



**Mémoire présenté  
devant l'Institut de Science Financière et d'Assurances  
pour l'obtention  
du diplôme d'Actuaire de l'Université de Lyon**

**le 30/09/2011**

Par : Laëtitia TAYOU

Titre: Impact d'hypothèses de mortalité dynamique pour un portefeuille de retraite

Confidentialité :  NON  OUI (Durée :  1 an  2 ans)

*Membre du jury de l'Institut des Actuaires*

M. Frédéric PLANCHET

*Entreprise :*

GENERALI

*Membres du jury I.S.F.A.*

M. Jean Claude AUGROS

M. Alexis BIENVENÛE

M. Areski COUSIN

Mme Diana DOROBANTU

Mme Anne EYRAUD-LOISEL

M. Nicolas LEBOISNE

M. Stéphane LOISEL

Mlle Esterina MASIELLO

Mme Véronique MAUME-DESCHAMPS

M. Frédéric PLANCHET

M. François QUITTARD-PINON

Mme Béatrice REY-FOURNIER

M. Christian-Yann ROBERT

M. Didier RULLIERE

*Directeur de mémoire en entreprise :*

M. Luca de DOMINICIS/M. F. CHAUMEL

*Invité :*

M. François CHAUMEL

***Autorisation 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

*Secrétariat*

Mme Marie-Claude MOUCHON

*Bibliothèque :*

Mme Michèle SONNIER

**Mots clés :** espérance de vie, table de mortalité, risque de longévité, retraite, coût de la rente, pertes techniques

## Résumé

Le risque de longévité est un paramètre essentiel à prendre en compte dans le cadre de rente viagère.

En effet, l'assureur adapte son tarif et ses provisions en fonction de l'espérance de vie prévue par les tables de mortalité qu'il utilise. Or les études récentes d'organismes de statistiques, tels que l'INSEE, montrent que l'espérance de vie va continuer à croître. Ceci est notamment dû à un ralentissement de la mortalité chez les personnes âgées qui constituent la première clientèle des rentes viagères.

Ainsi, nous avons tout d'abord analysé les études effectuées par les organismes de statistiques. Nous avons choisi de nous focaliser sur les deux derniers travaux de l'INSEE de 2002 et 2006. Par la suite, nous avons étudié les différentes tables réglementaires utilisées par les assureurs afin de juger de la prudence de celles-ci. Nous nous sommes enfin concentrés sur les dernières tables réglementaires TGF05 et TGH05. Nous avons montré que les gains d'espérance de vie à 60 ans proposés par ces tables coïncident avec l'étude de 2002 de l'INSEE. Cependant, l'INSEE a publié une étude plus récente en 2006.

Ce mémoire a pour but de prendre en compte les évolutions d'espérance de vie à 60 ans prévues par les études récentes des organismes de statistique, notamment l'INSEE, et d'introduire cette évolution dans les tables réglementaires actuelles (TGF05 & TGH05). Après modification de ces tables, nous étudions l'impact sur le coût de la rente et sur les pertes techniques de l'assureur.

**Key words:** life expectancy, mortality table, longevity risk, pension, life annuity cost, technical profit and loss

## Abstract

Longevity risk has to be taken into account very precisely when it comes to life annuities.

Indeed, the insurer adjusts premiums and reserves, depending on retired people life expectancy, that is anticipated by mortality tables. Yet, new studies of statistical agencies, such as INSEE, have shown that life expectancy will continue to rise. This is partly due to the decrease in the mortality of aged people. Those are the main clients of life annuities.

Thus, we have first analyzed the studies that have been carried out by statistical agencies. We have decided to focus on the last two studies made by INSEE in 2002 and 2006. Then we have analyzed the different regulatory tables used by insurers in order to judge if they are provident enough. Finally, we have concentrated on the last regulatory mortality tables TGF05 and TGH05. We have shown that the gains in sixty-year-old life expectancy are consistent with the 2002 INSEE study. However, INSEE has published new studies in 2006.

This paper aims at taking into account the life expectancy evolution of sixty-year-old people that is foreseen by the studies of new statistical agencies, more particularly by INSEE. Then, we will insert this evolution in the current regulatory mortality tables (TGF05 & TGH05). Once we change the evolution of the mortality in these tables, we will focus on the impact on life annuity cost and on technical profit and loss.

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Luca de Dominicis et François Chaumel pour leur pédagogie, leur professionnalisme et pour tous les conseils qu'ils m'ont prodigués pour mener à bien ce mémoire.

Je remercie toute l'équipe de la Direction Financière avec qui j'ai eu le privilège de travailler pendant plus d'un an sur des sujets très formateurs.

Je tiens également à remercier l'ISFA pour ces trois années d'enseignement de qualité et plus particulièrement Nicolas LEBOISNE, tuteur de ce mémoire, et Frédéric PLANCHET, pour leur suivi et leurs conseils.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont soutenue et aidée dans la réalisation de ce mémoire.

# Sommaire

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>6</b>
<b>CHAPITRE 1 RECENSEMENT DES ÉTUDES SUR L'ÉVOLUTION DE L'ESPÉRANCE DE VIE EN FRANCE.....</b>	<b>7</b>
1 LES TENDANCES PASSÉES EN FRANCE.....	7
1.1 Avant le 17e siècle.....	7
1.2 A partir du milieu de l'Ancien Régime.....	8
1.3 Comparaison avec les tendances passées au sein des pays développés.....	14
2 ANALYSE DE L'ÉVOLUTION RÉCENTE DE L'ESPÉRANCE DE VIE EN FRANCE.....	17
3 LES PROJECTIONS DE L'ESPÉRANCE DE VIE.....	18
3.1 Les scénarii d'espérance de vie future en France proposés par l'INSEE.....	19
3.1.1 Projections réalisées en 2002.....	20
3.1.1.1 Scénario central.....	20
3.1.1.2 Mortalité haute, espérance de vie basse.....	21
3.1.1.3 Mortalité basse, espérance de vie haute.....	21
3.1.2 Projections réalisées en 2006.....	22
3.1.2.1 Scénario central.....	23
3.1.2.2 Mortalité haute, espérance de vie basse.....	24
3.1.2.3 Mortalité basse, espérance de vie haute.....	24
3.2 Les scénarii d'espérance de vie future en France proposés par Eurostat.....	27
3.3 Les conséquences.....	28
3.4 Comparaison avec les projections des autres pays.....	30
3.5 Les hypothèses de projections du Conseil d'Orientation des Retraites.....	33
<b>CHAPITRE 2 ANALYSE CRITIQUE DES TABLES DE MORTALITÉ RÉGLEMENTAIRES.....</b>	<b>35</b>
1 OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	35
2 ÉTUDE DES DIFFÉRENTES TABLES DE MORTALITÉ RÉGLEMENTAIRES UTILISÉES.....	36
2.1 Tables du moment.....	36
2.2 Tables de mortalité par génération.....	39
2.2.1 Différence entre l'approche longitudinale et transversale de la mortalité.....	39
2.2.2 Table TPG 1993.....	42
2.2.2.1 Approche transversale.....	42
2.2.2.2 Approche longitudinale.....	43
2.2.3 Table TGF05 pour les femmes.....	45
2.2.3.1 Approche transversale.....	45
2.2.3.2 Approche longitudinale.....	46
2.2.4 Table TGH05 pour les hommes.....	47
2.2.4.1 Approche transversale.....	47
2.2.4.2 Approche longitudinale.....	48
3 DÉCALAGE DES TABLES RÉGLEMENTAIRES PROSPECTIVES TGF05 ET TGH05.....	51
3.1 Description de la méthode de décalage.....	52
3.2 Validité de la méthode.....	58
3.2.1 Décalage suivant le scénario central de l'INSEE.....	58
3.2.1.1 Etude des quotients de mortalité.....	58
3.2.1.2 Comportement aux âges supérieurs à 60 ans.....	60
3.2.2 Décalage suivant le scénario haut de l'INSEE.....	61
3.2.2.1 Etude des quotients de mortalité.....	61
3.2.2.2 Lissage de la TGF05 décalage INSEE haut.....	64

3.2.2.3	Lissage de la TGH05 décalage INSEE haut .....	65
3.2.2.4	Comportement aux âges supérieurs à 60 ans.....	65
<b>CHAPITRE 3 RÉSULTATS ET APPLICATION À UN PORTEFEUILLE DE RENTES .....</b>		<b>67</b>
1	DESCRIPTION DU PORTEFEUILLE.....	68
2	RÉSULTATS OBTENUS AVEC LES TABLES RÉGLEMENTAIRES TGF05 ET TGH05.....	72
2.1	Calcul du capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente.....	72
2.2	Analyse des pertes techniques .....	75
2.3	Impact de la réversion.....	76
2.3.1	Sur le coût de la rente.....	76
2.3.2	Sur le résultat technique .....	79
3	SENSIBILITÉ DES RÉSULTATS À LA MORTALITÉ DÉCRITE PAR LES TABLES DÉCALÉES.....	80
3.1	Calcul du capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente.....	80
3.1.1	Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE.....	80
3.1.2	Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE .....	82
3.2	Impact sur le résultat technique .....	85
3.2.1	Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE.....	85
3.2.2	Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE.....	88
3.3	Impact de la réversion.....	91
3.3.1	Sur le coût de la rente.....	91
3.3.1.1	Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE.....	91
3.3.1.2	Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE.....	92
3.3.2	Sur le résultat technique .....	93
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>		<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>		<b>97</b>
<b>ANNEXES .....</b>		<b>99</b>
1	LES DIFFÉRENTES VISIONS SUR L'ESPÉRANCE DE VIE FUTURE.....	99
1.1	La vision pessimiste.....	99
1.2	La vision optimiste .....	100
2	PROJECTIONS 2005-2050 DE L'INSEE.....	102
3	MÉTHODE DE CONSTRUCTION DES TABLES TGF05 & TGH05 .....	103
4	DÉCALAGE DES TABLES TGF05 ET TGH05 : COEFFICIENTS $\lambda^t$ ET ESPÉRANCE DE VIE À 60 ANS.....	105
4.1	Décalage selon le scénario central de l'INSEE.....	105
4.1.1	Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGF05.....	105
4.1.2	Table TGF05 décalage INSEE central : espérance de vie à 60 ans.....	106
4.1.3	Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGH05.....	109
4.1.4	Table TGH05 décalage INSEE central : espérance de vie à 60 ans.....	110
4.2	Décalage selon le scénario haut de l'INSEE.....	113
4.2.1	Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGF05.....	113
4.2.2	Table TGF05 décalage INSEE haut : espérance de vie à 60 ans.....	114
4.2.3	Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGH05.....	117
4.2.4	Table TGH05 décalage INSEE haut : espérance de vie à 60 ans.....	118
5	DÉCALAGE DES TABLES TGF05 ET TGH05 : ÉTUDE DES QUOTIENTS DE MORTALITÉ .....	121
5.1	Décalage selon le scénario central de l'INSEE.....	121
5.1.1	TGF05 décalage INSEE central : $q_{x+1} - q_x$ .....	121
5.1.2	TGH05 décalage INSEE central : $q_{x+1} - q_x$ .....	122
5.2	Décalage selon le scénario haut de l'INSEE.....	123
5.2.1	TGF05 décalage INSEE haut : $q_{x+1} - q_x$ : table lissée .....	123
5.2.2	Graphique quotients de mortalité de la table TGF05 décalage INSEE haut (lissée).....	124
5.2.3	Cohérence par rapport aux espérances de vie à atteindre.....	126
5.2.4	TGH05 décalage INSEE haut : $q_{x+1} - q_x$ : table lissée .....	129
5.2.5	Graphique quotients de mortalité de la table TGH05 décalage INSEE haut (lissée).....	130
5.2.6	Cohérence par rapport aux espérances de vie à atteindre.....	132
6	FORMULE DES PROVISIONS MATHÉMATIQUES.....	135

# Introduction générale

L'allongement de la durée de vie touche surtout les pays dits développés dont fait partie la France. En assurance vie, ce phénomène est non négligeable puisqu'il peut constituer un risque nommé risque de longévité. Au sens commun, la longévité correspond à la durée de vie. Le risque de longévité correspond ainsi au risque que les assurés vivent plus longtemps que prévu.

Un tel risque est présent dans les produits d'assurance tels que les produits de rentes viagères. En effet, l'assureur s'engage sur un très long terme puisqu'il garantit des revenus périodiques jusqu'au décès du ou des bénéficiaires au contrat. Or, si la mortalité ne reflète pas la survie des rentiers, l'assureur devra faire face à des pertes techniques qui peuvent être importantes. Par ailleurs, l'engagement s'étalant sur une période viagère, les tables de mortalité utilisées peuvent sembler d'autant plus incertaines.

Les études effectuées par les organismes de statistiques<sup>(1)</sup> sur l'évolution de l'espérance de vie en France montrent que celle-ci ne cesse d'augmenter et désormais, cette augmentation n'est plus due à la baisse de la mortalité infantile, comme auparavant, mais elle tient désormais au recul de la mortalité des personnes âgées. Or ce sont bien ces assurés potentiels qui constituent la clientèle des rentes viagères.

Ainsi, pour évaluer la mortalité future de la population retraitée en France, nous allons nous intéresser aux chiffres de mortalité relatifs à la France proposés par ces organismes<sup>(1)</sup>, qu'il s'agisse de chiffres passés, actuels ou de chiffres projetés. Nous allons également nous pencher sur les données d'autres pays développés en guise de comparaison. En effet, les populations de ces pays ont des comportements de plus en plus semblables, entraînant une convergence au niveau des espérances de vie.

Le but de ce mémoire est d'effectuer une analyse critique des tables réglementaires, notamment des dernières en vigueur : TGF05 et TGH05. Pour ce faire, nous allons dans un premier temps analyser les différentes études et scénarii sur la mortalité passée, présente et future proposés par divers organismes de statistiques et démographes. Cette analyse va nous permettre par la suite de créer de nouvelles tables d'expérience « TGF05 et TGH05 actualisées » en fonction de l'étude préalable. Nous nous pencherons enfin sur l'impact de ces modifications sur le coût de la rente et les pertes techniques de l'assureur.

<sup>(1)</sup> *Il s'agit notamment de l'INSEE et d'Eurostat.*

# CHAPITRE 1 Recensement des études sur l'évolution de l'espérance de vie en France

L'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) définit l'**espérance de vie à l'âge  $x$**  comme le « nombre moyen d'année restant à vivre au-delà de l'âge  $x$  (ou durée de survie moyenne à l'âge  $x$ ) dans les conditions de mortalité par âge de l'année considérée ».

## 1 Les tendances passées en France

Les méthodes actuelles permettant de projeter l'espérance de vie future reposent essentiellement sur l'extrapolation des tendances passées, c'est à dire qu'elles se basent sur des paramètres passés de modèles de mortalité tels que les quotients de mortalité. Ainsi, l'**INED** (Institut National d'Etudes Démographiques), l'**INSEE** (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques), **Eurostat** (Office Statistique des Communautés Européennes), etc.... ont observé l'évolution de l'espérance de vie afin d'en estimer les tendances futures.

### 1.1 Avant le 17<sup>e</sup> siècle

Les démographes possèdent très peu de données pour évaluer l'espérance de vie à la naissance des individus. En effet, les informations sur les âges au décès dont ils disposent sont issues des cimetières. L'estimation de l'âge au décès à cette époque se fait grâce à l'examen du squelette. Le squelette du sujet est comparé à un ensemble de squelettes récents de référence, dont on connaît le sexe et l'âge au décès. On obtient ainsi la répartition des âges au décès dans la population. Ces études sont très approximatives puisqu'on suppose que la population inhumée correspond à la population locale, ce qui n'est pas toujours vrai. Par ailleurs, celles-ci révèlent des erreurs dues à une méconnaissance du vieillissement du squelette : la longévité des femmes et la population âgée a donc été sous-estimée.

Par conséquent, compte tenu de ces différentes sources d'erreur, un âge moyen au décès a été appliqué à chaque individu. Cette méthode a été appliquée à une sépulture collective situé dans la Marne et datant de 2000 avant Jésus Christ. Elle indique que l'espérance de vie à 20 ans était de

l'ordre de 30 à 35 ans, soit une valeur proche de celle des habitants de la même région au 18<sup>e</sup> siècle. L'espérance de vie n'aurait donc pas augmenté entre ces 2 périodes. Il convient toutefois de rester prudent. En effet, si on ne compte pas les enfants, le nombre de squelette restant est largement diminué. Par ailleurs les démographes ne savent pas si toute la population avait accès au tombeau collectif. Enfin il reste des incertitudes sur les conditions économiques et sociales de cette période: les inhumations ont-elles eu lieu durant une période de prospérité ou une période de déclin due aux maladies... ?

Nous retiendrons que durant cette période, la mortalité était élevée chez les personnes âgées (plus de 60 ans) et chez les très jeunes enfants. Par ailleurs, la démographie des 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles se rapproche de celle des périodes les plus anciennes.

## **1.2 A partir du milieu de l'Ancien Régime**

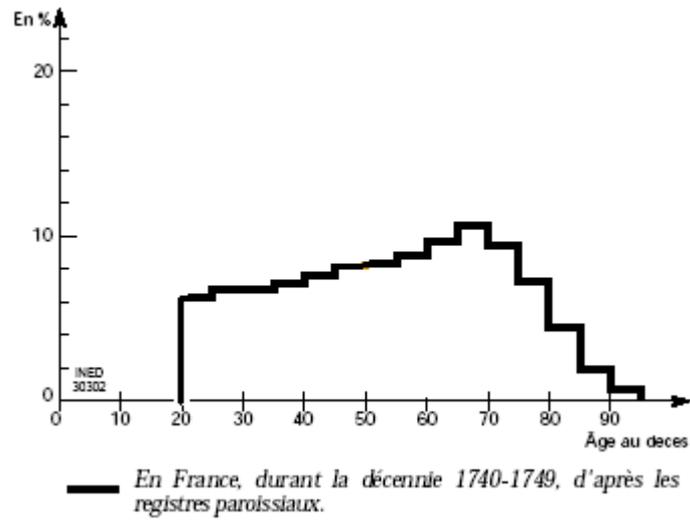
L'INED a pu évaluer l'évolution de l'espérance de vie sur la période 1740-2005 grâce à l'enquête de démographie historique lancée par Louis Henry à la fin des années 1950 et à la reconstitution des tables de mortalité françaises du 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècle effectuée par Jacques Vallin et France Meslé, chercheurs à l'INED, que l'on peut retrouver dans « *Tables de mortalité françaises pour les XIXe et XXe siècles et projections pour le XXIe siècle* », France Meslé & Jacques Vallin.

