexe, la seconde, axée sur le prolongement de la table d'incidence en ITT/IPT aux âges élevés. Pour ce faire, nous avons été amenés à établir des parallèles avec des données provenant du marché anglais, et à recueillir des avis d'experts de l'assurance emprunteur. Les hypothèses que nous avons construites constituent aujourd'hui notre meilleure estimation du risque.

Un modèle de projection de flux financiers a permis de mettre en évidence l'effet favorable de ces nouvelles hypothèses sur la rentabilité de portefeuilles emprunteur. Ces résultats s'avèrent décisifs sur un marché de plus en plus compétitif. Maîtriser le risque aux âges élevés, et ce même si le produit ne cible pas une population senior, est indispensable. Rappelons toutefois que l'impact a été mesuré par rapport à des bases de référence qui représentaient une première ébauche prudente des taux de départ à la retraite et des incidences en ITT/IPT aux âges élevés. L'application de ces mêmes hypothèses à un portefeuille tarifé avec la vision marché du risque ITT/IPT montre à l'inverse que la marge serait significativement réduite. Les conclusions sur les impacts de cette nouvelle approche doivent donc s'apprécier au regard de l'une ou de l'autre référence. Bien que toujours en discussion, nous avons tenu à étudier un scénario reflétant les effets probables de la réforme des retraites de 2020. Si l'impact, pour une génération d'emprunteurs souscrivant aujourd'hui, reste négligeable, il pourrait s'avérer bien plus fort à l'avenir. Un rééquilibrage tarifaire pourrait en résulter.

Par ailleurs, notons que les impacts ont été mesurés sur des primes techniques construites sans subvention. Or, dans un contexte commercial, des subventions existent généralement entre les différentes garanties d'un produit (décès, ITT/IPT), les classes de risque ou encore les âges des assurés. Par exemple, un portefeuille ciblant les seniors pourrait avoir une rentabilité plus faible sur les âges élevés, rendant les tarifs plus attrayants pour cette population, et au contraire une rentabilité plus élevée sur les âges jeunes, avec des tarifs légèrement moins attractifs. Par conséquent, les nouvelles hypothèses développées dans ce mémoire pourraient avoir des impacts différents sur la rentabilité.

Le recul de l'âge de la retraite engendrera très certainement une hausse des souscriptions

aux âges élevés. Ainsi, l'expérience sur les portefeuilles assurés devrait se développer dans les années à venir. Il sera important de challenger notre approche avec les nouvelles connaissances disponibles et de s'assurer de sa pertinence. Rester attentif aux publications du marché, suivre l'évolution des portefeuilles souscrits et revoir régulièrement ses hypothèses : voici autant de missions qui incombent à l'actuaire.

- [Actélior, 2017] Actélior (2017). Assurance des emprunteurs Étude comparée entre contrats collectifs et contrats individuels : tarifs et enjeux. <http://www.actelior.fr/wp-content/uploads/2018/11/2017-10-23-GFBA-Etude-emprunteur.pdf>.
- [Aubert and Ducoudre, 2011] Aubert, P. and Ducoudre, B. (2011). Actualisation annuelle par calage pour l'estimation tous régimes des effectifs de retraités. https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/seriesource_method24.pdf.
- [Banthorpe et al., 2013] Banthorpe, P., Cleverley, P., and Fairall, C. (2013). Extending the critical path. SIAS : <https://sias.org.uk/media/1161/extending-the-critical-path.pdf>.
- [BAO, 2014] BAO (2014). Observatoire bao mai 2014 – panorama des garanties du marché de l'assurance emprunteur. http://www.baofrance.com/telechargement/OBSERVATOIRE_BAO_052014.pdf.
- [Bourquin, 2019] Bourquin, M. (2019). Assurance emprunteur : l'irrésistible essor des contrats individuels. <https://www.argusdelassurance.com/assurance-de-personnes/assurance-emprunteur/assurance-emprunteur-l-irresistible-essor-des-contrats-individuels.157089>.
- [Brett and du Toit, 2007] Brett, P. and du Toit, J. (2007). A critical table : pricing critical illness in the uk on a new insured lives table. IAAHS COLLOQUIUM, CAPE TOWN, MAY 2007.
- [Chapuis, 2013] Chapuis, C. (2013). Specificités et enjeux de l'assurance emprunteur. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/14391B91EE6D9DFFC1257CAC006A5D98>.
- [CNAMTS, 2019] CNAMTS (2019). *Statistiques de sinistralité 2017 tous CTN et par CTN (Etude 2018-267-CTN)*. Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés Direction des Risques Professionnels - Mission Statistiques - PJ / SF.
- [COR, 2019a] COR (2019a). Les âges de départ à la retraite. <https://www.cor-retraites.fr/sites/default/files/2019-06/doc-4450.pdf>.
- [COR, 2019b] COR (2019b). Perspectives des retraites en france à l'horizon 2030. https://www.cor-retraites.fr/sites/default/files/2019-11/Rapport_novembre_2019.pdf.
- [Diaz, 2012] Diaz, T. (2012). Modélisation des comportements de départ à la retraite lors de la modification du régime. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/386279A76D5F3E29C1257AD9005D1419>.
- [Doitteau, 2011] Doitteau, M. (2011). La réglementation et la modélisation stochastique de l'incapacité. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/D0F6E4C85E04EAF7C125783F003AAFD9>.