Durant l'Ancien Régime, les curés consignaient les baptêmes, les mariages et les sépultures dans les registres paroissiaux. C'est à partir de ceux-ci que la mortalité a pu être connue des démographes. Ces registres datent du 15<sup>e</sup> siècle, date à laquelle ils sont très peu nombreux. Ce n'est qu'à partir d'une ordonnance royale de 1667 que ceux-ci se sont généralisés. Les démographes ont ainsi commencé à les exploiter depuis 50 ans, ceci dans le but de reconstituer la natalité et la mortalité de l'époque. Ils ont en donc conclu que l'âge moyen au décès aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles était de l'ordre de 25 ans. Il est cependant fréquent de mal interpréter cet indicateur. En effet, la plupart des gens ne mourraient pas à 25 ans, mais la mortalité infantile à cette époque était très importante.

La mortalité infantile désigne le décès d'enfants de moins de 1 an. D'après Claude Masset, dans « *A quel âge mouraient nos ancêtres* », durant cette période, bien qu'il y eut plus de naissances qu'aujourd'hui, au moins un nourrisson sur quatre n'atteignait pas l'âge d'un an. Par ailleurs, après la première année, la mortalité diminuait assez rapidement, mais à 11 ans la moitié des enfants avaient disparu, c'est à dire bien avant d'avoir atteint l'âge adulte. En revanche, ceux qui avaient réussi à

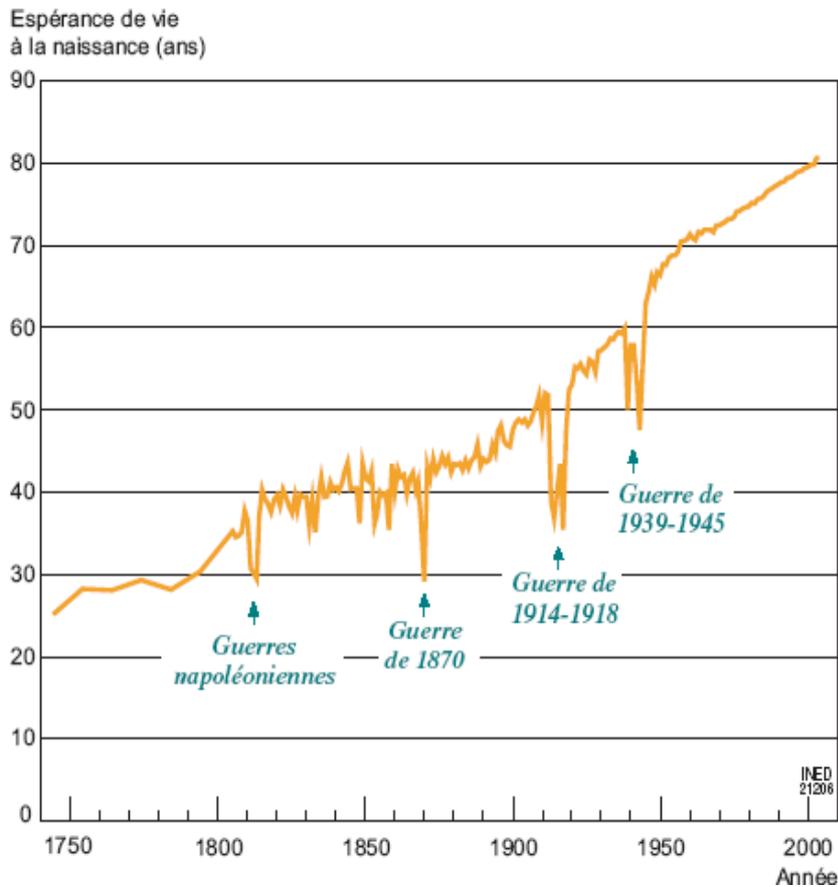
survivre jusqu'à l'âge de 20 ans, mourraient en moyenne à l'âge de 55 ans; l'espérance de vie à 20 ans était donc de 35 ans. Un adulte sur deux approchait la soixantaine et une portion importante dépassait les 60 ans.

**Figure 1 : Répartition des décès d'adultes par groupes d'âges quinquennaux**



Pour une meilleure interprétation des graphiques, Il est donc important de tenir compte des paramètres qui vont influencer sur les chiffres d'espérance de vie à la naissance.

**Figure 2 : Evolution de l'espérance de vie à la naissance en France de 1740 à 2005**



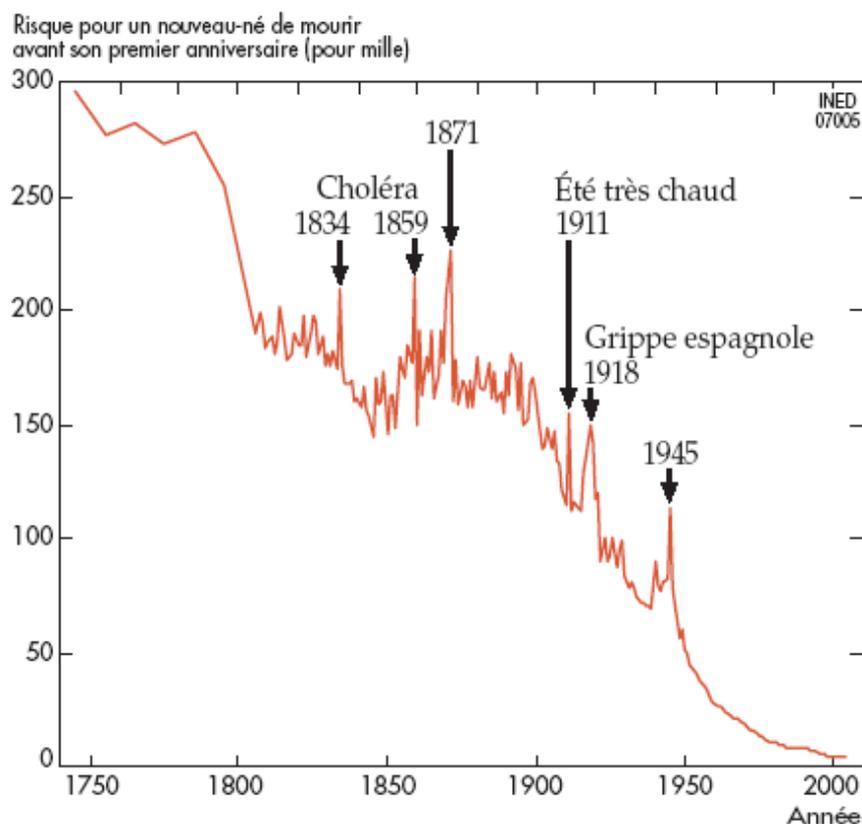
Source INED 2006

L'espérance de vie est exprimée en année. Ici, les deux sexes ont été confondus car il convient de s'intéresser à l'évolution de l'espérance de vie de manière générale. Les espérances de vie depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle sont des espérances de vie estimées : à partir du nombre de décès chaque année, distribué par âge, tel que les fournit l'état civil, et l'effectif de la population chaque année, distribué également par âge, tel qu'estimé à partir des recensements, on estime l'espérance

de vie chaque année via le calcul 
$$e_0 = 0,5 + \frac{\sum_{k \geq 0} d_k \times k}{l_0}$$
 en supposant que la cohorte fictive

subit les mêmes risques de mortalité de l'année de référence. Pour la période la plus ancienne, les données viennent de l'enquête sur la France ancienne de Louis Henry tel qu'expliqué précédemment.

**Figure 3 : Evolution de la mortalité infantile en France de 1740 à 2004**

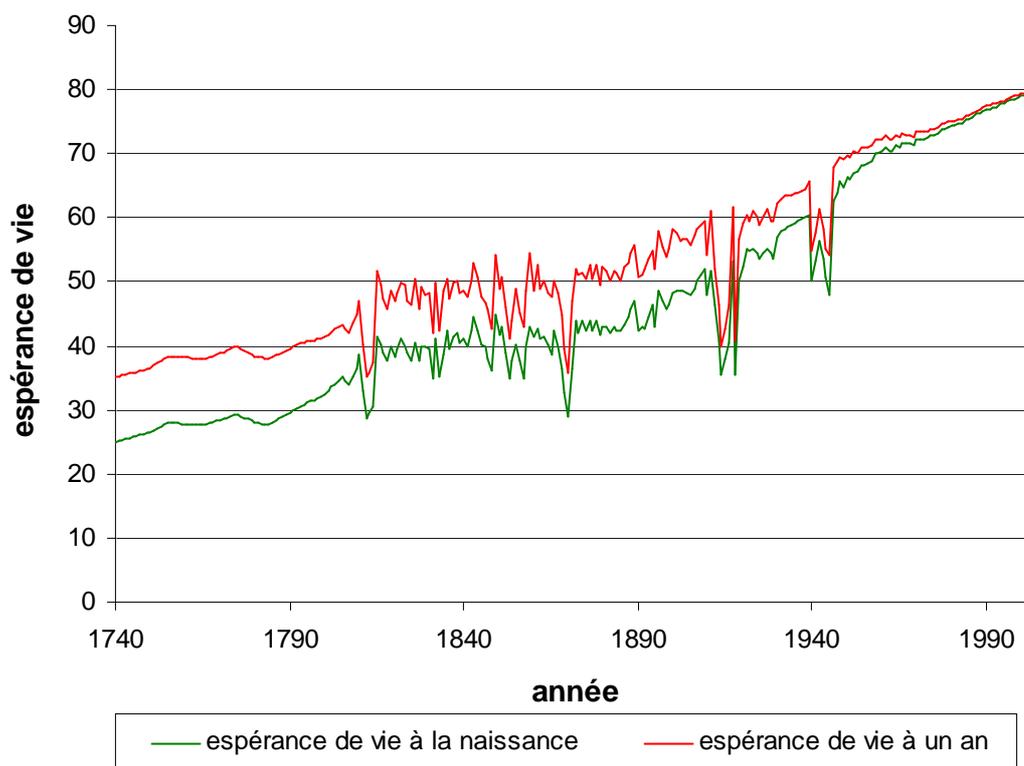


Source : INED 2005

Il convient d'exploiter les figures 2 et 3 pour comprendre de manière plus précise l'évolution de l'espérance de vie à la naissance en France.

Il semblerait, d'après la figure 2, qu'entre 1740 et 2005, l'être humain ait gagné en moyenne près de 60 ans en espérance de vie. En effet, l'espérance de vie à la naissance en 1740 est d'environ 25 ans mais ce chiffre est biaisé par le fort taux de mortalité infantile de l'époque (300 pour mille). Comme vu précédemment, les jeunes adultes atteignant l'âge de 20 ans pouvaient espérer vivre encore 35 ans, tel que l'affirme Claude Masset dans « *A quel âge mouraient nos ancêtres* ». Ainsi, pour avoir une vision plus pertinente de l'évolution de l'espérance de vie, nous allons gommer l'impact de la mortalité infantile. Pour ce faire, nous allons retraiter la mortalité infantile de l'espérance de vie à la naissance. Nous obtenons donc l'espérance de vie à un an.

**Figure 4 : Evolution de l'espérance de vie en France de 1740 à 2005**



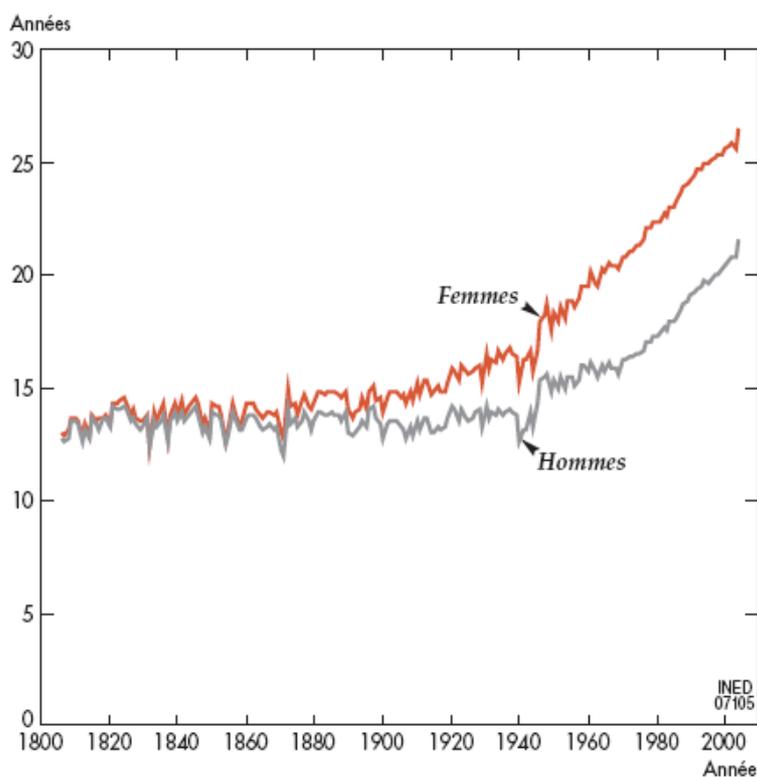
Entre 1740 et 1900, la différence entre l'espérance de vie à la naissance et l'espérance de vie à un an est d'environ 10 ans. Cette différence décroît ensuite au fil des années. Depuis le 20<sup>e</sup> siècle, la mortalité infantile atteint des niveaux très bas : l'espérance de vie à la naissance et l'espérance de vie à un an sont quasi identiques. On peut donc considérer que la mortalité infantile n'est plus un paramètre qui influe sur l'espérance de vie à la naissance.

L'évolution de l'espérance de vie en France entre 1740 et 2005 n'est pas linéaire. En effet, celle-ci a fortement augmenté aux alentours de 1800, grâce au recul de la mortalité infantile, en partie due à la vaccination contre la variole : le risque pour un nouveau-né de mourir dans sa première année passe de 300 pour mille à environ 185 pour mille en 50 ans. L'espérance de vie stagne au milieu du 19<sup>e</sup> siècle. Ceci est en effet dû à une remontée de la mortalité infantile liée au choléra, à l'urbanisation et à l'industrialisation qui ont des effets néfastes sur les conditions de vie des enfants. L'espérance de vie augmente à partir de la fin du 19<sup>e</sup> siècle grâce aux progrès de l'hygiène de vie et de la médecine liés à la révolution pasteurienne et aussi à la mise en place des premières politiques de protection de la petite enfance. Les premiers bénéficiaires de ces changements sont les enfants, dont la mortalité diminue effectivement comme le montre la figure 3. Durant le 20<sup>e</sup> siècle, l'espérance de vie augmente de manière plus significative, bien que ces progrès

fussent interrompus par les deux guerres mondiales. La mortalité infantile est en effet plus faible : 15 % des enfants nés en 1900 meurent avant un an, 5 % de ceux nés en 1950 et 0,4% de ceux nés en 2000. Ainsi, la mortalité infantile au 20<sup>e</sup> siècle ne représente qu'une petite part de la mortalité, et on peut donc considérer qu'elle a un effet minime sur l'espérance de vie à la naissance.

Nous pouvons désormais penser que l'espérance de vie au 20<sup>e</sup> siècle progresse grâce à une diminution de la mortalité adulte, et plus particulièrement aux âges élevés : c'est ce qu'affirme par ailleurs Gilles PISON dans « *France 2004 : l'espérance de vie franchit le seuil de 80 ans* ». Ces progrès sont récents tel que le confirme le graphique suivant :

**Figure 5 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans en France de 1806 à 2004**



Source: INED 2005

On remarque que de 1806 à 1945, l'espérance de vie à 60 ans des hommes reste à peu près stable: environ 13 ans. Celle des femmes progresse légèrement passant de 13 ans à 16 ans environ. Ce n'est qu'après la fin de la seconde guerre mondiale que cette espérance de vie augmente à la fois pour les hommes et les femmes, bien que de manière plus significative pour les femmes, creusant l'écart d'espérance de vie entre les deux sexes. Chez les hommes, celle-ci atteint 21,5 ans en 2004, chez les femmes, elle est de 26,5 ans en 2004.

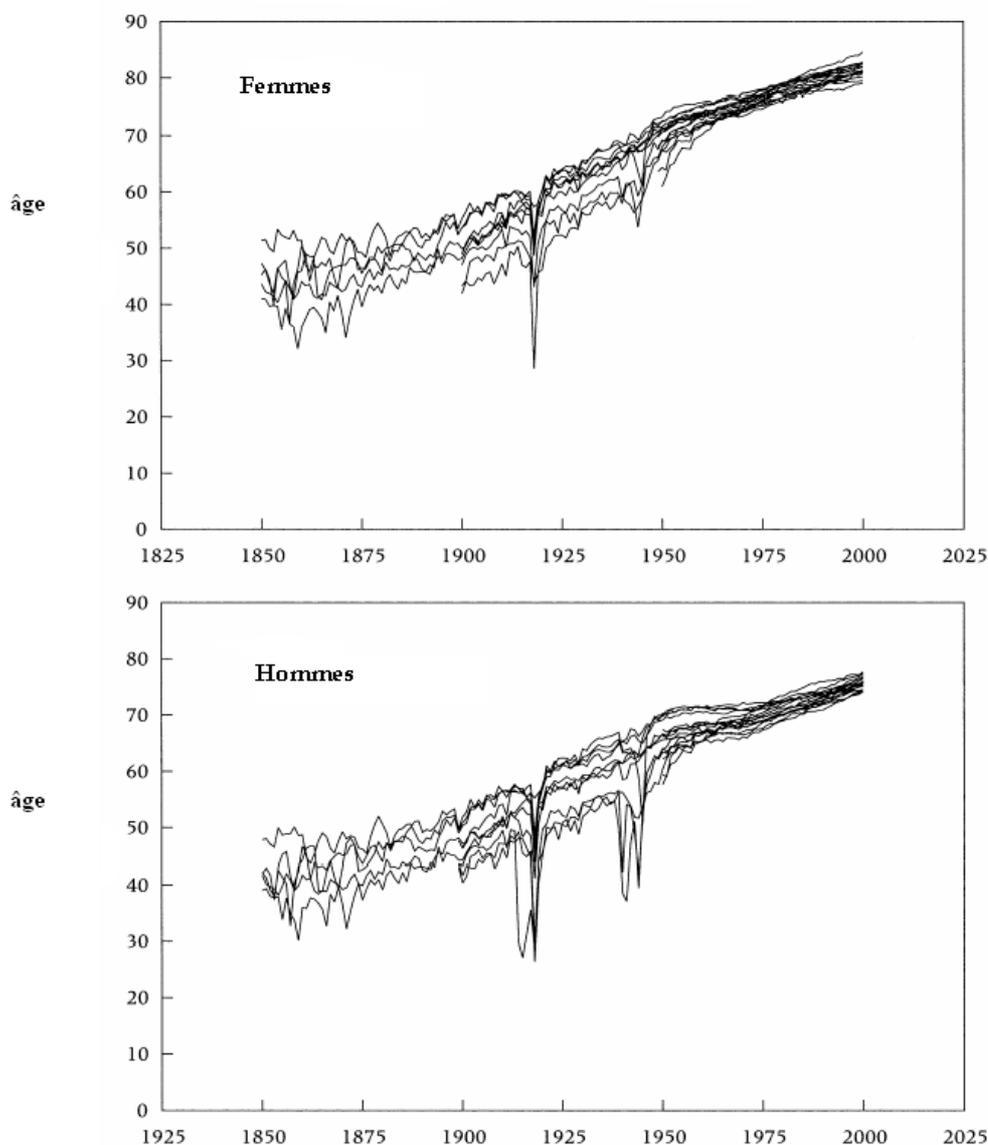
Cependant, selon France Meslé, dans « *Progrès récents de l'espérance de vie en France* », les hommes commencent à combler une partie de leur retard et la hausse de l'espérance de vie s'explique par les progrès dans la médecine permettant de lutter contre les maladies cardiovasculaires et les cancers.

L'espérance de vie à la naissance en France est de **76,8 ans pour les hommes et 83,7 ans pour les femmes en 2005**. La mortalité infantile est quant à elle faible de nos jours.

### **1.3 Comparaison avec les tendances passées au sein des pays développés**

D'autres organismes estiment qu'il peut être judicieux de s'intéresser à un groupe de pays ayant des modes de vie et des caractéristiques de niveau de vie similaires. C'est le cas du *Policy Research Division at the Population Council* : John Bongaarts, démographe et vice président de l'organisme, s'est intéressé à une approche plus globale pour évaluer l'évolution de la mortalité. Il a observé les évolutions de l'espérance de vie à la naissance de 16 pays développés, à hauts revenus : Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Royaume-Uni, Finlande, France, Italie, Japon, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Norvège, Espagne, Suède, Suisse et enfin les Etats-Unis.

**Figure 6 : Espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes dans 16 pays développés entre 1850 et 2000.**



Source : Human Mortality Database 2001

Pour les hommes et les femmes, la tendance est à la hausse, bien qu'en moyenne, les hommes vivent un peu moins longtemps que les femmes. Les cassures les plus significatives sont dues à l'épidémie généralisée de grippe en 1918-1919 et aux deux guerres mondiales. Les différences entre ces pays se sont atténuées au fil des années, les espérances de vie se rapprochant de la moyenne du groupe. Selon John Bongaarts, dans « *How long will we live* », cette convergence au sein de ce groupe s'explique par des conditions de vie qui deviennent similaires dans les pays développés, accompagnées d'une amélioration des soins médicaux. Ainsi, l'espérance de vie moyenne du groupe est de 81,5 ans pour les femmes et de 75,8 ans pour les hommes en 2000.

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) donne également des statistiques globales de démographie. L'organisme a mis en évidence que les pays de l'OCDE sont caractérisés par un accroissement de la longévité, conséquence de la réduction significative des taux de mortalité aux âges élevés. Les pays où l'espérance de vie est la plus grande sont le Japon, la France, l'Australie, le Canada, la Suisse et les pays nordiques. L'augmentation de l'espérance de vie est généralement plus marquée pour les femmes.

Les statistiques révèlent une hétérogénéité entre les pays : les gains d'espérance de vie ont été relativement modestes dans des pays comme la Hongrie, la République Tchèque et la Pologne. En effet, ces pays sont dans une phase de transition. Par contraste, le Japon, pays où l'espérance de vie est l'une des plus élevée, enregistre les gains les plus importants. Toutefois, au sein de l'Union Européenne, le processus de vieillissement semble suivre une évolution convergente et la France fait partie des pays européens qui enregistrent les niveaux d'espérance de vie à la naissance les plus élevés. On peut donc penser que pour le futur, en France, les âges au décès vont se concentrer vers des niveaux plus élevés, à l'image du Japon.

## 2 Analyse de l'évolution récente de l'espérance de vie en France

Depuis plusieurs années, l'espérance de vie ne cesse d'augmenter. Pourtant, si l'on prête plus attention à la figure 6, nous pouvons remarquer que l'espérance de vie des femmes augmente de manière moins significative depuis les années 1950. De même l'espérance de vie des hommes se stabilise ces dernières années. Ceci est confirmé par des chiffres récents de l'INSEE.

**Tableau 1 : Espérance de vie estimée des hommes et des femmes en France**

Année	Hommes					Femmes				
	0 an	1 an	20 ans	40 ans	60 ans	0 an	1 an	20 ans	40 ans	60 ans
1980	70,2	70,0	51,8	33,3	17,3	78,4	78,1	59,6	40,3	22,4
1985	71,2	70,9	52,5	34,0	17,9	79,4	79,0	60,4	41,1	23,0
1990	72,7	72,4	53,9	35,5	19,0	80,9	80,4	61,8	42,4	24,2
1995	73,9	73,3	54,9	36,4	19,7	81,9	81,2	62,5	43,2	24,9
1996	74,1	73,5	54,9	36,4	19,7	82,0	81,4	62,6	43,3	25,0
1997	74,5	73,9	55,4	36,7	19,9	82,3	81,6	62,9	43,5	25,2
1998	74,7	74,1	55,5	36,8	20,0	82,4	81,7	63,0	43,6	25,3
2000	75,3	74,6	56,0	37,2	20,4	82,8	82,1	63,3	43,9	25,6
2001	75,5	74,8	56,2	37,4	20,6	82,9	82,2	63,5	44,0	25,7
2002	75,8	75,1	56,4	37,6	20,8	83,0	82,3	63,5	44,1	25,8
2003	75,9	75,2	56,5	37,6	20,8	82,9	82,2	63,4	43,9	25,6
2004	76,8	76,0	57,4	38,4	21,5	83,8	83,1	64,3	44,8	26,5
2005	76,8	76,0	57,4	38,4	21,4	83,7	83,0	64,2	44,7	26,3
2006 (p)	77,1	76,5	57,8	38,8	21,8	84,2	83,5	64,7	45,1	26,7
2007 (p)	77,4	76,7	58,0	39,0	21,9	84,4	83,7	64,8	45,3	26,9
2008 (p)	77,5	76,8	58,1	39,1	22,0	84,3	83,6	64,8	45,3	26,9

(p) résultats provisoires à fin 2008, seront définitifs lors des résultats du prochain recensement.

Lecture : en 2008, l'espérance de vie des hommes de 60 ans est de 22 ans. Ce chiffre représente le nombre moyen d'années à vivre des hommes de 60 ans avec des conditions de mortalité observées en 2008

Source : Insee, estimations de population et statistiques de l'état civil d'après le bilan démographique de 2008

On voit que les gains d'espérance de vie en 2008 sont quasiment nuls. Pourtant, nous ne pouvons prédire si cette stagnation est définitive ou passagère, d'autant que les chiffres des dernières années sont provisoires.

### 3 Les projections de l'espérance de vie.

Une projection démographique est une estimation chiffrée de données futures.

Il existe deux opinions, l'une optimiste l'autre non, quant à l'évolution future de l'espérance de vie (annexe 1). La confrontation entre ces deux visions révèle de nombreuses incertitudes. Toutefois, il en ressort que la baisse de la mortalité et les gains d'espérance de vie ont souvent été sous estimés.

Désormais, la majorité des démographes s'accordent à dire que l'augmentation de l'espérance de vie va se poursuivre à un niveau élevé. Cependant il reste encore des interrogations concernant la prise en compte de certains facteurs tels que :

- la consommation de tabac et d'alcool chez les hommes et les femmes, consommation qui est différente selon le sexe.
- la montée de la précarité sociale et ses risques associés.
- l'impact des progrès de la médecine et de la prise en charge des personnes âgées.

Actuellement, la longévité humaine est normée autour de 120 ans. Cette longévité dépasse d'environ 35 ans l'espérance de vie à la naissance en 2008 des femmes (**84,3 ans**) et d'environ 50 ans l'espérance de vie à la naissance des hommes (**77,5 ans**). Toutefois aujourd'hui, la moitié des femmes atteint et dépasse les 85 ans. Par ailleurs les différentes démarches visant à déterminer un âge biologique maximal ont toutes été contredites par les faits. En effet, depuis 1990, on enregistre au moins un cas vérifié de décès à l'âge de 115 ans. Par ailleurs le cas de Jeanne Calment, morte à 122 ans en 1995 montre que la limite extrême des 120 ans a été repoussée (« *Les centenaires en France, une prévision difficile* », France Meslé, Jacques Vallin). Selon France Meslé et Jacques Vallin, dans « *Vivre au-delà de 100 ans* », l'être humain pourrait vivre bien au delà des 120 ans grâce à de nouveaux progrès médicaux. Quoiqu'il en soit si un âge biologique maximal existe, celui-ci reste pour l'instant inconnu.

Ainsi, pour prendre en compte les différentes sources d'incertitude sur l'espérance de vie future, l'INSEE et Eurostat ont proposé 3 scénarii de projection de mortalité : un central, lequel est le plus utilisé, encadré par un scénario d'espérance de vie haute en lien avec la vision optimiste et un

scénario d'espérance de vie basse en lien avec la vision pessimiste. Ceci va permettre aux utilisateurs (tels que les démographes, les compagnies d'assurances....) d'avoir un panorama sur les différentes possibilités et par la suite de mesurer la sensibilité des résultats aux hypothèses démographiques. Les projections de l'INSEE et d'Eurostat sont dites « tendanciennes », c'est-à-dire qu'elles prolongent les évolutions passées. En ce sens, les facteurs qui sont à l'origine des évolutions passées vont avoir un même impact dans le futur.

L'INSEE a réalisé plusieurs projections, les plus récentes étant celles de 2002 et de 2006. Quant à Eurostat, ces dernières projections sont celles de 2000 et de 2006. Nous allons comparer les différences entre ces projections pour comprendre les facteurs qui ont influé sur ces évolutions.

### **3.1 Les scénarii d'espérance de vie future en France proposés par l'INSEE**

Les diverses projections de l'INSEE peuvent se retrouver dans les articles « *Projection de population 2005-2050. Vieillesse de la population en France métropolitaine* » et « *Projections de la population 2005-2050 pour la France métropolitaine, méthode et résultats* » d'Isabelle Robert-Bobee, ainsi que sur le site de l'INSEE.

Dans un premier temps, l'INSEE estime l'espérance de vie à la naissance chaque année de la manière suivante :

Une année  $n$  donnée, l'espérance de vie à la naissance est l'âge moyen au décès d'une génération fictive de personnes soumises à chaque âge aux risques de décès par âge observés cette année là.

$$E_0^n = \frac{\sum_{i=1}^{120} S^n(i)}{S(0)} \quad (\text{avec 120 ans, âge ultime retenu par l'INSEE.})$$

où  $S(i)$  est le nombre de survivants à l'âge  $i$  en début d'année. Par convention,  $S(0) = 10\,000$ .

Le nombre de survivants à chaque âge se déduit par récurrence :

$S^n(i) = S^n(i-1) \times (1 - q_{i-1}^n)$  avec  $i \geq 1$  et  $q_{i-1}^n$  est le quotient de décès à l'âge  $i-1$  (âge atteint dans l'année) observé l'année  $n$ .

De la même façon, on peut définir les espérances de vie à un âge  $x$  donné. C'est la moyenne des âges au décès des personnes encore survivantes à l'âge  $x$ , pour une génération fictive.

$$E_x^n = \frac{\sum_{i=x+1}^{120} S^n(i)}{S(x)}$$

L'INSEE va par la suite projeter ces estimations sur les années futures. Ces projections correspondent à un prolongement des tendances démographiques observées dans le passé en fonction d'hypothèses choisies. Par ailleurs, il n'est pas affecté à priori de probabilité aux scénarii démographiques retenus.

### 3.1.1 Projections réalisées en 2002

A partir de la population par sexe et âge au 1<sup>er</sup> janvier 2000, qui est une estimation basée sur le recensement de 1999, l'INSEE calcule le nombre de survivants au 1<sup>er</sup> janvier 2001 en affectant à chaque génération le risque de décéder projeté.

#### 3.1.1.1 Scénario central

Cette hypothèse retient la mortalité tendancielle : la baisse des quotients de mortalité par sexe et âge se poursuit selon le rythme observé au cours des trente dernières années. On suppose que pour un sexe et un âge donnés, les quotients de mortalité évoluent au cours du temps selon une loi exponentielle, dont les paramètres sont estimés sur la base des quotients de mortalité par sexe et par âge sur une période donnée.

A partir de la population par sexe et par âge au 1<sup>er</sup> janvier 2000, est calculé le nombre de survivants au 1<sup>er</sup> janvier 2001 en affectant à chaque génération le risque de décéder projeté. Le processus est alors renouvelé d'année en année jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier de l'horizon de projection.

La période de référence s'étend sur 30 ans : de 1967 à 1997. L'hypothèse suppose que la mortalité par sexe et par âge va continuer à décroître au même rythme que celui de la période de référence. Les quotients atteints en 2050 permettent de calculer **l'espérance de vie à la naissance** qui en découle : il s'agit du **nombre moyen d'années à vivre pour une génération fictive soumise durant toute sa vie aux risques de décès observés à chaque âge au cours d'une année donnée**. Ainsi, d'après les calculs de l'INSEE, l'espérance de vie à la naissance ou vie moyenne en **2050** est de

**84,3 ans** pour les **hommes** et de **91 ans** pour les **femmes**. L'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes passe de 7,6 ans en 1997 à 6,7 ans en 2050. Le gain d'espérance de vie à la naissance est d'environ **2 mois par an** c'est-à-dire un **an tous les 6 ans** soit 5,7 ans entre 2000 et 2040. Ce gain se concentre aux âges élevés.

Entre 2000 et 2050, l'espérance de vie à la naissance féminine augmenterait de 8,1 ans, l'espérance de vie à la naissance masculine augmenterait de 8,9 ans. La population des personnes âgées de plus de 60 ans va ainsi augmenter de 85 % entre 2000 et 2050.

### **3.1.1.2 Mortalité haute, espérance de vie basse**

Selon cette hypothèse, les progrès constatés au cours des trente dernières années sont ralentis à tous les âges. La prolongation tendancielle des quotients de mortalité semble trop optimiste et donne une vision erronée de la mortalité à l'horizon 2050. Par conséquent, la baisse tendancielle retenue dans l'hypothèse centrale ne va pas suivre son rythme initial. Au contraire, celle-ci va ralentir progressivement et ceci de façon différente selon le sexe.

Le rythme de baisse sera diminué de moitié pour les femmes et d'un peu moins d'un tiers pour les hommes. Ce décalage est dû aux gains très importants d'espérance de vie qu'ont connus les femmes au cours des années récentes. Les hommes rattraperaient donc une partie de leur retard. Ce scénario correspond aussi au fait que les français ont actuellement une longévité supérieure à la moyenne des autres européens. Cette avance tendrait donc à diminuer au cours des prochaines décennies. Finalement, avec cette hypothèse, le **gain** d'espérance de vie est d'**un mois et demi par an**, c'est-à-dire **1 an tous les 8 ans**, soit 4,8 ans entre 2000 et 2040, les gains se concentrant aux âges élevés.

### **3.1.1.3 Mortalité basse, espérance de vie haute**

Dans cette hypothèse, on incorpore au plus de 75 ans le rythme de baisse de mortalité observé depuis 30 ans entre 65 et 74 ans. Le principe est d'accélérer la baisse de la mortalité des personnes âgées de 75 ans et plus. En effet, cette hypothèse repose sur le fait que les gains d'espérance de vie les plus importants se produisent actuellement à des âges de plus en plus avancés. Il s'agit donc d'observer dans un premier temps les tendances passées de l'espérance de vie masculine et féminine. Pour les femmes, la baisse de la mortalité entre 60 et 75 ans s'est accélérée sur la période 1970-1979 ; la baisse de la mortalité entre 75 et 85 ans s'est accélérée sur la période 1980-1989. En ce qui concerne les hommes, la baisse de la mortalité entre 60 et 64 ans s'est

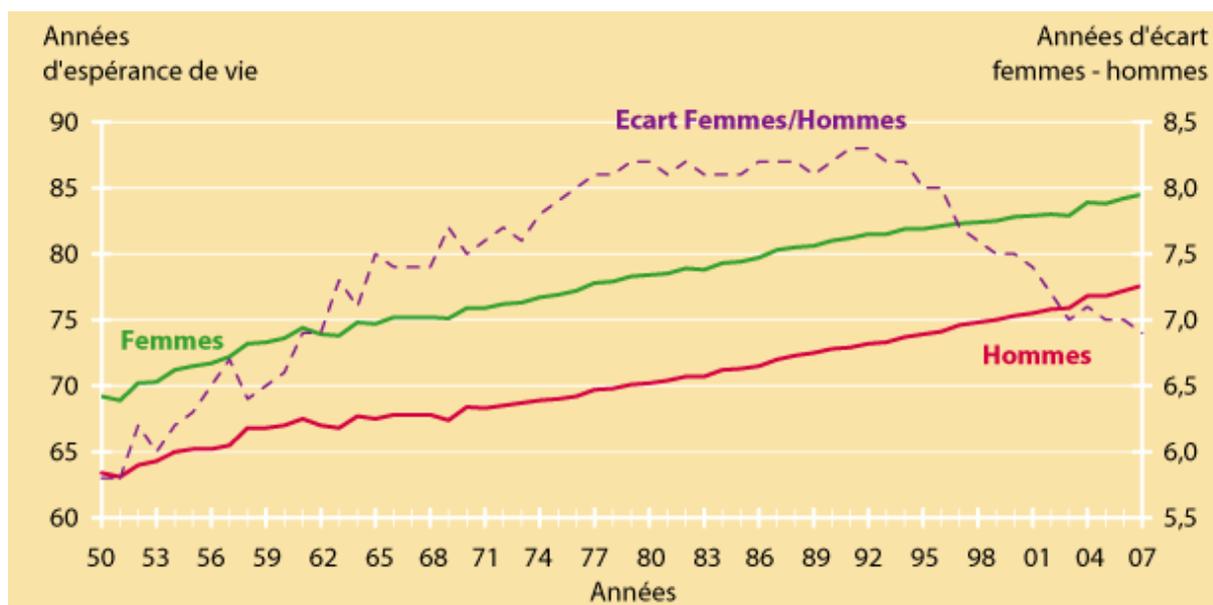
accélérée sur la période 1990-1997. On suppose que les progrès médicaux qui ont permis la baisse de la mortalité des 60-80 ans vont désormais profiter aux personnes d'âges élevés. L'INSEE affecte ainsi aux quotients de mortalité des 85 à 99 ans observés en 1999 le rythme de baisse des 75-89 ans de l'hypothèse centrale. Le **gain d'espérance de vie est de trois mois par an c'est-à-dire de 1 an tous les 4 ans** soit 7,1 ans entre 2000 et 2040, les gains se concentrant également aux âges élevés.