- [DREES, 2015] DREES (2015). Les réformes des retraites depuis 1993 augmentent à terme l'âge moyen de départ de deux ans et demi, numéro 0915.
- [FFA, 2019] FFA (2019). L'assurance française données clés 2018. <https://www.ffa-assurance.fr/etudes-et-chiffres-cles/assurance-de-personnes-donnees-cles-par-annee>.
- [Fruchard, 2020] Fruchard, A. (2020). Quelle est la durée d'un prêt immobilier? <https://reassurez-moi.fr/guide/pre-immobilier/duree-moyenne>.
- [Guillod, 2008] Guillod, T. (2008). *Interpolations, courbes de Bézier et B-Splines*. Bulletin de la Société des Enseignants Neuchâtelois de Sciences - Travail de Maturité réalisé au Lycée Blaise-Cendrars sous la direction de Jean-Bernard Mathey.
- [Kolster et al., 1997] Kolster, N., Loebus, H., and Mörtlbauer, W. (1997). Neue rechnungsgrundlagen für die berufsunfähigkeitsversicherung dav1997. Technical report, Deutschen Aktuarvereinigung e. V. https://aktuar.de/Dateien_extern/DAV/LV/UT_LV_6.pdf#search=DAV1997%20i.
- [Lim, 2012] Lim, R. (2012). Provisionnement en arrêt de travail et impact de la réforme des retraites. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/14391B91EE6D9DFFC1257CAC006A5D98>.
- [Manai, 2018] Manai, I. (2018). Modélisation du risque comportemental dans l'étude de la dérive de l'âge de départ à la retraite. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/6782B76A4339119DC125825C0023811A>.
- [Pascariu, 2020] Pascariu, M. D. (2020). Package 'mortalitylaws'. <https://cran.r-project.org/web/packages/MortalityLaws/MortalityLaws.pdf>.
- [Quashie and Denuit, 2005] Quashie, A. and Denuit, M. (2005). Modèle d'extrapolation de la mortalité aux grands âges. Technical report, Université Catholique de Louvain, Institut des Sciences Actuarielles Institut de Statistique.
- [R Core Team, 2021] R Core Team (2021). *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- [Radier, 2017] Radier, J.-C. (2017). L'arrivée à 60 ans et la perte des garanties. <https://www.radier-associes.fr/non-classe/l-arrivee-a-60-ans-et-la-perse-des-garanties/>.
- [Robjohns et al., 2006] Robjohns, N., Galloway, H., Morris, R., Reid, S., and Wells, J. (2006). Exploring the critical path. SIAS : <https://sias.org.uk/media/1196/exploring-the-critical-path.pdf>.
- [Rogier, 2016] Rogier, C. (2016). Construction de lois d'entrée et de maintien en dépendance en vue du suivi d'un contrat individuel. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/7F6913F106BA7C90C12581080032F9C1>.
- [Tissot and Bastide, 2012] Tissot, C. and Bastide, J.-C. (2012). *Accidents du travail quelles particularités chez les seniors (ND 2368-229-12)*. INRS, département Etude, veille et assistance documentaires.
- [Traore, 2017] Traore, K. (2017). Effet d'un changement réglementaire de l'âge de la retraite sur les garanties invalidité d'un portefeuille de prévoyance collective. <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/D9827A7669F54D49C125824D002DC4EB>.

TABLE DES FIGURES

1.1	Chronologie de la législation de l'assurance emprunteur	17
1.2	Cotisations d'assurance emprunteur en milliard d'euros et part de la délégation en pourcentage	19
1.3	Répartition des emprunteurs du réseau bancaire observé par type de contrat et par tranche âge (2017)	21
1.4	Répartition des emprunteurs du réseau bancaire observé par type de contrat et par CSP (2017)	21
1.5	Modularité des garanties de l'assurance emprunteur	22
1.6	Exemple d'évolution tarifaire sur le marché individuel de 2015 à 2018	25
1.7	Âges possibles de départ à la retraite pour un assuré né en 1957	27
1.8	Évolution de l'âge moyen de départ à la retraite	28
2.1	Age moyen projeté de départ à la retraite par génération	33
2.2	Distribution des âges de départ à la retraite projetés pour les générations 1940, 1960, 1980 et 2000 par classe d'âge	34
2.3	Distribution des âges de départ à la retraite projetés pour les femmes des générations 1955 à 1990	35
2.4	Distribution des âges de départ à la retraite des femmes non lissée	38
2.5	Comparaison des distributions des départs à la retraite par classe d'âge avec les méthodes de lissage ascendantes et descendantes chez les femmes	41
2.6	Distribution des taux de départs à la retraite par classe d'âge, lissée avec la méthode ascendante chez les femmes	41
2.7	Distribution des âges de départ à la retraite pour les femmes nées en 1950	43
2.8	Distribution finale de l'âge de départ à la retraite des femmes	45
2.9	Distribution finale de l'âge de départ à la retraite des hommes	46
2.10	Distribution de l'âge de départ à la retraite des femmes, prenant en compte la réforme des retraites de 2020	47
3.1	Forme de la courbe d'incidence en IIT/IPT - vision marché	51
3.2	Incidence des 10 ALD sélectionnées par sexe (axe de gauche) et ratio sur l'incidence totale des ALD (axe de droite)	56
3.3	Rapport entre la table d'incidence de la population assurée et la table de la population générale des maladies redoutées en Grande Bretagne	58
3.4	Comparaison des ratios d'incidence des femmes à l'âge 54 ans	60
3.5	Comparaison des ratios d'incidence des hommes à l'âge 58 ans	60
3.6	Schéma d'interpolation cubique entre P_k et P_{k+1}	62

3.7	Points connus de l'incidence des cadres (à gauche les femmes et à droite les hommes)	63
3.8	Interpolation par splines cubiques de l'incidence des cadres (à gauche les femmes et à droite les hommes)	63
4.1	Modélisation des états de l'assuré pour notre étude	68
4.2	Description des portefeuilles	70
4.3	Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 2 et le scénario de référence B par sexe	77
4.4	Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 2 et le scénario de référence B par statut cadre/non cadre	77
4.5	Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 4 et le scénario de référence B par sexe	81
4.6	Portefeuille A : ratio de la marge sur la prime ITT/IPT entre le scénario 10 et le scénario de référence D par sexe	86

LISTE DES TABLEAUX

1.1	Barème du concours médical	15
2.1	Statistiques sur la complétude des données reçues de 1955 à 1990	36
2.2	Format de la table de distribution des âges de départ à la retraite	36
2.3	Pondération pour chaque classe d'âge calculée en fonction du taux de mortalité q_x et de la distribution de la population en 2019 en France	38
2.4	Types d'ajustements polynomiaux utilisés pour chaque classe d'âge (méthode ascendante)	40
2.5	Paramètres du système d'optimisation sous contraintes	42
2.6	Contraintes du modèle	44
3.1	Statistiques sur le nombre et l'incidence en incapacité permanente par tranche d'âge en 2017, pour le régime général	53
3.2	Répartition du nombre de nouvelles incapacités permanentes par type de sinistres en 2017, pour le régime général	54
3.3	Liste des 10 maladies sélectionnées avec leur proportion pour les 55-70 ans parmi les 30 ALD	55
3.4	Évolution de l'incidence entre les nouvelles tables construites à l'aide de la méthode des splines et les tables de référence extrapolées à l'aide des polynômes	64
4.1	Scénario 1 vs référence A : ratio des marges sur prime	74
4.2	Scénario 1 vs scénario de référence A : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT	75
4.3	Scénario 2 vs référence B : ratio des marges sur prime	76
4.4	Scénario 2 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT	78
4.5	Scénario 3 vs référence B : ratio des marges sur prime	79
4.6	Scénario 3 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT	80
4.7	Scénario 4 vs référence B : ratio des marges sur prime	81
4.8	Scénario 4 vs scénario de référence B : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT	82
4.9	Scénario 5 vs référence C : ratio des marges sur prime	83
4.10	Scénario 6 et 7 vs référence C : ratio des marges sur prime ITT/IPT	84
4.11	Scénario 8 à 10 vs référence D : ratio des marges sur prime ITT/IPT	85

4.12 Scénario 10 vs scénario de référence D : valeurs actuelles des primes et des sinistres pour la garantie ITT/IPT	86
--	----

COMPLÉMENTS SUR LES DISTRIBUTIONS DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE

Dans le chapitre 2, nous avons présenté les résultats pour les femmes uniquement. Nous allons donc présenter ceux des hommes dans cette annexe.