### 3.1.2 Projections réalisées en 2006

Les experts ont estimé, au regard des évolutions récentes, que les projections faites en 2002, et notamment celles pour les femmes, donnaient des âges trop élevés pour 2050. La date du 1<sup>er</sup> janvier 1999 était le point de départ des projections démographiques de 2002. Aujourd'hui, cette date de référence, correspondant au recensement de la population de 1999 semble trop ancienne. Grâce à de nouvelles données plus récentes, issues des enquêtes annuelles de recensement, de nouvelles hypothèses démographiques ont pu être mises en place, reposant sur une population connue au 1<sup>er</sup> janvier 2005. Il est en effet important de revoir les projections au cours des années afin de tenir compte des évolutions les plus récentes. Il sera dorénavant question de renouveler ces projections tous les 5 ans. Ainsi de nouvelles projections 2005-2050 ont été réalisées en 2006.

Différents experts démographes ont été interrogés. Ils proposent des niveaux d'espérance de vie à la naissance féminine pour 2050 inférieurs à ceux proposés en 2002 : entre 88 ans et 90,5 ans. Par ailleurs, l'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes continuerait à se réduire, comme cela s'est produit pour les années précédentes :

**Figure 7 : Evolution de l'espérance de vie à la naissance en France sur la période 1950-2007**



Source : Eco Santé France 2008, d'après données INSEE

On remarque qu'entre 1950 et 1980, l'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes n'a cessé d'augmenter, de 5,8 ans à 8,2 ans. Cet écart s'est stabilisé de 1980 à 1992. Depuis 1992, l'écart devient de plus en plus faible passant de 8,1 ans à 6,8 ans en 2007. Ceci s'explique par le recul des maladies cardio-vasculaires et des cancers chez les hommes. Par ailleurs, selon France Meslé, dans « *Espérance de vie : un avantage féminin menacé* », les hommes adoptent des comportements de plus en plus favorables à leur bonne santé : baisse du tabagisme et de l'alcool.

Un écart d'espérance de vie à la naissance de 6,7 ans pour 2050 (écart prévu par les projections de 2002) est peu probable. En effet, il est de 6,8 ans en 2007, un écart d'espérance de vie entre les 2 sexes pour 2050 de 5 ans environ semblerait plus raisonnable.

Les projections de 2006 se basent donc sur cette diminution de l'écart d'espérance de vie à la naissance entre les hommes et les femmes. Nous avons vu précédemment que cet écart a commencé à diminuer à partir du début des années 1990. La période de référence pour les projections de 2006 s'étend donc de 1988 à 2002.

### **3.1.2.1 Scénario central**

L'hypothèse centrale de mortalité retenue en 2006 prolonge les tendances à la baisse observées entre 1988 et 2002. Il en résulte un écart d'espérance de vie à la naissance entre les

hommes et les femmes de 5,2 ans en 2050. **L'espérance de vie projetée des femmes pour 2050 est de 89 ans, soit une hausse de 4,7 ans par rapport à 2008, celle des hommes est de 83,8 ans, soit une hausse de 6,3 ans par rapport à 2008.** Ces chiffres entrent bien dans les intervalles d'âges proposés par les différents experts interrogés. Les **gains** moyens d'espérance de vie sont de **1,45 an tous les 10 ans**. L'espérance de vie à la naissance féminine est effectivement moins optimiste que celle prévue par les projections de 2002. En revanche l'espérance de vie masculine est à peu près similaire.

### ***3.1.2.2 Mortalité haute, espérance de vie basse***

Les progrès constatés au cours des 15 dernières années ne vont pas se poursuivre, les âges projetés à l'horizon 2050 étant trop optimistes. Selon cette hypothèse, l'espérance de vie à la naissance atteinte en 2050 varie de 2,5 ans en moins par rapport à celle obtenue avec l'hypothèse centrale. Les **gains** moyens d'espérance de vie sont de **0,9 ans tous les 10 ans**. L'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes est donc le même (5,2 ans).

### ***3.1.2.3 Mortalité basse, espérance de vie haute***

La baisse de la mortalité est plus importante que dans l'hypothèse centrale, ceci à tous les âges. Cette baisse est d'autant plus importante aux âges élevés, c'est-à-dire au-delà de 80 ans. Pour une année donnée, les risques de décès augmentent de façon quasi continue avec l'âge entre 70 et 80 ans pour les femmes, ce n'est qu'après qu'elle s'accélère. Pour les hommes, c'est vers 75 ans que se produit l'accélération. Ainsi, l'accélération du risque de décès aux âges élevés sera annulée. En effet, le rythme continu de décès observé entre 70 et 80 ans pour les femmes et entre 65 et 75 ans pour les hommes se prolonge aux âges élevés. L'espérance de vie à la naissance augmente de 1,1 an pour les hommes et de 1,6 an pour les femmes par rapport à l'hypothèse centrale. Toutefois, il a été retenu que l'espérance de vie à la naissance atteinte en 2050 augmente de 2,5 ans par rapport à celle obtenue avec l'hypothèse centrale. Pour atteindre cette valeur cible, une baisse générale de la mortalité en 2050 par rapport à l'hypothèse centrale est appliquée à tous les âges. Les **gains** moyens d'espérance de vie sont de **1 an tous les 5 ans** environ.

Les résultats des différents scénarii se trouvent ci-après tableaux 2 et 3.

**Tableau 2 : Espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes : hypothèse centrale**

	INSEE 2001 - 2050			INSEE 2005 - 2050		
	Espérance de vie à la naissance des hommes	Espérance de vie à la naissance des femmes	Ecart hommes - femmes	Espérance de vie à la naissance des hommes	Espérance de vie à la naissance des femmes	Ecart hommes - femmes
2000	75,2	82,9	7,7	75,2	82,8	7,6
2005	76,3	83,9	7,7	76,7	83,8	7,1
2008	76,9	84,5	7,6	77,2	84,1	6,9
2050	84,3	91	6,7	83,8	89,0	5,2

**Tableau 3 : Espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes : scénarii alternatifs**

	INSEE 2001 - 2050			INSEE 2005 - 2050		
	Espérance de vie à la naissance des hommes	Espérance de vie à la naissance des femmes	Ecart hommes - femmes	Espérance de vie à la naissance des hommes	Espérance de vie à la naissance des femmes	Ecart hommes - femmes
Espérance de vie basse 2050	82,6	87,7	5,1	81,3	86,5	5,2
Espérance de vie haute 2050	86,0	94,0	8,0	86,3	91,5	5,2

Le bilan annuel ci-dessous est établi à partir d'une estimation de la population au 1er janvier 2006 qui tient compte des résultats définitifs du recensement 2006. Les chiffres de 2000 à 2005 sont donc définitifs. Pour les années suivantes, cette estimation est actualisée à partir des statistiques de l'état civil. On remarque que les chiffres de 2000 à 2008 sont plus proches des **projections 2005 – 2050**. **Nous nous focaliserons donc par la suite sur ces hypothèses de projections** (annexe 2).

**Tableau 4 : Chiffres du bilan démographique 2008 : estimation de l'espérance de vie**

	Espérance de vie à la naissance des hommes	Espérance de vie à la naissance des femmes
<b>2000</b>	<b>75,3</b>	<b>82,8</b>
2001	75,5	82,9
2002	75,8	83,0
2003	75,9	82,9
2004	76,8	83,9
<b>2005</b>	<b>76,8</b>	<b>83,8</b>
2006	77,1	84,2
2007	77,4	84,4
<b>2008</b>	<b>77,5</b>	<b>84,3</b>

Source INSEE 2009

Le détail de ces projections figure dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 5 : Espérance de vie des femmes : scénario central**

	<b>Hypothèse centrale d'espérance de vie des femmes</b>					
	<b>à la naissance</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>	<b>à 60 ans</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>	<b>à 65 ans</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>
<b>2005</b>	83,8		26,3		21,9	
<b>2010</b>	84,4		26,8		22,4	
<b>2015</b>	85,1	<b>1,3</b>	27,3	<b>1,0</b>	22,8	<b>0,9</b>
<b>2020</b>	85,7		27,8		23,3	
<b>2025</b>	86,3	<b>1,2</b>	28,3	<b>1,0</b>	23,8	<b>1,0</b>
<b>2030</b>	86,9		28,7		24,2	
<b>2035</b>	87,5	<b>1,2</b>	29,2	<b>0,9</b>	24,6	<b>0,8</b>
<b>2040</b>	88,0		29,6		25,0	
<b>2045</b>	88,5	<b>1,0</b>	30,0	<b>0,8</b>	25,4	<b>0,8</b>
<b>2050</b>	89,0		30,4		25,7	

**Tableau 6 : Espérance de vie des hommes : scénario central**

	<b>Hypothèse centrale d'espérance de vie des hommes</b>					
	<b>à la naissance</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>	<b>à 60 ans</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>	<b>à 65 ans</b>	<b>gain tous les 10 ans</b>
<b>2005</b>	76,7		21,3		17,5	
<b>2010</b>	77,5		21,8		17,9	
<b>2015</b>	78,4	<b>1,7</b>	22,4	<b>1,1</b>	18,5	<b>1,0</b>
<b>2020</b>	79,3		23,0		19,0	
<b>2025</b>	80,1	<b>1,7</b>	23,6	<b>1,2</b>	19,5	<b>1,0</b>
<b>2030</b>	80,9		24,1		20,0	
<b>2035</b>	81,7	<b>1,6</b>	24,7	<b>1,1</b>	20,5	<b>1,0</b>
<b>2040</b>	82,4		25,2		21,0	
<b>2045</b>	83,1	<b>1,5</b>	25,7	<b>1,0</b>	21,4	<b>0,9</b>
<b>2050</b>	83,8		26,2		21,9	

Selon les scénarii centraux, pour 2050, l'espérance de vie à la naissance des hommes est de 83,8 ans, un homme de 60 ans peut espérer vivre jusqu'à 86,2 ans et un homme de 65 ans jusqu'à 86,9 ans. Pour les femmes, en 2050, l'espérance de vie à la naissance est de 89 ans, une femme de 60 ans peut espérer vivre jusqu'à 90,4 ans, une femme de 65 ans jusqu'à 90,7 ans.

**Tableau 7 : Espérance de vie des femmes : scénarii alternatifs**

	Hypothèse haute d'espérance de vie des femmes						Hypothèse basse d'espérance de vie des femmes					
	à la naissance	gain tous les 10 ans	à 60 ans	gain tous les 10 ans	à 65 ans	gain tous les 10 ans	à la naissance	gain tous les 10 ans	à 60 ans	gain tous les 10 ans	à 65 ans	gain tous les 10 ans
2005	83,8		26,3		21,9		83,8		26,3		21,9	
2010	84,7		27,0		22,6		84,1		26,5		22,2	
2015	85,6	1,8	27,8	1,5	23,3	1,4	84,5	0,7	26,8	0,5	22,4	0,5
2020	86,4		28,5		24,0		84,8		27,0		22,6	
2025	87,3	1,7	29,2	1,4	24,7	1,4	85,1	0,6	27,3	0,5	22,8	0,4
2030	88,2		30,0		25,4		85,4		27,5		23,0	
2035	89,0	1,7	30,7	1,5	26,1	1,4	85,7	0,6	27,7	0,4	23,2	0,4
2040	89,8		31,4		26,8		85,9		27,9		23,4	
2045	90,7	1,7	32,2	1,5	27,5	1,4	86,2	0,5	28,1	0,4	23,6	0,4
2050	91,5		32,9		28,2		86,5		28,3		23,7	

**Tableau 8 : Espérance de vie des hommes : scénarii alternatifs**

	Hypothèse haute d'espérance de vie des hommes						Hypothèse basse d'espérance de vie des hommes					
	à la naissance	gain tous les 10 ans	à 60 ans	gain tous les 10 ans	à 65 ans	gain tous les 10 ans	à la naissance	gain tous les 10 ans	à 60 ans	gain tous les 10 ans	à 65 ans	gain tous les 10 ans
2005	76,7		21,3		17,5		76,7		21,3		17,5	
2010	77,8		22,1		18,2		77,3		21,6		17,8	
2015	78,9	2,2	22,8	1,5	18,9	1,4	77,8	1,1	22,0	0,7	18,1	0,6
2020	80,0		23,6		19,6		78,4		22,3		18,4	
2025	81,1	2,2	24,5	1,7	20,4	1,5	78,9	1,1	22,7	0,7	18,7	0,6
2030	82,1		25,3		21,1		79,4		23,0		18,9	
2035	83,2	2,1	26,1	1,6	21,9	1,5	79,9	1,0	23,3	0,6	19,2	0,5
2040	84,3		26,9		22,7		80,4		23,6		19,5	
2045	85,3	2,1	27,8	1,7	23,5	1,6	80,8	0,9	23,9	0,6	19,7	0,5
2050	86,3		28,6		24,3		81,3		24,2		20,0	

Par ailleurs, selon les scénarii central et haut, pour les hommes comme pour les femmes, les gains deca-annuel de l'espérance de vie à la naissance baissent plus rapidement que les gains deca-annuel de l'espérance de vie à 65 ans : les gains d'espérance de vie se font aux grands âges. On remarque que ces gains sont plus importants pour les hommes que pour les femmes : les hommes rattrapent en effet leur retard, notamment grâce à des comportements plus favorables.

### **3.2 Les scénarii d'espérance de vie future en France proposés par Eurostat**

De même que l'INSEE, Eurostat projette la mortalité future selon trois scénarii : hypothèse centrale, espérance de vie haute, espérance de vie basse. Considérant que ses anciennes projections de 2000 sous-estimaient grandement l'espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes, l'organisme a proposé de nouvelles projections en 2006. Celles-ci se rapprochent des résultats de l'INSEE. Alors que la période de référence de l'INSEE pour les projections de 2006 s'étend de 1988 à 2002, la période de référence retenue par Eurostat est 1995-2002.

**Tableau 9 : Espérance de vie à la naissance pour 2050 des hommes et des femmes**

	Espérance de vie des hommes				Espérance de vie des femmes			
	2005	projection pour 2050			2005	projection pour 2050		
		Hypothèse centrale	Espérance de vie haute	Espérance de vie basse		Hypothèse centrale	Espérance de vie haute	Espérance de vie basse
INSEE 2005 - 2050	76,7	83,8	86,3	81,3	83,8	89	91,5	86,5
Eurostat 2004 - 2050	76,4	82,7	84,3	81,1	83,6	89,1	90,5	87,9

Source : Eurostat : « Projections de population à long terme au niveau national », mars 2006, données en bref n° 3/2006

Les hypothèses centrales retenues par Eurostat et par l'INSEE diffèrent. Tout d'abord, le point de départ adopté pour les projections de l'INSEE est le 1<sup>er</sup> janvier 2005 (2004 pour Eurostat). Ce point de départ tient compte des enquêtes de recensement de 2004 et 2005. Par ailleurs, les projections centrales d'Eurostat sont légèrement plus pessimistes concernant l'évolution de la mortalité des hommes dus aux effets de la précarité de certains comportements masculins : tabac, alcool... En revanche, si l'on considère le scénario central pour les femmes, on remarque que les espérances de vie projetées pour 2050 sont proches (89 ans et 89,1 ans). L'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes est plus important que celui prévu par l'INSEE : 6,4 ans. Nous retiendrons que les différences de chiffres entre les deux organismes ne remettent pas en cause les tendances générales.

Ainsi les projections de l'INSEE et d'Eurostat permettent de prévoir de façon raisonnable l'espérance de vie future. **On peut se référer légitimement à ces projections puisque les hypothèses se fondent sur des avis d'experts, sur la constitution de groupe de travail dont les résultats sont disponibles et sur l'utilisation de travaux scientifiques publiés.** Par ailleurs, des scénarii alternatifs encadrent le scénario central permettant de juger de la sensibilité des résultats. Notons que dans ces projections, aucun bouleversement n'est envisagé. Elles s'opposent donc aux projections probabilistes qui intégreraient la probabilité, faible rappelons-le, d'évènements majeurs tels que des guerres, des épidémies, baby-boom, etc. ...