DISTRIBUTION DES ÂGES DE DÉPART À LA RETRAITE DES GÉNÉRATIONS 1955 À 1990

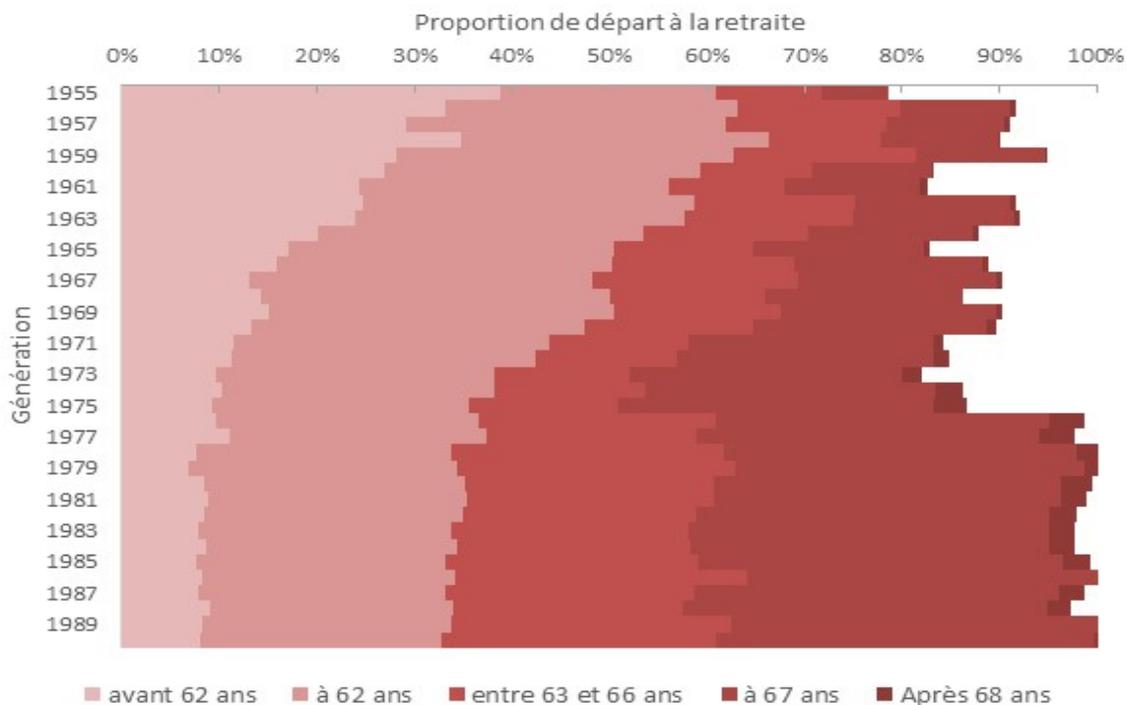


FIGURE 7 – Distribution des âges de départ à la retraite projetés pour les hommes des générations 1955 à 1990

Lecture : 39% des hommes nés en 1955 partiront à la retraite avant 62 ans.