### **3.3 Les conséquences**

En 2050, selon les projections de l'INSEE, le nombre de personnes de 60 ans représentera le double de celui de 2000, celui des 75 ans le triple et celui des 85 ans le quadruple («*La population de la France métropolitaine en 2050 : un vieillissement inéluctable* », Chantal Brutel). Par ailleurs, on

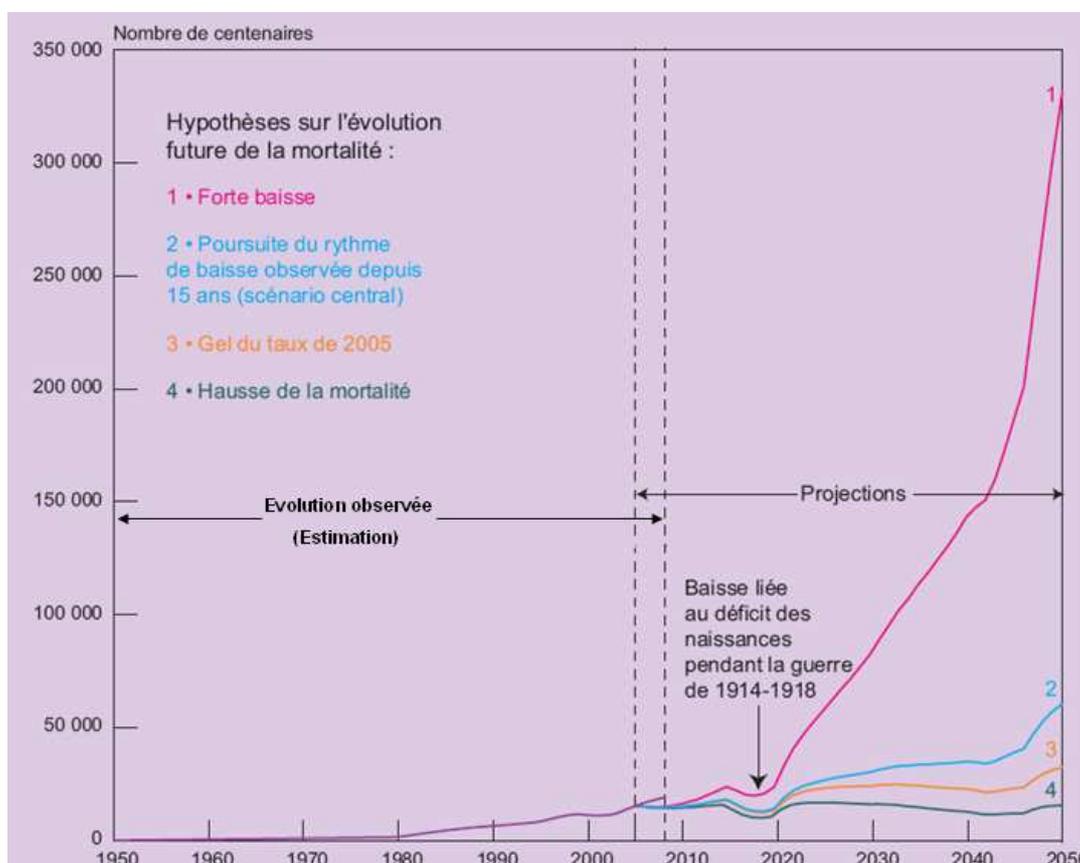
remarque au fil des années, et ce depuis 1960, une dispersion plus importante de l'espérance de vie autour de la valeur moyenne. En effet, l'espérance de vie aux âges les plus élevés a augmenté. Ceci remet en cause l'idée selon laquelle la mortalité augmente avec l'âge. Au-delà des 85 ans, la mortalité n'augmente plus vraiment, et aux âges très élevés (jusqu'à 110 ans), ceci est encore vrai. Il en résulte une croissance importante des personnes très âgées comme le montre le tableau et la figure ci-dessous :

**Tableau 10 : Nombre de centenaires en France observé et projeté selon le scénario central de l'INSEE**

<b>Année</b>	<b>Nombre de centenaires</b>
<b>1950</b>	200
<b>1960</b>	450
<b>1970</b>	900
<b>1980</b>	1 600
<b>1990</b>	3 700
<b>2000</b>	8 000
<b>2008</b>	14 000
<b>2015</b>	18 000
<b>2020</b>	13 900
<b>2030</b>	30 000
<b>2040</b>	34 800
<b>2050</b>	60 300

Source : INSEE, projections : Robert-Bobée, 2006.

**Figure 8 : Nombre de centenaires depuis 1950 et projection de l'INSEE jusqu'en 2050, en fonction des différentes hypothèses d'évolution de la mortalité.**



Ces projections nécessitent une mise à jour fréquente. En effet, la projection faite par l'INSEE en 2006 ne prévoyait pour 2008 que 14 000 centenaires alors qu'ils étaient environ 20 000 la même année. Notons toutefois les disparités entre les hommes et les femmes. En effet, il reste un homme pour quatre femmes à 95 ans, un homme pour sept femmes à 100 ans et un homme pour dix femmes à 104 ans. Cette augmentation du nombre de centenaires va faire émerger une nouvelle classe d'âge : les super-centenaires, âgés de 110 ans ou plus.

### **3.4 Comparaison avec les projections des autres pays.**

Afin de s'assurer de la cohérence des espérances de vie projetées pour la France, nous allons nous pencher sur les évolutions récentes d'espérance de vie d'autres pays du monde ainsi que sur les projections d'espérance de vie réalisées pour ces pays. L'ONU et l'OCDE se sont intéressés à ces problématiques.

On peut constater que les espérances de vie atteintes actuellement au sein des pays de l'Union Européenne sont dans un intervalle assez grand : de 76,2 en Roumanie à 84,4 en France pour les femmes en 2006. Ceci laisse donc présager un panorama assez large pour les espérances de vie futures. Aussi, les projections actuelles partent du principe que les espérances de vie vont augmenter et que les gains vont provenir essentiellement d'une baisse des taux de mortalité aux âges élevés.

Les dernières enquêtes démographiques de l'ONU ont été établies par la Division de la population du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'Organisation. Les estimations et projections réalisées sont utilisées dans l'ensemble du système des Nations Unies, où elles servent de base aux activités pour lesquelles des informations démographiques sont nécessaires. La dernière projection date de 2008 et se base sur le recensement de population de 2000. L'hypothèse retenue par l'ONU est un scénario central de mortalité. Il en ressort que dans les pays dits développés, la mortalité est faible et continue de baisser. On s'aperçoit que les progrès sont d'autant plus modestes que l'espérance de vie déjà atteinte est élevée.

**Tableau 11 : Espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes**

Pays	Hommes			Femmes		
	2000-2005	2045-2050	Gain	2000-2005	2050	Gain
France	75,8	83,1	7,3	83,1	88,9	5,8
Japon	78,3	83,5	5,2	85,7	91	5,3
Etats-Unis	75,8	80,8	5	80,6	85,8	5,2
Norvège	76,8	83,5	6,7	81,8	87,3	5,2
Suède	77,8	83	5,2	83,2	87	3,8
Europe	69,6	78,5	8,9	78	84,5	6,5
Pays développés	72,2	79,9	7,7	79,5	85,6	6,1
Pays les moins développés	62,8	72,2	9,4	66,1	76,5	10,4

Source : ONU 2005

On remarque un effet de « rattrapage » au niveau des espérances de vie entre chaque pays. En effet, ce sont les pays qui ont les espérances de vie les moins élevées qui voient celles-ci progresser le plus. Par ailleurs, on voit que pour 2050, l'espérance de vie en France converge vers celle du Japon. **Enfin, l'espérance de vie des français projetée pour 2050 se rapproche du scénario central de l'INSEE 2005-2050.**

Intéressons nous désormais aux hypothèses de projections de l'OCDE. Celles-ci se fondent sur les projections démographiques d'Eurostat pour les états de l'Union Européenne et sur les projections nationales pour les autres pays.

**Tableau 12 : Espérance de vie à la naissance pour les hommes et les femmes dans les pays de l'OCDE**

Pays	Hommes			Femmes		
	2000	2050	Gain	2000	2050	Gain
France	74,8	80,0	5,2	82,8	87,0	4,2
Australie	76,7	82,6	5,9	82,2	87,8	5,6
Autriche	75,0	80,3	5,3	81,2	86,0	4,8
Belgique	75,3	80,5	5,2	81,4	85,5	4,1
Canada	75,5	80,0	4,5	81,3	84,0	2,7
République Tchèque	71,5	75,2	3,7	78,4	81,5	3,1
Danemark	74,8	79,1	4,3	79,2	82,8	3,6
Finlande	73,9	79,9	6,0	81,1	85,0	3,9
Allemagne	74,7	80,0	5,3	80,8	85,0	4,2
Hongrie	66,8	74,6	7,8	75,2	81,1	8,1
Italie	75,5	81,0	5,5	82,0	86,0	4,0
Japon	77,4	79,4	2,0	84,1	86,5	2,4
Corée	70,6	76,2	5,6	78,1	83,0	4,9
Pays-Bas	75,5	80,0	4,5	80,9	85,0	4,1
Nouvelle-Zélande	74,3	79,5	5,2	81,0	85,5	4,5
Norvège	75,7	80,0	4,3	81,4	84,5	3,1
Pologne	69,9	78,5	8,6	78,2	84,7	6,5
Portugal	72,0	78,0	6,0	79,2	84,0	4,8
Espagne	74,9	79,0	4,1	82,1	85,0	2,9
Suède	77,3	82,0	4,7	82,0	86,0	4,0
Royaume-Uni	75,2	80,0	4,8	80,0	85,0	5,0
Etats-Unis	73,9	79,1	5,2	79,6	83,5	3,9
<b>Moyenne OCDE</b>	<b>74,1</b>	<b>79,3</b>	<b>5,2</b>	<b>80,6</b>	<b>84,7</b>	<b>4,1</b>

Source : OCDE 2001

Remarque : La moyenne ne prend pas en compte le poids des pays.

On constate que les pays de l'OCDE, dont fait partie la France, sont caractérisés par un vieillissement de la population. L'espérance de vie augmenterait donc en moyenne de 5 ans pour les femmes et de 4 ans pour les hommes entre 2000 et 2050 : comme pour les scénarii proposés par l'INSEE, l'espérance de vie des hommes augmente plus vite que celle des femmes. Les hypothèses de projection retenues par l'OCDE étant celles d'Eurostat 2000, les résultats obtenus sont beaucoup plus pessimistes que ceux de l'ONU. Les espérances de vie sont donc sous-estimées. Rappelons que c'est la raison pour laquelle Eurostat a revu ses nouvelles projections de 2006 à la hausse.

Ainsi, ce n'est pas l'espérance de vie projetée qui va nous intéresser ici mais plutôt la convergence des espérances de vie au niveau des différents pays. Les espérances de vie en France initialement plus faibles que celles du Japon, la Suède ou encore le Royaume-Uni suivent les tendances de ces pays. En effet, le processus de vieillissement a été plus rapide au Japon, il commencera donc plus tard dans les autres pays, dont la France, qui vont, au fil du temps, rattraper voire dépasser l'espérance de vie au Japon.

Par conséquent, l'espérance de vie va très certainement augmenter dans les pays de l'OCDE grâce à l'amélioration des niveaux de vie, de l'hygiène de vie, du niveau d'éducation mais aussi grâce aux progrès de l'accès aux soins et à l'efficacité de la médecine. Parallèlement, la mortalité infantile a baissé et continuerait de baisser dans les prochaines décennies. L'espérance de vie à 65 ans va également augmenter. Selon les projections de l'OCDE, d'ici 2040, elle devrait atteindre 21,6 ans pour les femmes et 18,1 ans pour les hommes dans la zone OCDE. On remarque enfin que l'espérance de vie en France dépasse la moyenne de l'espérance de vie des pays de l'OCDE. En effet, la France fait partie des pays dont l'espérance de vie est l'une des plus élevée. Ainsi, selon les projections 2006 de l'INSEE, l'espérance de vie à 65 ans pour 2040 est de 25 ans pour les femmes et de 21 ans pour les hommes.

### **3.5 Les hypothèses de projections du Conseil d'Orientation des Retraites.**

Notre étude va porter sur un portefeuille de retraités, il est intéressant de se pencher sur les hypothèses démographiques futures retenues par un organisme français se chargeant des études sur la retraite : le Conseil d'Orientation des Retraites (COR). Le COR s'intéresse à des problématiques en lien avec l'équilibre financier futur des retraites. C'est notamment l'objectif du rapport rédigé par le COR en 2006. Pour ce faire, il a évalué la proportion de retraités dans l'avenir et estimé leur espérance de vie future. Les hypothèses démographiques retenues par le COR sont celles de l'INSEE dans le cadre de ses projections de 2002.

Afin de piloter les régimes de retraites, le COR s'intéresse à l'allongement de la durée de retraite moyenne par cohorte : celle-ci est impactée d'une part par l'augmentation de la probabilité de survivre jusqu'à l'âge de 60 ans et d'autre part par la croissance de l'espérance de vie à 60 ans. L'espérance de vie à 60 ans est utilisée pour le calcul de la durée d'assurance et correspond à celle publiée par l'INSEE.

Le COR a tout de même tenu à apprécier les conséquences des nouvelles projections démographiques de 2006 réalisées par l'INSEE. Ces nouvelles projections ne remettent pas en cause le besoin de financement du système de retraite. Toutefois, celles-ci vont très certainement modifier les perspectives d'allongement de la durée cible puisqu'elles reposent sur une hypothèse de hausse plus faible de l'espérance de vie que dans les projections de 2002, disponibles au moment de l'élaboration de la réforme des retraites via la loi du 23 août 2003. En effet, en prenant en compte le scénario central des projections de 2006 (hausse de l'espérance de vie à 60 ans de 1,1 an tous les 10 ans) la durée cible passe à 166 trimestres en 2020 au lieu de 167 trimestres prévus au moment de la réforme.

**Remarque :**

*La loi du 21 août 2003 donne obligation au COR de réaliser au moins tous les 5 ans des projections à long terme de l'équilibre financier du régime des retraites.*

Ce premier chapitre nous a permis d'établir un panorama des différentes études menées pour évaluer l'espérance de vie en France et appréhender son évolution future. Nous avons montré que l'augmentation de l'espérance de vie en France est désormais due au ralentissement du vieillissement des personnes âgées. Par ailleurs, il en ressort que les gains d'espérance de vie ont souvent été sous-estimés, d'où l'importance de remettre à jour fréquemment les recherches et leur résultats. Ces diverses études, notamment les statistiques INSEE, servent très souvent de base à la création des tables de mortalité pour les assureurs. Ainsi, nous allons étudier ces tables de manière plus précise dans le chapitre suivant.

## CHAPITRE 2 Analyse critique des tables de mortalité réglementaires.

### 1 Objectif de l'étude

La table de mortalité est une table donnant, pour chaque âge, et chaque année, la probabilité de décès d'un individu.

Les tables de mortalité réglementaires sont une illustration de l'évolution de l'espérance de vie en France. Elles ont été créées notamment à partir des statistiques de l'INSEE. Nous allons dans ce chapitre étudier les espérances de vie proposées par les tables de mortalité ainsi que leur évolution suite à l'arrivée de nouvelles tables réglementaires. Nous nous concentrerons sur l'espérance de vie des retraités. En effet, cette population est en pleine croissance. Leur longévité doit être appréhendée au mieux par les assureurs qui proposent des garanties de rentes viagères afin que le montant des prestations dues soit couvert par les provisions. Nous avons retenu comme indicateur l'espérance de vie à 60 ans.

Au terme de cette analyse, nous nous focaliserons sur les dernières tables réglementaires en vigueur (TGF05 et TGH05). Nous créerons de nouvelles tables de mortalité « actualisées » ayant pour base les quotients de mortalité des tables TGF05 et TGH05 et proposant une évolution de l'espérance de vie à 60 ans différente.

## 2 Étude des différentes tables de mortalité réglementaires utilisées.

Les tables de mortalité sont utilisées par les assureurs afin d'établir leurs tarifs d'assurance. Elles leur permettent de calculer et de provisionner les sommes nécessaires pour faire face à leurs engagements vis à vis des assurés. Ces tables sont différentes selon les garanties:

- garanties en cas de décès,
- garanties en cas de vie, autres que les rentes viagères,
- rentes viagères immédiates ou différées : pour les contrats de retraite, on utilise les tables des rentes viagères qui sont désormais des tables prospectives, anticipant l'augmentation de l'espérance de vie.

Les tables peuvent être des tables par génération, des tables prospectives, des tables différenciées par sexe... Ces tables de mortalité ont évolué au cours du temps afin de prendre en compte l'augmentation de l'espérance de vie ainsi que la différence entre les espérances de vie masculine et féminine.

### 2.1 Tables du moment

Les tables du moment caractérisent la mortalité de la population dans sa globalité à un moment précis dans le temps. Elles sont donc conçues sur une période déterminée. Ce sont donc plusieurs générations différentes qui sont analysées. Ainsi, une même probabilité de décès est appliquée quelle que soit la génération de la population assurée. On applique ensuite les quotients de mortalité obtenus à une génération (ou cohorte) fictive de 100 000 individus.

Les tables TD 73-77 et TV 73-77 ont été établies par l'INSEE sur la base des observations réalisées entre 1973 et 1977. La table TD 73-77 se base sur la population masculine et concerne les garanties décès tandis que la table TV 73-77 repose sur la population féminine et concerne les garanties en cas de vie. Du fait de l'obsolescence des espérances de vie données par ces tables, celles-ci ont été actualisées et remplacées par deux nouvelles tables : TD 88-90 et TV 88-90

La table TD 88-90 a été établie par l'INSEE grâce aux observations réalisées entre 1988 et 1990 sur les hommes et s'applique sur le calcul des tarifs des contrats d'assurance décès. La table TV

88-90 a été établie par l'INSEE suite aux observations réalisées entre 1988 et 1990 sur les femmes et permet de calculer les tarifs des contrats d'assurance en cas de vie. Ces deux tables ont été homologuées le 27 avril 1993.

Depuis l'arrêté du 20 décembre 2005, de nouvelles tables TH 00-02 et TF 00-02 viennent remplacer respectivement les tables TD 88-90 et TV 88-90. Ces tables ont été établies sur l'observation INSEE de la population française entre 2000 et 2002. Elles sont utilisables par sexe aussi bien pour les garanties décès que pour les garanties vie (capitaux différés). Notons qu'il est possible de retenir la table la plus prudente par rapport au risque assuré, c'est à dire que l'on peut utiliser la table TH en cas de décès sur une population totalement féminine ou TF en cas de capitaux différés pour une population totalement masculine.

Ces tables de mortalité font apparaître à chaque âge, les quotients de mortalité. Pour obtenir les espérances de vie correspondantes, nous avons procédé de la manière suivante :

- calcul des  $p_x$  à partir des  $q_x$  se trouvant dans la table de mortalité :

$$p_x = 1 - q_x,$$

- calcul des  $l_x$  en prenant comme hypothèse chaque année  $l_0 = 100000$ .

On en déduit pour les âges suivants  $l_{x+1} = p_x \times l_x$ ,

- calcul des espérances de vie à chaque âge :  $e_x = 0,5 + \sum_{i \geq 1} \frac{l_{x+i}}{l_x}$  où  $x$

représente l'âge.

**Remarque importante :**

***Cette méthode a été appliquée pour le calcul des espérances de vie de toutes les tables de mortalité, y compris celle de l'INSEE permettant par la suite de faire des comparaisons.***

**Tableau 13 : Tables de mortalité en cas de vie basées sur la mortalité des femmes**

	espérance de vie à 60 ans
table TV7377	21,4
table TV8890	↓ +2,6 24,0
table TF0002	↓ +1,8 25,8

**Tableau 14 : Tables de mortalité en cas de décès basées sur la mortalité des hommes**

	espérance de vie à 60 ans
table TD7377	16,6
table TD8890	↓ +2,2 18,8
table TH0002	↓ +2,5 21,3

Les nouvelles tables de mortalité fournissent des probabilités de décès plus faibles que les anciennes tables de mortalité. En effet, les espérances de vie obtenues sont plus hautes que par le passé, mettant bien en évidence l'augmentation constatée de l'espérance de vie. On remarque ci-dessous que l'écart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes tend à diminuer et que celle des hommes a augmenté plus rapidement que celle des femmes sur les dernières années.

**Tableau 15 : Ecart d'espérance de vie entre les hommes et les femmes**

Table de mortalité	Espérance de vie à 60 ans des hommes	Espérance de vie à 60 ans des femmes	Ecart hommes / femmes
Table TD/TV 73-77	16,6	21,4	4,8
Table TD/TV 88-90	18,8	24,0	5,2
Table TH/TF 00-02	21,3	25,8	4,5

Toutefois, au regard de l'espérance de vie actuelle proposée par l'INSEE, ces tables sont obsolètes, surtout dans le cas de tables en cas de vie. En effet, pour des garanties vie et notamment les rentes viagères, l'espérance de vie ne doit pas être sous-estimée au risque de sous-évaluer le tarif et les provisions. Les tables de mortalité par génération prospectives sont une solution à cet obstacle.

## **2.2 Tables de mortalité par génération**

Ce sont des tables bidimensionnelles dans le sens où deux variables expliquent le décès : l'âge de l'assuré et le temps. Ces tables rendent ainsi compte de l'évolution de la mortalité à laquelle une génération a été soumise. Elles sont constituées à l'aide des observations passées et d'un modèle d'évolution future de la mortalité. Elles intègrent les évolutions potentielles de la mortalité avec le temps : recul de la mortalité etc.... Elles permettent de déterminer l'espérance de vie réelle d'une génération de personnes nées la même année, y compris pour des générations non encore éteintes ou même encore nées. Le modèle utilisé estime, en fonction des tendances passées, la baisse de la mortalité attendue pour le futur.

Afin de pouvoir comparer les espérances de vie proposées par l'INSEE avec ces tables de génération, nous allons nous intéresser à l'approche longitudinale et l'approche transversale de la mortalité.

### **2.2.1 Différence entre l'approche longitudinale et transversale de la mortalité**

L'approche transversale est la plus connue. Elle consiste à comptabiliser le nombre de décès survenus sur une période courte (de 1 à 5 ans) et d'en déduire les taux de mortalité par âge en rapportant le nombre de décès à l'effectif sous risque. Ainsi, si la période d'observation est 2008, les individus de  $x$  années révolues en 2008 serviront à estimer la probabilité  $q_x$  de décéder. L'avantage de cette approche est qu'elle nécessite peu de statistiques. Toutefois, on mélange les différentes générations pour calculer les probabilités de décès. La table de mortalité obtenue mélangera des individus nés au cours d'années différentes et ne représentera donc la mortalité d'aucune génération réelle.

Les espérances de vie données par l'INSEE sont calculées de manière transversale. Ainsi plusieurs générations sont mélangées.

**Figure 9 : Approche transversale de la mortalité**

année \ âge	2005	2006	2007	...	2007	2008	2009	2010	
0	$q_0^{2005}$	$q_0^{2006}$	$q_0^{2007}$		$q_0^{2107}$	$q_0^{2108}$	$q_0^{2109}$	$q_0^{2110}$	
1	$q_1^{2005}$	$q_1^{2006}$	$q_1^{2007}$		$q_1^{2108}$	$q_1^{2109}$	$q_1^{2109}$	$q_1^{2110}$	
⋮									
15	$q_{15}^{2005}$	Lecture des $q_x^*$							
⋮									
60	$q_{60}^{2005}$					$q_{60}^{2107}$	$q_{60}^{2108}$	$q_{60}^{2109}$	$q_{60}^{2110}$
61	$q_{61}^{2005}$					$q_{61}^{2107}$	$q_{61}^{2108}$		
62	$q_{62}^{2005}$				$q_{62}^{2107}$	$q_{62}^{2108}$			
⋮									
118	$q_{118}^{2005}$				$q_{118}^{2107}$	$q_{118}^{2108}$			
119	$q_{119}^{2005}$				$q_{119}^{2107}$	$q_{119}^{2108}$	$q_{119}^{2108}$		
120	$q_{120}^{2005}$				$q_{120}^{2107}$	$q_{120}^{2108}$	$q_{120}^{2109}$	$q_{120}^{2110}$	

Se baser sur une table de mortalité transversale revient à considérer que la mortalité est figée c'est-à-dire que les taux de mortalité n'évoluent pas au cours du temps. Dans le cadre de rente viagère, il est nécessaire de tenir compte de cette évolution afin de ne pas sous-estimer la longévité des rentiers.

L'approche longitudinale ou dynamique de la mortalité permet de palier ce problème. On va anticiper l'évolution probable de la mortalité des individus en suivant les différentes générations (exemple : la génération ayant 15 ans en 2005). On obtient ainsi des tables de mortalité prospectives. Les tables réglementaires de génération sont également lues selon cette approche.

Figure 10 : Approche longitudinale de la mortalité

année \ âge	2	2	2				2	2	2	2
	0	0	0				1	1	1	1
	5	6	7		...		7	8	9	0
0	$q_0^{2005}$	$q_0^{2006}$	$q_0^{2007}$				$q_0^{2107}$	$q_0^{2108}$	$q_0^{2109}$	$q_0^{2110}$
1	$q_1^{2005}$	$q_1^{2006}$	$q_1^{2007}$				$q_1^{2108}$	$q_1^{2109}$	$q_1^{2109}$	$q_1^{2110}$
⋮										
15	$q_{15}^{2005}$									
⋮										
60	$q_{60}^{2005}$						$q_{60}^{2107}$	$q_{60}^{2108}$	$q_{60}^{2109}$	$q_{60}^{2110}$
61	$q_{61}^{2005}$						$q_{61}^{2107}$	$q_{61}^{2108}$		
62	$q_{62}^{2005}$						$q_{62}^{2107}$	$q_{62}^{2108}$		
⋮										
118	$q_{118}^{2005}$						$q_{118}^{2107}$	$q_{118}^{2108}$		
119	$q_{119}^{2005}$						$q_{119}^{2107}$	$q_{119}^{2108}$	$q_{119}^{2108}$	
120	$q_{120}^{2005}$						$q_{120}^{2107}$	$q_{120}^{2108}$	$q_{120}^{2109}$	$q_{120}^{2110}$

Nous remarquons que pour l'INSEE, l'espérance de vie correspond à une moyenne de durée de vie basée sur la mortalité constatée sur une année donnée. On soumet donc une génération fictive aux conditions de mortalité de l'année. Ce sont les probabilités de décès de l'année qui sont prises en compte. Or une génération de naissance (née une année donnée) n'est pas soumise durant toute sa vie à la mortalité de son année de naissance. En effet, elle profite des progrès (médicaux, hygiène etc....) qui ne cessent de croître au cours de son existence. L'allongement de la durée de vie humaine observée actuellement confirme bien ce postulat. C'est pourquoi les tables transversales sous-estiment les espérances de vie d'une génération née une année donnée. L'espérance de vie donnée s'obtient donc en lisant la table de mortalité de manière longitudinale, permettant de suivre cette génération tout au long de sa vie.

## 2.2.2 Table TPG 1993

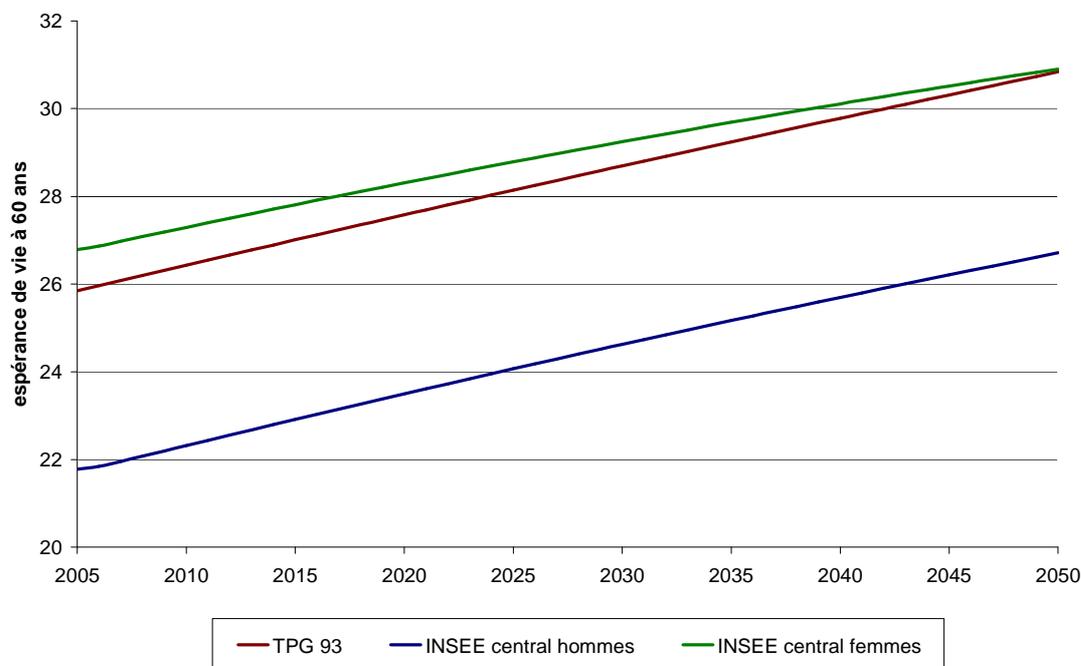
La table de mortalité prospective réglementaire TPG 1993 (Table Par Génération) est aussi appelée TPRV 1993 (Table Prospective de Rente Viagère). Cette table a été constituée par l'INSEE en extrapolant les études réalisées sur la mortalité pour les générations entre 1887 et 1993. La table se base sur la mortalité des femmes nées en 1950, les femmes ayant une espérance de vie supérieure aux hommes.

### 2.2.2.1 Approche transversale

**Tableau 16 : Gain espérance de vie, approche transversale**

	Table TPG93	INSEE scénario central hommes hypothèses de 2006	INSEE scénario central femmes hypothèses de 2006
<b>Espérance de vie à 60 ans en 2005</b>	25,8	21,7	26,8
<b>Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050</b>	1,1	1,1	0,9

**Figure 11 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche transversale**



Nous remarquons un décalage important entre les espérances de vie à 60 ans du scénario INSEE central hommes et celles de la TPG 93. Cependant, le scénario INSEE central femmes fournit

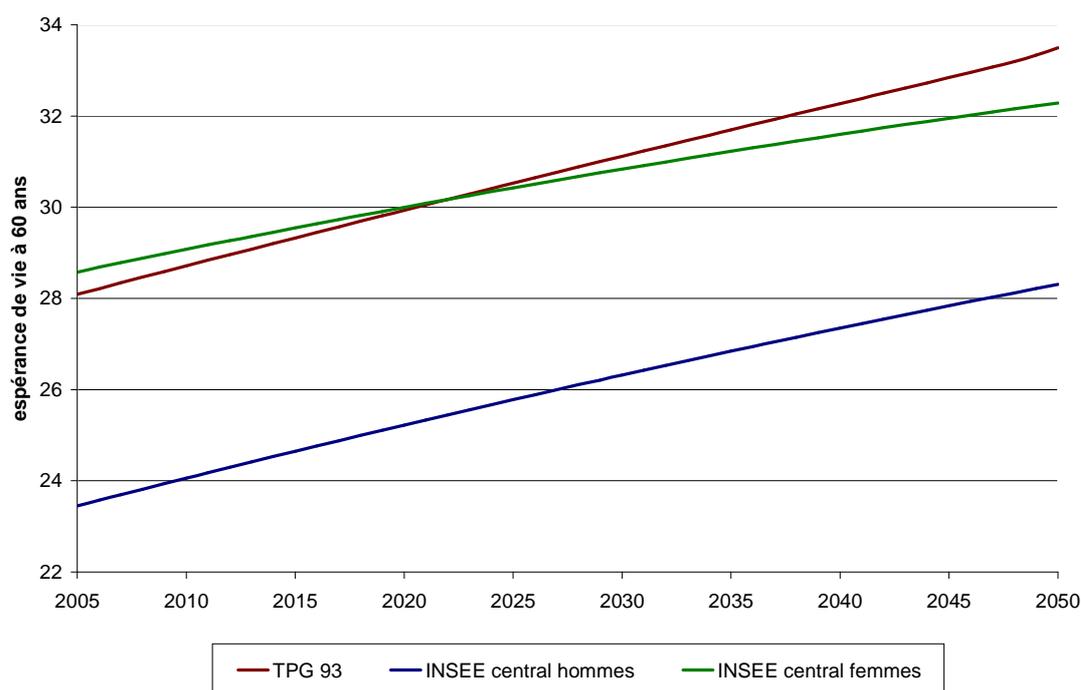
des espérances de vie proches mais supérieures à celle de la TPG 93. Nous pouvons conclure que la table TPG 93 est obsolète pour décrire la mortalité féminine dans le cadre de garanties viagères. En revanche, elle surestime le risque de longévité des hommes.

### 2.2.2.2 Approche longitudinale

Tableau 17 : Gain espérance de vie, approche longitudinale

	Table TPG93	INSEE scénario central hommes hypothèses de 2006	INSEE scénario central femmes hypothèses de 2006
Espérance de vie à 60 ans en 2005	28,1	23,5	28,6
Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050	1,3	1,0	0,8

Figure 12 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche longitudinale



Si l'on s'intéresse à l'approche longitudinale, la table TPG 93 surestime fortement l'espérance de vie à 60 ans des hommes. Elle sous-estime l'espérance de vie à 60 ans des femmes jusqu'à 2020.

L'analyse de la table TPG 93 montre qu'elle surestime fortement la mortalité des hommes dans le cadre de garanties viagères et qu'elle sous-estime celle des femmes jusqu'à une certaine période.

On voit déjà l'importance de créer des tables différenciées par sexe. Par ailleurs notre analyse comparative se fait sur la population nationale. Or les rentiers ont une espérance de vie en moyenne supérieure à celle de la population nationale. En effet, cette population a souvent des conditions de vie plus favorables, lui permettant notamment d'accéder plus facilement aux soins et de souscrire des garanties de rentes viagères.

Ainsi, de nouvelles tables prenant en compte le décalage entre les espérances de vie des rentiers et de la population nationale, ainsi que l'écart entre les espérances de vie masculine et féminine ont été créées. Il s'agit des tables TGF05 pour les femmes et TGH05 pour les hommes. Nous trouvons en annexe 3 la méthode de construction de ces tables. Alors que les tables précédentes ont été construites sur la base de la population nationale, **ces tables ont été construites en se basant sur des populations de rentiers** et des tables du moment de référence INSEE de 1962 à 2000.

Celles-ci vont permettre aux assureurs d'appréhender au mieux la longévité des assurés : elles vont amener les assureurs à adapter les provisionnements en conséquence. Le Code des Assurances a imposé l'utilisation de ces nouvelles tables à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2007 pour les rentes viagères. Il est cependant possible d'utiliser une table unique pour les deux sexes à condition d'utiliser la plus prudente, c'est-à-dire la table TGF05.

Enfin l'organisme d'assurance peut, depuis 1993, utiliser une table d'expérience certifiée par un actuaire indépendant agréé par l'Institut des Actuaire : la validité de la table est potentiellement de 5 ans, sauf si le certificateur décide d'imposer une durée de vie plus courte.