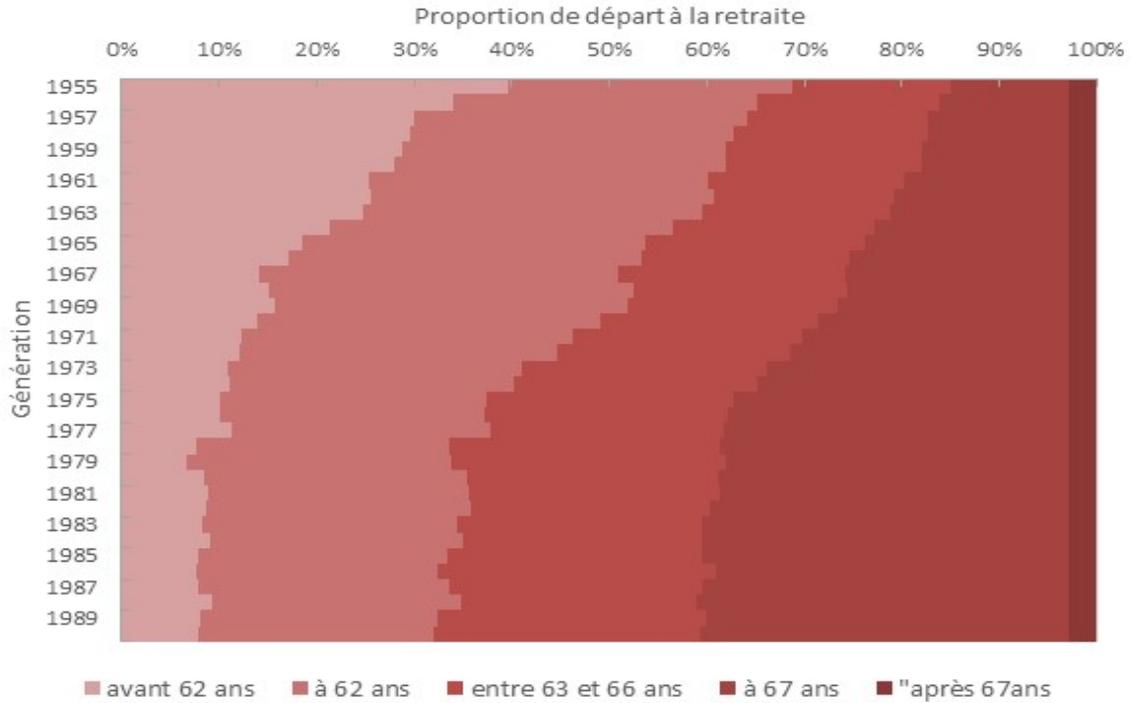


FIGURE 8 – Distribution des âges de départ à la retraite des hommes non lissée

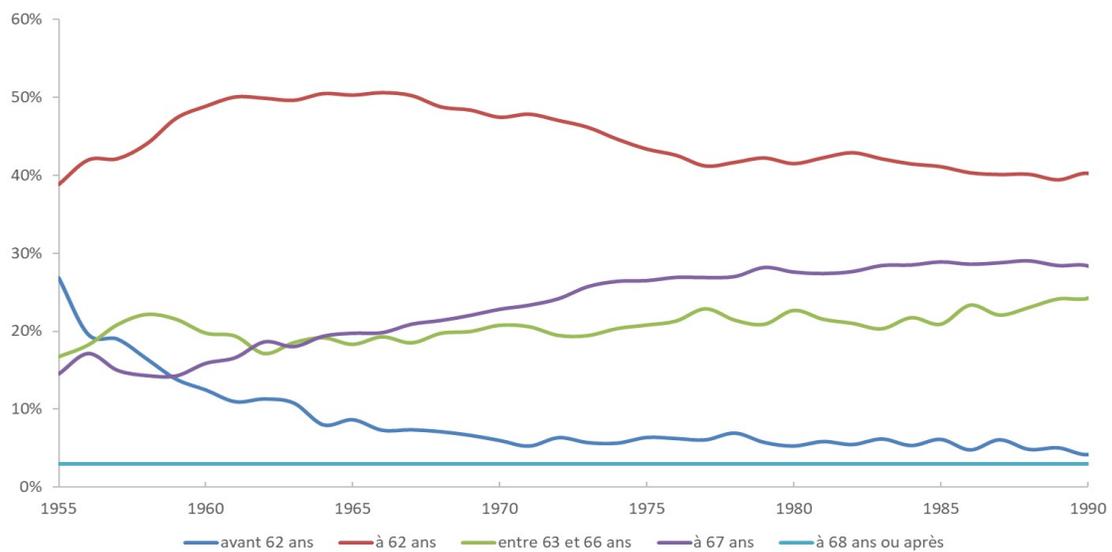


FIGURE 9 – Distribution par classe d'âge des départs à la retraite des femmes

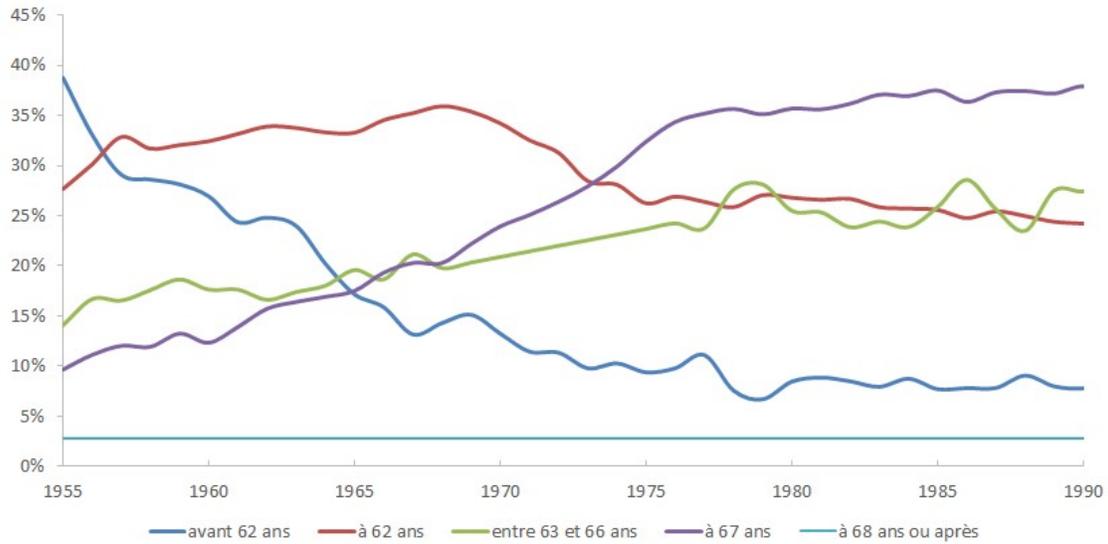


FIGURE 10 – Distribution par classe d’âge des départs à la retraite des hommes

LISSAGE PAR RÉGRESSIONS POLYNOMIALES DE LA SURFACE DE PROPORTIONS DE DÉPART À LA RETRAITE

Les équations obtenues sont présentées dans le tableau 13 :

Classe d’âge	Equation	Coefficient de détermination
avant 62 ans	$-9.29E-05 \cdot x^3 + 5.48E-01 \cdot x^2 - 1.08E+03 \cdot x + 7.06E+05$ (de 1955 à 1971)	97.93%
	$-2.89E-04 \cdot x + 6.31E-01$ (de 1972 à 2000)	17.46%
à 62 ans	$1.37E-04 \cdot x^2 - 5.44E-01 \cdot x + 5.43E+02$	95.54%
entre 63 et 66 ans	$-7.52E-10 \cdot x^4 + 4.02E-06 \cdot x^3 - 6.03E-03 \cdot x^2 + 4.04E+03$	93.11%
à 67 ans	$-9.34E-06 \cdot x + 9.89E-01$	0.01%

TABLE 13 – Équation des régressions polynomiales pour chaque classe d’âge (méthode ascendante)(Femme)

Classe d'âge	Equation	Coefficient de détermination
avant 62 ans	$-6.45E-06 \cdot x^3 + 3.85E-02 \cdot x^2 - 7.67E+01 \cdot x + 5.09E+04$	98.07%
à 62 ans	$2.54E-04 \cdot x^2 - 1.01E-00 \cdot x + 1.01E+03$	98.19%
entre 63 et 66 ans	$2.50E-4 \cdot x^2 - 9.93E-01 \cdot x + 9.88E+02$	97.11%
à 67 ans	$-2.29E-13 \cdot x + 9.72E-01$	0.01%

TABLE 14 – Équation des régressions polynomiales pour chaque classe d'âge (méthode ascendante)(Homme)

Nous pouvons noter que le dernier ajustement à 67 ans n'est pas très bon avec un R^2 proche de 0%. La courbe est très volatile car il s'agit de la dernière classe d'âge à être lissée. En effet, toutes les erreurs entre les distributions initiales et les distributions lissées se cumulent sur la dernière classe d'âge à lisser.

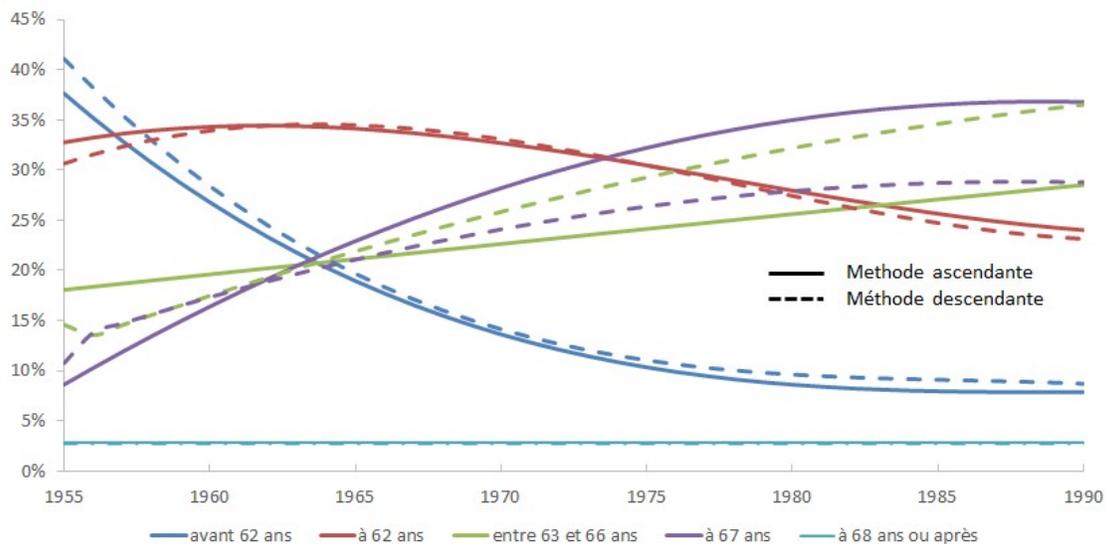


FIGURE 11 – Comparaison des distributions des départs à la retraite par classe d'âge avec les méthodes de lissage ascendantes et descendantes chez les hommes

Pour hommes, les deux méthodes sont assez similaires également sauf sur les classes d'âge "entre 63 et 66 ans" et "à 67 ans". Ici aussi, la méthode ascendante est mieux adaptée à notre objectif.

Le graphique 12 présente les distributions initiales en bleu (Données du COR présentées sur la figure 2.1). Nous pouvons observer un pic sur la distribution des femmes entre 1955 et 1958 qui semble anormal. Ces générations ont été exclues de la régression.

Pour les femmes, nous avons effectué une régression de degré 6 sur les générations nées entre 1958 à 2000 et une régression de degré 5 pour les hommes. Dans les deux cas, les coefficients de détermination des deux régressions sont supérieurs à 99%.