## 2.2.3 Table TGF05 pour les femmes

### 2.2.3.1 Approche transversale

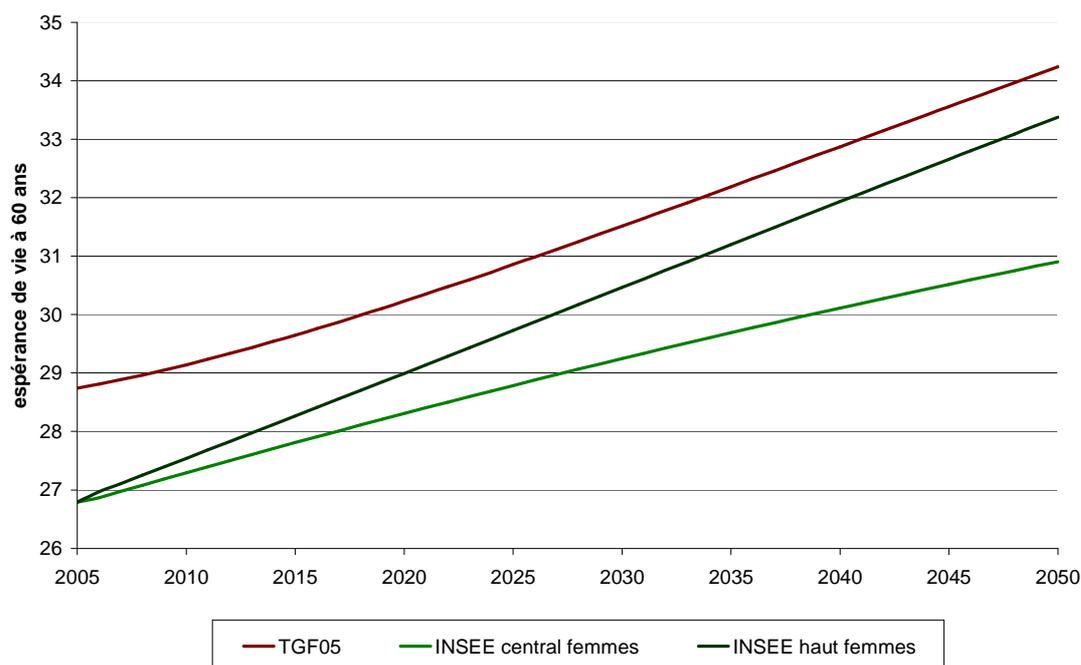
Tableau 18 : Gain espérance de vie, approche transversale

	TGF 05	INSEE scénario central femmes hypothèses de 2006	INSEE scénario haut femmes hypothèses de 2006	INSEE scénario central femmes hypothèses de 2002
Espérance de vie à 60 ans en 2005	28,7	26,8	26,8	26,4
Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050	<b>1,2</b>	0,9	1,4	<b>1,2</b>

Les chiffres d'espérance de vie à 60 ans donnés par la TGF05 sont bien plus hauts que ceux proposés par l'INSEE : en effet, comme dit précédemment, les rentiers ont tendance à vivre plus longtemps que la population française. C'est donc plutôt la notion de gain d'espérance de vie à 60 ans qui va nous intéresser.

On remarque que les gains moyens d'espérance de vie à 60 ans obtenus avec la table TGF05 et le scénario central de l'INSEE de 2002 sont quasi identiques. Or les hypothèses de l'INSEE ont été revues en 2006 : l'espérance de vie à 60 ans en 2005 est plus haute que celle prévue par les hypothèses de 2002 tandis que les gains d'espérance de vie selon le scénario central sont inférieurs à ceux proposés en 2002.

**Figure 13 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche transversale**



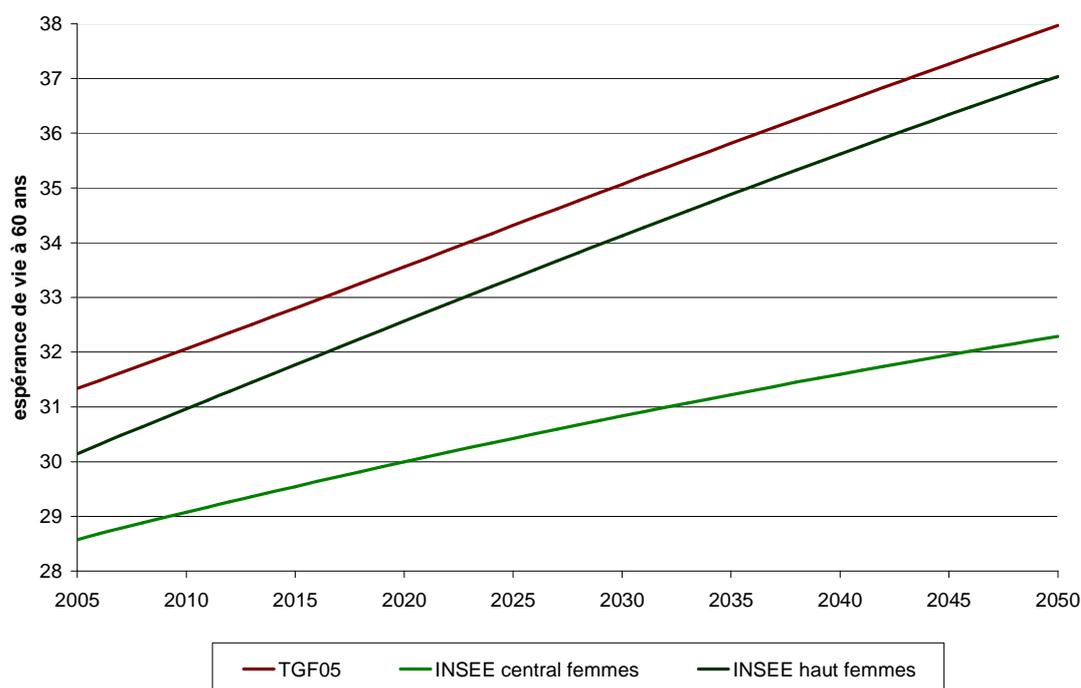
On remarque sur le graphique ci-dessus que les espérances de vie à 60 ans données par le scénario haut de l'INSEE tendent à rattraper celle de la TGF05, tandis que les espérances de vie à 60 ans obtenus avec le scénario central de l'INSEE s'éloignent quelque peu de celles de la TGF05.

### 2.2.3.2 Approche longitudinale

**Tableau 19 : Gain espérance de vie, approche longitudinale**

	TGF 05	INSEE scénario central femmes hypothèses de 2006	INSEE scénario haut femmes hypothèses de 2006
<b>Espérance de vie à 60 ans en 2005</b>	31,3	28,6	30,1
<b>Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050</b>	1,4	0,8	1,5

**Figure 14 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche longitudinale**



L'écart entre les espérances de vie proposées par le scénario central de l'INSEE et la TGF05 est très marqué tandis que le scénario haut de l'INSEE et la table TGH05 proposent des gains d'espérances de vie relativement proches.

## 2.2.4 Table TGH05 pour les hommes

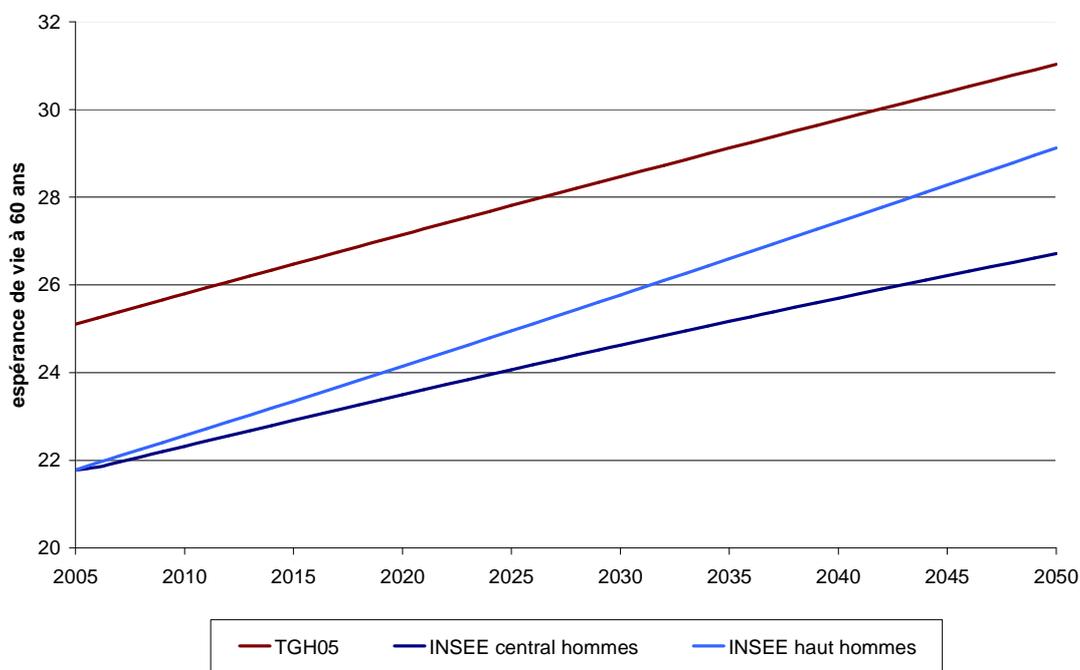
### 2.2.4.1 Approche transversale

**Tableau 20 : Gain espérance de vie, approche transversale**

	TGH 05	INSEE scénario central hommes hypothèses de 2006	INSEE scénario haut hommes hypothèses de 2006	INSEE scénario central hommes hypothèses de 2002
<b>Espérance de vie à 60 ans en 2005</b>	25,1	21,8	21,8	21,1
<b>Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050</b>	<b>1,3</b>	1,1	1,6	<b>1,3</b>

De même que pour l'analyse de la TGF05, on remarque que les gains d'espérance de vie à 60 ans proposés par la TGH05 et le scénario INSEE central de 2002 sont quasi identiques.

**Figure 15 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche transversale**

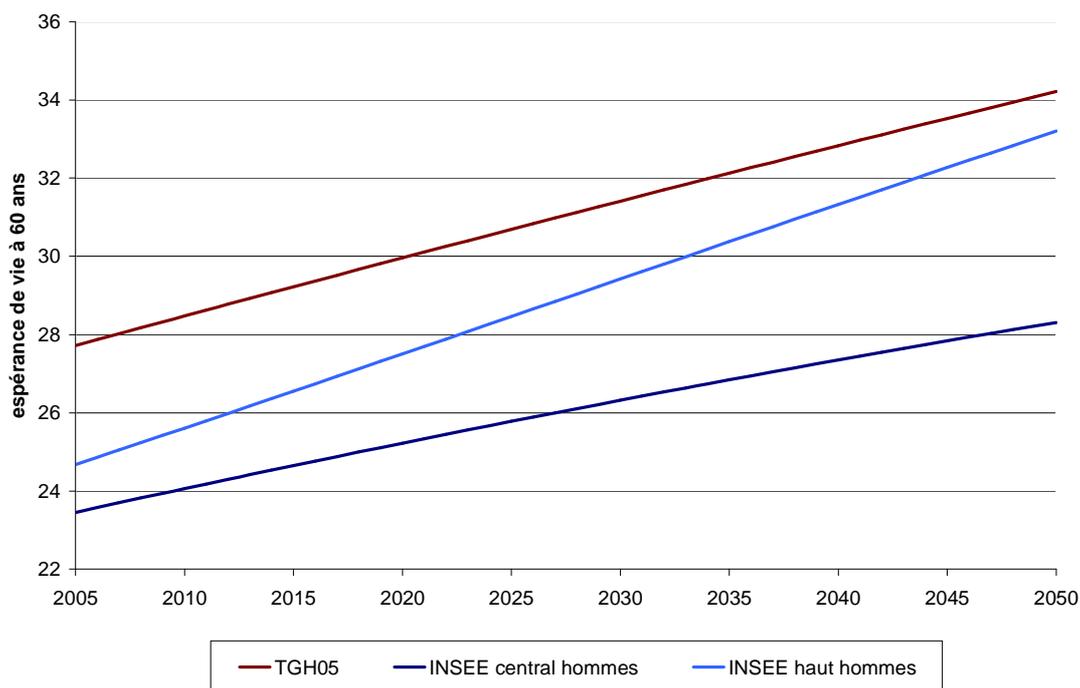


#### 2.2.4.2 Approche longitudinale

**Tableau 21 : Gain espérance de vie, approche longitudinale**

	TGH 05	INSEE scénario central hommes hypothèses de 2006	INSEE scénario haut hommes hypothèses de 2006
<b>Espérance de vie à 60 ans en 2005</b>	27,7	23,5	24,7
<b>Gain moyen tous les 10 ans période 2005-2050</b>	1,4	1,0	1,9

**Figure 16 : Evolution de l'espérance de vie à 60 ans selon l'approche longitudinale**



Les gains d'espérances de vie à 60 ans proposés par le scénario haut de l'INSEE sont plus importants que ceux de la TGH05. On remarque un effet de rattrapage. En revanche, les gains proposés par le scénario central de l'INSEE sont plus faibles que ceux de la TGH05. Ceci s'explique par le fait que la table TGH05 a été construite à partir de données INSEE antérieures à 2006, qui proposaient des gains d'espérance de vie plus importants.

Afin d'évaluer de façon optimale les différents engagements dans le cadre d'un portefeuille de retraite, il est nécessaire de choisir une hypothèse d'évolution de la mortalité pertinente reflétant au mieux l'expérience du portefeuille. Les tables de mortalité d'expérience sont donc une solution. Pourtant, celles-ci reposent très souvent sur un jeu de données (nombre d'assurés, entrées, sorties, décès, nombre d'années disponibles..) peu suffisant à la construction de ces tables. Il est alors nécessaire de se référer à des tables construites sur une base de données plus « consistante », telles que les tables INSEE reposant sur l'ensemble de la population française et fournissant des tendances sur le long terme. Il s'agit alors de positionner la mortalité d'expérience par rapport à une table de référence, ici une table INSEE. Ceci a d'ailleurs été le cas pour la construction des tables réglementaires TGF05 et TGH05, tel que décrit en annexe 3.

La mortalité a un caractère dynamique et de ce fait, les tables INSEE ont été modifiées au fil des années. Les tendances futures de la mortalité ont donc changé. En effet, l'augmentation de l'espérance de vie à 60 ans proposée par les nouvelles hypothèses de 2006 est moins importante que celle des hypothèses de 2002. Or nous avons remarqué précédemment au niveau de l'analyse « transversale » des tables que les gains d'espérance de vie obtenus via les tables TGF05 et TGH05 sont très proches de ceux proposés par les scénarii centraux de 2002 de l'INSEE. Une réactualisation des tables TGF05 et TGH05 à partir des nouvelles tendances de mortalité proposées par l'INSEE en 2006 peut alors être intéressante afin de mesurer la sensibilité des résultats à ces nouvelles hypothèses.

### **3 Décalage des tables réglementaires prospectives**

#### **TGF05 et TGH05**

Le but de notre étude est de mesurer l'impact d'une modification de l'évolution des taux de mortalité à 60 ans et plus des tables TGF05 et TGH05. Plus particulièrement, il s'agit de créer une table qui se base sur les hypothèses de mortalité des tables TGF05 et TGH05 mais avec une évolution différente de l'espérance de vie à 60 ans.

Nous allons ainsi introduire dans les tables réglementaires TGF05 et TGH05, les caractéristiques de vieillissement de la population prévues par l'INSEE. Il s'agit donc d'introduire dans les tables de  $q_x$  des TGF05 et TGH05 le décalage figurant dans les tables de  $q_x$  INSEE femmes et hommes.

Nous travaillons sur l'espérance de vie à 60 ans, puisque c'est le risque de longévité pour un portefeuille de retraite qui nous intéresse, donc après le passage en rentes.

Les études de l'INSEE de 2002 prévoyaient une évolution de l'espérance de vie à 60 ans (1,3 ans environ tous les 10 ans) plus optimiste que les nouvelles de 2006 (1 an tous les 10 ans).

Nous avons pu constater que les gains d'espérance de vie des retraités obtenus dans les tables réglementaires TGF05 et TGH05 correspondent à peu près à ceux prévus par le scénario central des projections INSEE de 2002 (approche transversale de la mortalité). Dans le cadre d'une « actualisation » des tables TGF05 et TGH05, nous allons intégrer dans ces tables l'évolution de l'espérance de vie à 60 ans prévue par l'étude 2006 de l'INSEE.

Un premier décalage des tables de mortalité réglementaires TGF05 et TGH05 s'est opéré en tenant compte des augmentations annuelles d'espérance de vie prévues par le scénario central de l'INSEE. Un deuxième décalage des tables a tenu compte des augmentations prévues par le scénario haut d'espérance de vie de l'INSEE. Par ailleurs, l'espérance de vie prévue par l'INSEE est calculée de manière transversale, ainsi, dans un souci de cohérence, nous nous sommes penchés sur l'approche transversale de la mortalité (cf. figure 9).

### 3.1 Description de la méthode de décalage

Nous prenons comme hypothèse que l'espérance de vie des rentiers évolue comme celle de la population nationale : cette hypothèse peut notamment se justifier par le fait que les gains d'espérance de vie à 60 ans des tables TGF05 et TGH05 correspondent environ à ceux prévus par les projections 2002 de l'INSEE.

On se base sur une hypothèse de départ qui est l'espérance de vie à 60 ans en 2005 des tables TGF05 et TGH05. On introduit ensuite l'évolution d'espérance de vie à 60 ans prévue par l'INSEE dans les tables TGF05 et TGH05. Ce sont les quotients de mortalité de 60 ans à 120 ans de ces tables qui sont changés chaque année  $t = 2006$  à  $t = 2110$ .

➤ **Étape 1 : Recensement des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 60$  ans à  $x = 120$  ans**

Les quotients de mortalité  $q_x$  sont lus sur la verticale : on supposera par la suite qu'on étudie les caractéristiques de mortalité d'une cohorte fictive ayant 60 ans en 2005 et dont les quotients de mortalité  $q_x$  seraient ceux constatés en 2005 pour les populations d'âge  $x$  entre 61 ans et 120 ans.

année \ âge	2005	2006	2007	...	2107	2108	2109	2110
0	$q_0^{2005}$	$q_0^{2006}$	$q_0^{2007}$		$q_0^{2107}$	$q_0^{2108}$	$q_0^{2109}$	$q_0^{2110}$
1	$q_1^{2005}$							
⋮								
60	$q_{60}^{2005}$	$q_{60}^{2006}$			$q_{60}^{2107}$	$q_{60}^{2108}$	$q_{60}^{2109}$	$q_{60}^{2110}$
61	$q_{61}^{2005}$	$q_{61}^{2106}$			$q_{61}^{2107}$	$q_{61}^{2108}$		
62	$q_{62}^{2005}$	$q_{62}^{2006}$			$q_{62}^{2107}$	$q_{62}^{2108}$		
⋮								
119	$q_{119}^{2005}$	$q_{119}^{2006}$			$q_{119}^{2107}$	$q_{119}^{2108}$	$q_{119}^{2109}$	$q_{119}^{2110}$
120	$q_{120}^{2005}$	$q_{120}^{2006}$			$q_{120}^{2107}$	$q_{120}^{2108}$	$q_{120}^{2109}$	$q_{120}^{2110}$

Lecture des  $q_x$

**Remarque :** Le quotient de mortalité  $q_x^t$  correspond à la probabilité de décès d'une personne d'âge  $x$  en année  $t$ . Une verticale décrit donc les probabilités de décès dans la même année des populations d'âges différents.