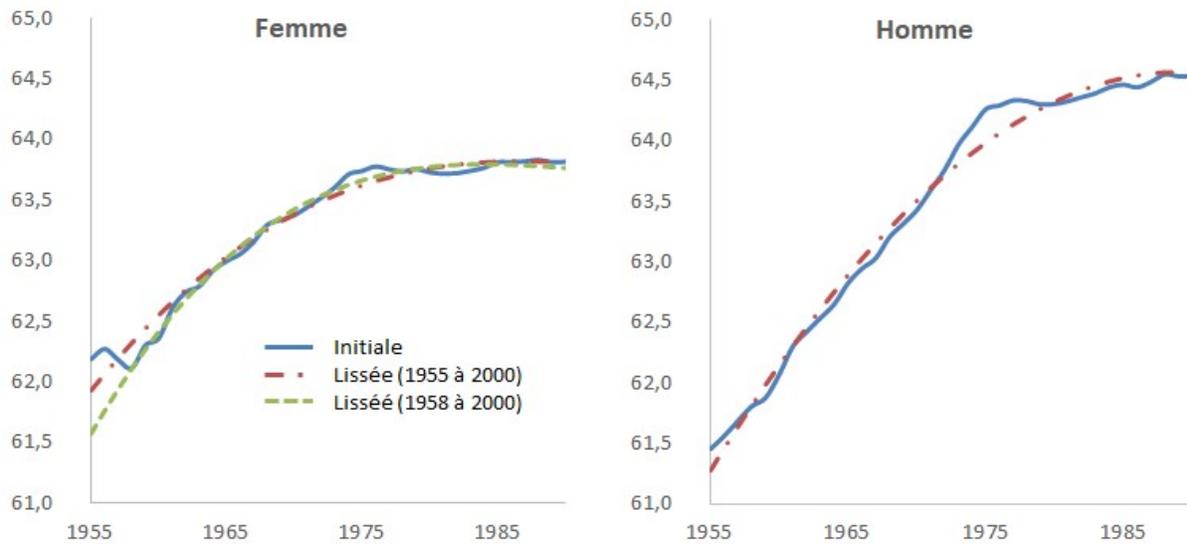


FIGURE 12 – Age moyen de départ à la retraite par génération lissé

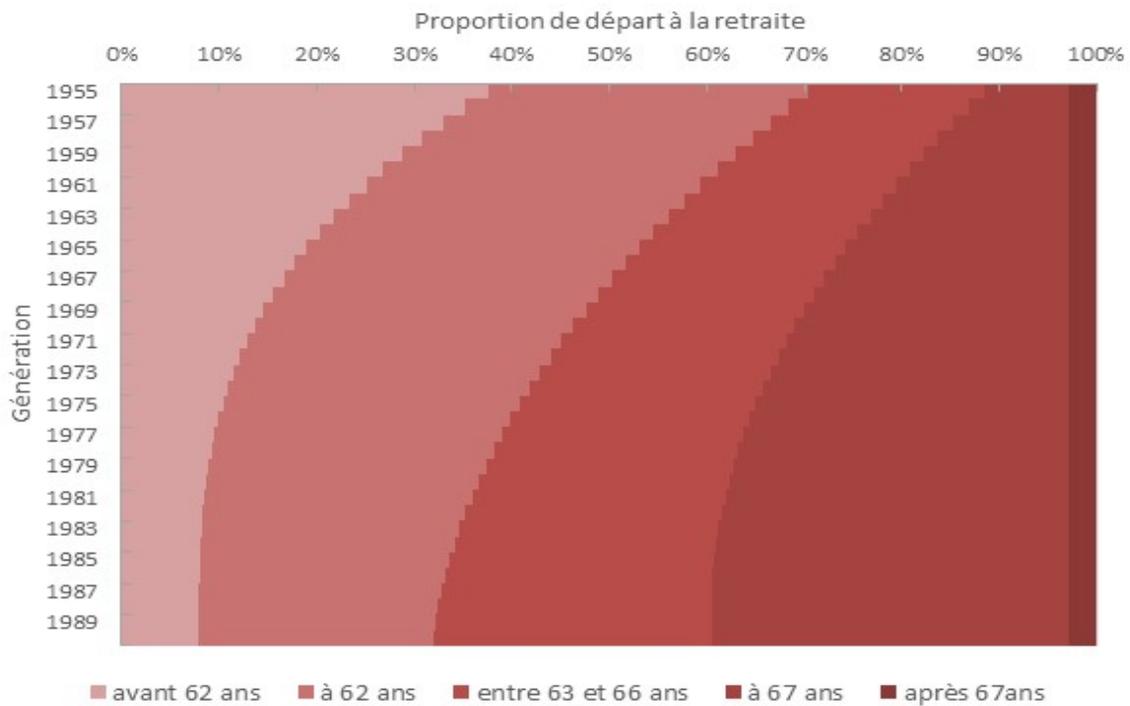


FIGURE 13 – Distribution des taux de départs à la retraite par classe d'âge, lissée avec la méthode ascendante chez les hommes

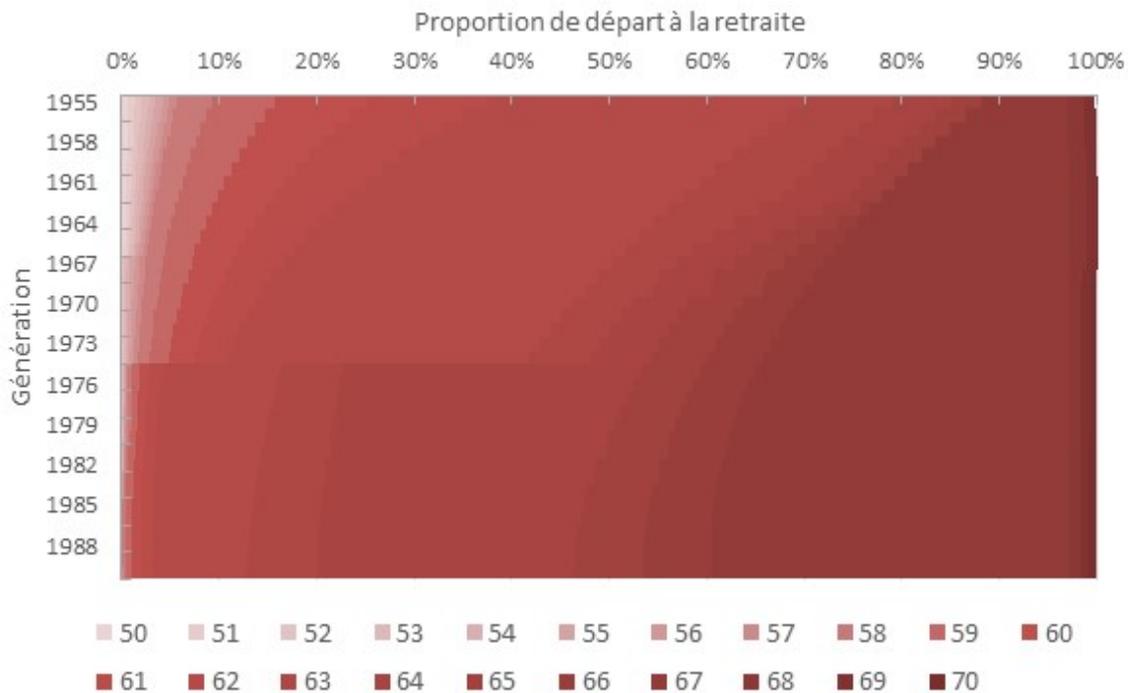


FIGURE 14 – Distribution de l'âge de départ à la retraite des hommes, prenant en compte la réforme des retraites de 2020

Code VBA pour la résolution de système sous contrainte :

```

Sub Solveur\_auto\_6()\
' Solveur\_auto\_6 Macro: 4 droites entre 50 et 55ans, 55 et 61ans, 63 et 66 ans et 68 e
'a5055<a5561\
'
Application.ScreenUpdating = False\
For i = 0 To 45\
'choisir l'année\
Range("$C$4").Value = 1955 + i\
\
\ni Range("C14:C23").Select\
Selection.ClearContents\
\
'laner le solveur\
SolverReset\
'autoriser les valeurs négatives\

```

```

SolverOptions AssumeNonNeg:=False\\

SolverOk SetCell:="$D$55", MaxMinVal:=3, ValueOf:=1, ByChange:="$C$14:$C$23", \\_\\
Engine:=2, EngineDesc:="GRG Nonlinear"\\

SolverAdd CellRef:=Range("$D$26:$D$46"), Relation:=3, formulaText:="$E$12"\\
SolverAdd CellRef:="$D$42", Relation:=3, formulaText:="$E$42"\\
SolverAdd CellRef:="$D$46", Relation:=3, formulaText:="$E$46"\\

'Ecart sur la moyenne de maximum 0.5\\%\\
SolverAdd CellRef:="$E$56", Relation:=1, formulaText:="$G$56"\\
\\
'paramètre b de chaque droite\\
SolverAdd CellRef:="$C$15", Relation:=3, formulaText:="$E$15"\\
SolverAdd CellRef:="$C$17", Relation:=3, formulaText:="$E$17"\\
'SolverAdd CellRef:="$C$19", Relation:=3, formulaText:="$E$19"\\
SolverAdd CellRef:="$C$21", Relation:=3, formulaText:="$E$21"\\
SolverAdd CellRef:="$C$23", Relation:=3, formulaText:="$E$23"\\
\\
'conditions de poids par classe d'age\\
SolverAdd CellRef:="$D$49", Relation:=2, formulaText:="$C$6"\\
SolverAdd CellRef:="$D$50", Relation:=2, formulaText:="$C$7"v
SolverAdd CellRef:="$D$51", Relation:=2, formulaText:="$C$8"\\
SolverAdd CellRef:="$D$52", Relation:=2, formulaText:="$C$9"\\
SolverAdd CellRef:="$D$53", Relation:=2, formulaText:="$C$10"\\

'condition sur la moyenne recalculée qui doit être supérieure à la moyenne réelle\\
SolverAdd CellRef:="$D$56", Relation:=3, formulaText:="$C$11"\\
\\
'parametre a de chaque droite\\
SolverAdd CellRef:="$H$14", Relation:=3, formulaText:="$E$14"\\
SolverAdd CellRef:="$H$16", Relation:=3, formulaText:="$E$16"\\
'SolverAdd CellRef:="$H$18", Relation:=3, formulaText:="$E$18"\\
SolverAdd CellRef:="$H$20", Relation:=1, formulaText:="$E$20"\\
SolverAdd CellRef:="$H$22", Relation:=1, formulaText:="$E$22"\\

SolverAdd CellRef:="$D$31", Relation:=3, formulaText:="$D$30"\\
SolverAdd CellRef:="$D$35", Relation:=3, formulaText:="$D$34"\\
\\
'ajout de la contrainte sur les pentes entre 50 et 61 ans\\
SolverAdd CellRef:="$H$16", Relation:=3, formulaText:="$H$14"\\
'SolverAdd CellRef:="$H$18", Relation:=3, formulaText:="$H$16"\\

SolverAdd CellRef:="$C$15", Relation:=3, formulaText:="$C$17"\\
'SolverAdd CellRef:="$C$17", Relation:=3, formulaText:="$C$19"\\

```

```
SolverAdd CellRef:="$D$31", Relation:=2, formulaText:="$E$31"\\
'SolverAdd CellRef:="$D$35", Relation:=2, formulaText:="$E$35"\\

SolverAdd CellRef:="$F$31", Relation:=1, formulaText:="$G$31"\\

SolverSolve userfinish:=True\\

'Copier les données au bon endroit\\
Range("C4").Select\\
Selection.Copy\\
Range("Q4").Offset(0, i).Select\\
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks \_\\
:=False, Transpose:=False\\

Range("D26:D46").Select\\
Selection.Copyv\\
Range("Q5").Offset(0, i).Select\\
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks \_\\
:=False, Transpose:=False\\

Range("D49:D56").Selectv
Application.CutCopyMode = False\\
Selection.Copy\\
Range("Q28").Offset(0, i).Select\\
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks \_\\
:=False, Transpose:=False\\

Range("C14:C23").Select\\
Application.CutCopyMode = False\\
Selection.Copy\\
Range("Q37").Offset(0, i).Select\\
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks \_\\
:=False, Transpose:=False\\
\\
Range("C6:C11").Select\\
Selection.Copy\\
Range("Q49").Offset(0, i).Select\\
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks \_\\
:=False, Transpose:=False\\

Next i\\

Application.ScreenUpdating = True\\

End Sub\\
```