Pour suivre une génération donnée, il faut donc lire la table de manière diagonale. Ainsi pour une année  $t$  donnée, ce sont les  $q_x^{t+x}$ ,  $x \geq 0$  qui sont lus.

- **Étape 2 :** Calcul chaque année  $t = 2005$  à  $t = 2110$  du nombre de survivants à l'âge  $x$ ,  $l_x$ ,  $x = 60$  ans à  $x = 120$  ans

$$l_{x+1}^t = l_x^t \times (1 - q_x^t), x = 60 \text{ ans à } x = 120 \text{ ans}; t = 2005 \text{ à } t = 2110$$

hypothèse de départ :  $l_{60}^t = 100\,000$

- **Étape 3 :** Calcul des espérances de vie à 60 ans des tables TGF05, TGH05, INSEE central hommes et femmes, INSEE haut hommes et femmes.

Ces espérances de vie sont calculées chaque année de  $t = 2005$  à  $t = 2110$  via la formule suivante :

$$e_{60}^t = \frac{\text{nombre de vivants entre 61 ans et 120 ans en } t}{\text{population vivante à 60 ans en } t} + 0,5$$

C'est-à-dire :

$$e_{60}^t = \frac{\sum_{x=61}^{120} l_x^t}{l_{60}^t} + 0,5$$

avec  $l_{60}^t = 100\,000$

➤ **Etape 4 : Calcul des nouvelles espérances de vie**

On veut introduire dans les tables réglementaires TGF05 et TGH05 l'augmentation d'espérance de vie à 60 ans prévue par l'étude 2006 de l'INSEE (scénario central et scénario haut).

Pour mieux comprendre la démarche, nous allons nous intéresser à l'introduction de l'augmentation d'espérance de vie à 60 ans prévue par la table INSEE central femmes dans la table TGF05.

- On calcule l'augmentation annuelle d'espérance de vie prévue par la table INSEE central femmes.
- On prend comme espérance de vie de base l'espérance de vie à 60 ans en 2005 de la table TGF05.
- On ajoute à celle-ci l'augmentation d'espérance de vie à 60 ans prévue par la table INSEE central femmes entre 2005 et 2006 : on obtient pour 2006 une nouvelle espérance de vie à 60 ans.
- On ajoute à celle-ci l'augmentation d'espérance de vie prévue par la table INSEE central femmes entre 2006 et 2007 : on obtient pour 2007 une nouvelle espérance de vie à 60 ans.
- On réitère ce processus jusqu'à obtenir les nouvelles espérances de vie à 60 ans entre 2006 et 2110.

Année	2005	2006	2007	2008	...	2107	2108	2109	2110
Augmentation d'espérance de vie à 60 ans prévue par l'INSEE		0,06	0,11	0,12			0,06	0,06	0,07
Nouvelles espérances de vie à 60 ans	25,11	25,17	25,28	25,40	...	34,66	34,72	34,78	34,85

↓  
Espérance de  
vie à 60 ans  
en 2005 de la  
TGH 05

On note ces nouvelles espérances de vie :

$$e_{60}^t(\text{TGF05 décalage INSEE central}), t = 2006 \text{ à } t = 2110$$

➤ **Etape 5 : Nouveaux quotients de mortalité**

On souhaite désormais modifier les quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGF05, de sorte que les espérances de vie à 60 ans de la TGF05 correspondent aux nouvelles espérances de vie à 60 ans calculées précédemment.

On cherche donc un coefficient  $\lambda$  à appliquer aux quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGF05 de sorte que chaque année  $t=2006$  à  $t=2110$ ,

$$e_{60}^t(\text{TGF05}) = e_{60}^t(\text{TGF05 décalage INSEE central})$$

On sait que :

$$e_{60}^t(\text{TGF 05}) = \frac{\sum_{x=61}^{120} l_x^t}{l_{60}^t} + 0,5, \text{ avec } l_{60}^t = 100\,000$$

On a :

$$l_{60}^t = 100000$$

$$l_{61}^t = l_{60}^t \times (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) = 100000 \times (1 - \lambda^t \times q_{60}^t)$$

$$l_{62}^t = l_{61}^t \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) = 100000 \times (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t)$$

$$l_{63}^t = l_{62}^t \times (1 - \lambda^t \times q_{62}^t) = 100000 \times (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{62}^t)$$

...

et enfin :

$$l_{120}^t = l_{119}^t \times (1 - \lambda^t \times q_{119}^t) = 100000 \times (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) \times \dots \times (1 - \lambda^t \times q_{119}^t)$$

Ainsi, on cherche pour chaque année  $t = 2006$  à  $t=2110$ , le  $\lambda^t$  tel que :

$$\frac{100000 \times \left[ (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) + (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) + \dots + (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) \times \dots \times (1 - \lambda^t \times q_{119}^t) \right]}{l_{60}^t} + 0,5$$

$$= e_{60}^t(\text{TGF05 décalage INSEE central})$$

c'est-à-dire que l'on cherche chaque année  $t = 2006$  à  $t = 2110$ , le  $\lambda^t$  à appliquer aux  $q_x^t$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGF05 tel que :

$$100000 \times [(1 - \lambda^t \times q_{60}^t) + (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) \times (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) + \dots + (1 - \lambda^t \times q_{60}^t) + (1 - \lambda^t \times q_{61}^t) \times \dots \times (1 - \lambda^t \times q_{119}^t)]$$

$$= [e'_{60}(\text{TGF05 décalage INSEE central}) - 0,5] \times 100000$$

On trouve chaque année  $t = 2006$  à  $t = 2110$ , les  $\lambda^t$  en résolvant l'équation ci-dessus.

Les nouveaux quotients de mortalité obtenus sont :

$$q_x^t(\text{TGF05 décalage INSEE central}) = \lambda^t \times q_x^t(\text{TGF05}), x = 60 \text{ ans à } x = 120 \text{ ans}; t = 2006 \text{ à } t = 2110$$

➤ **Etape 6 : Nouvelle table de mortalité TGF05 décalage INSEE central**

année \ âge	2005	2006	2007	...	2107	2108	2109	2110
0	$q_0^{2005}$	$q_0^{2006}$	$q_0^{2007}$		$q_0^{2107}$	$q_0^{2108}$	$q_0^{2109}$	$q_0^{2110}$
1	$q_1^{2005}$							
⋮								
60	$q_{60}^{2005}$	$q_{60}^{2006}$			$q_{60}^{2107}$	$q_{60}^{2108}$	$q_{60}^{2109}$	$q_{60}^{2110}$
61	$q_{61}^{2005}$	$q_{61}^{2006}$			$q_{61}^{2107}$	$q_{61}^{2108}$		
62	$q_{62}^{2005}$	$q_{62}^{2006}$			$q_{62}^{2107}$	$q_{62}^{2108}$		
⋮								
118	$q_{118}^{2005}$	$q_{118}^{2006}$			$q_{118}^{2107}$	$q_{118}^{2108}$		
119	$q_{119}^{2005}$	$q_{119}^{2006}$			$q_{119}^{2107}$	$q_{119}^{2108}$		
120	$q_{120}^{2005}$	$q_{120}^{2006}$			$q_{120}^{2107}$	$q_{120}^{2108}$		

  $q_x$  de la TGF05  
 Nouveaux  $q_x$

**Remarque :** Les quotients de mortalité  $q_x^{2005}$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  sont ceux de la table TGF05 puisque l'espérance de vie à 60 ans obtenue via cette table a servi de base.

Cette même démarche a été utilisée pour construire les tables :

- TGF05 décalage INSEE central : on utilise la table TGF05 et la table INSEE central femmes.
- TGH05 décalage INSEE central : on utilise la table TGH05 et la table INSEE central hommes.
- TGF05 décalage INSEE haut : on utilise la table TGF05 et la table INSEE haut femmes.
- TGH05 décalage INSEE haut : on utilise la table TGH05 et la table INSEE haut hommes.

Dans le cadre du décalage des TGF05 et TGH05 selon le scénario central de l'INSEE, les coefficients  $\lambda^t$ ,  $t = 2006$  à  $t = 2110$ , appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGF05 sont donnés en annexe 4.1.1, ceux appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGH05 sont donnés en annexe 4.1.3. On retrouve en annexe 4.1.2 les espérances de vie à 60 ans de la table TGF05 décalage INSEE central, et en annexe 4.1.4 les espérances de vie à 60 ans de la table TGH05 décalage INSEE central.

Dans le cadre du décalage des TGF05 et TGH05 selon le scénario haut de l'INSEE, les coefficients  $\lambda^t$ ,  $t = 2006$  à  $t = 2110$ , appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGF05 sont donnés en annexe 4.2.1, ceux appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ ,  $x = 60 \text{ ans}$  à  $x = 120 \text{ ans}$  de la table TGH05 sont donnés en annexe 4.2.3. On retrouve en annexe 4.2.2 les espérances de vie à 60 ans de la table TGF05 décalage INSEE haut, et en annexe 4.2.4 les espérances de vie à 60 ans de la table TGH05 décalage INSEE haut.

## 3.2 Validité de la méthode

### 3.2.1 Décalage suivant le scénario central de l'INSEE

#### 3.2.1.1 Etude des quotients de mortalité

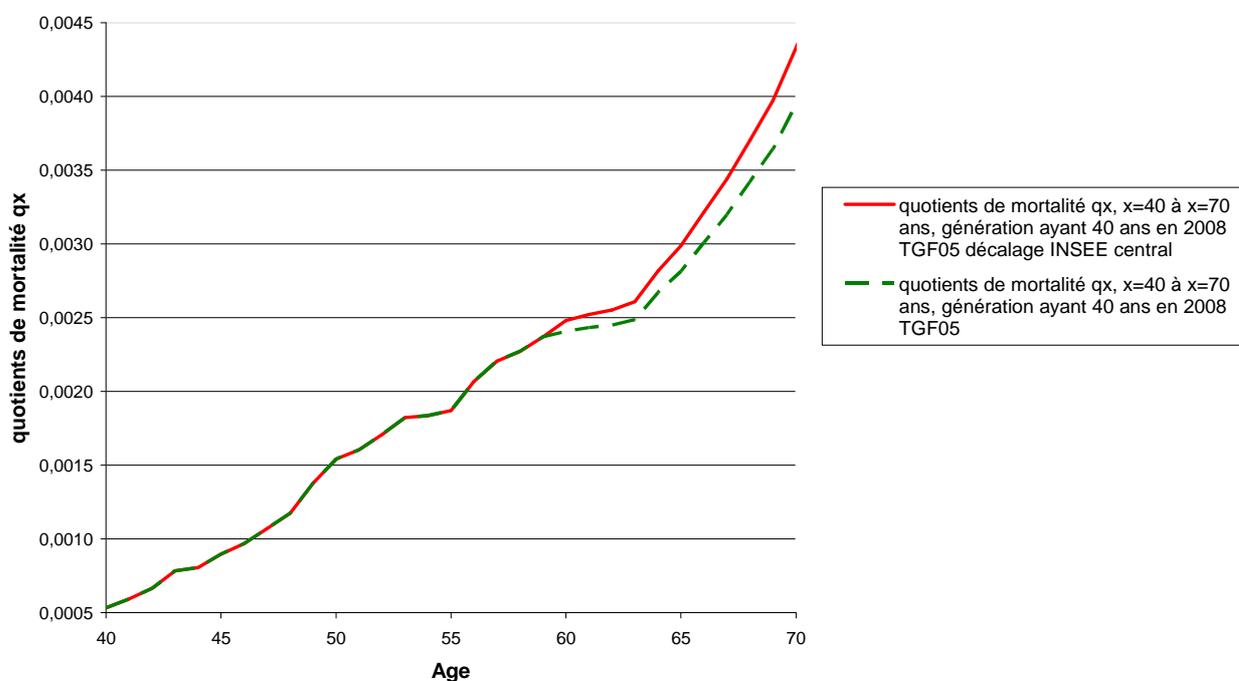
Pour valider notre décalage, il faut tout d'abord que les quotients de mortalité vérifient la relation suivante :

$$q_{x+1} - q_x > 0$$

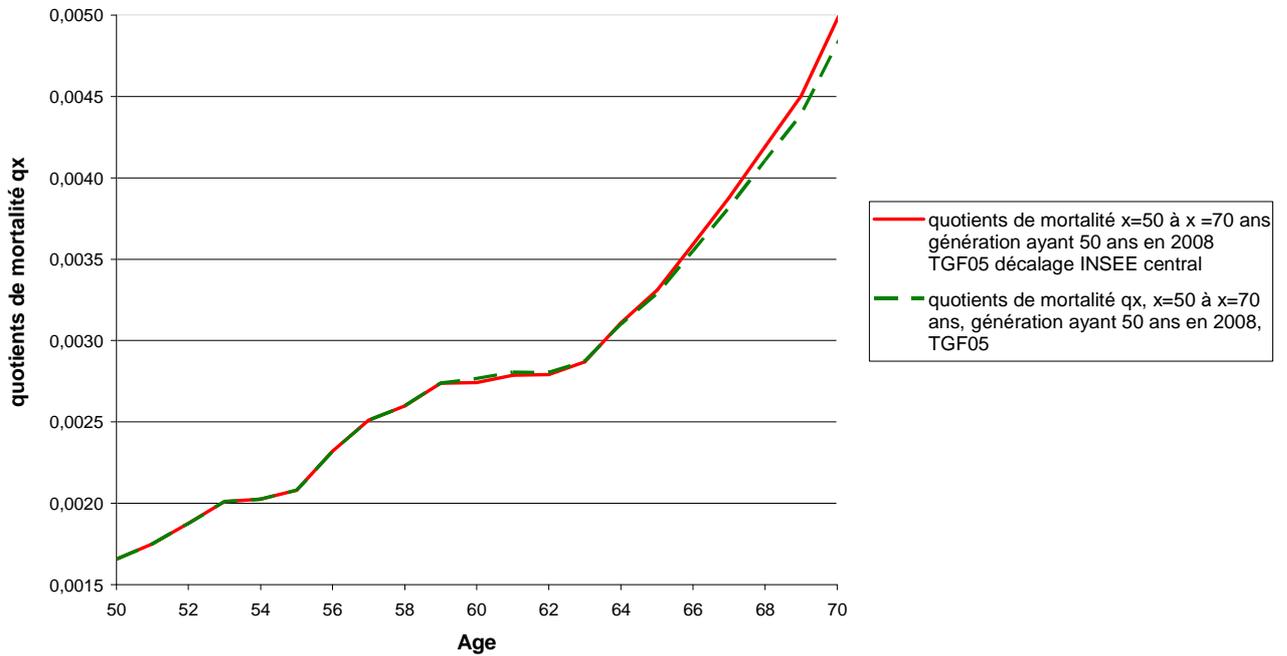
En effet, les quotients de mortalité doivent être croissants avec l'âge (exception pour les premiers âges, pour la mortalité due aux accidents de la route entre 16 et 25 ans ; ces âges n'entrent pas dans le cadre de notre décalage ; exception également pour les âges extrêmes)

S'agissant des femmes, la première méthode reflète une courbe de  $q_x$  lisse et l'hypothèse de croissance des  $q_x$  est vérifiée ci-dessous et en annexe 5.1.1.

**Figure 17 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$   $x = 40$  ans à  $x = 70$  ans, femmes génération ayant 40 ans en 2008**

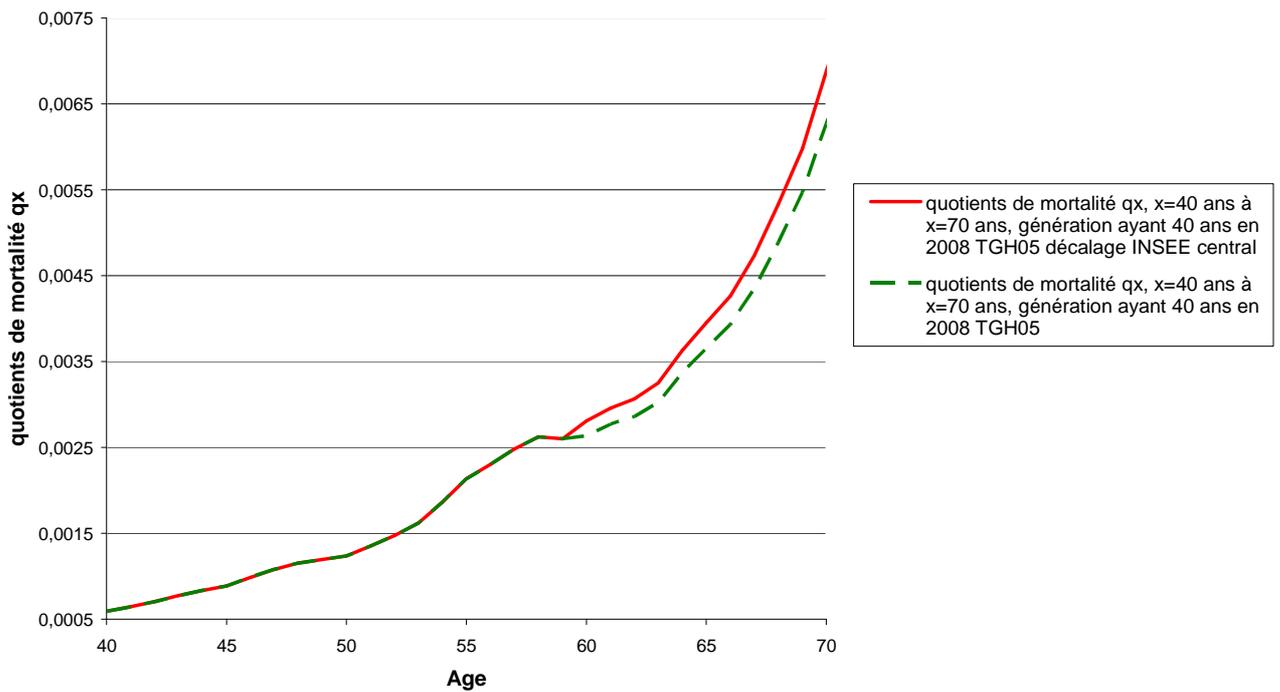


**Figure 18 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 50$  ans à  $x = 70$  ans, femmes génération ayant 50 ans en 2008**

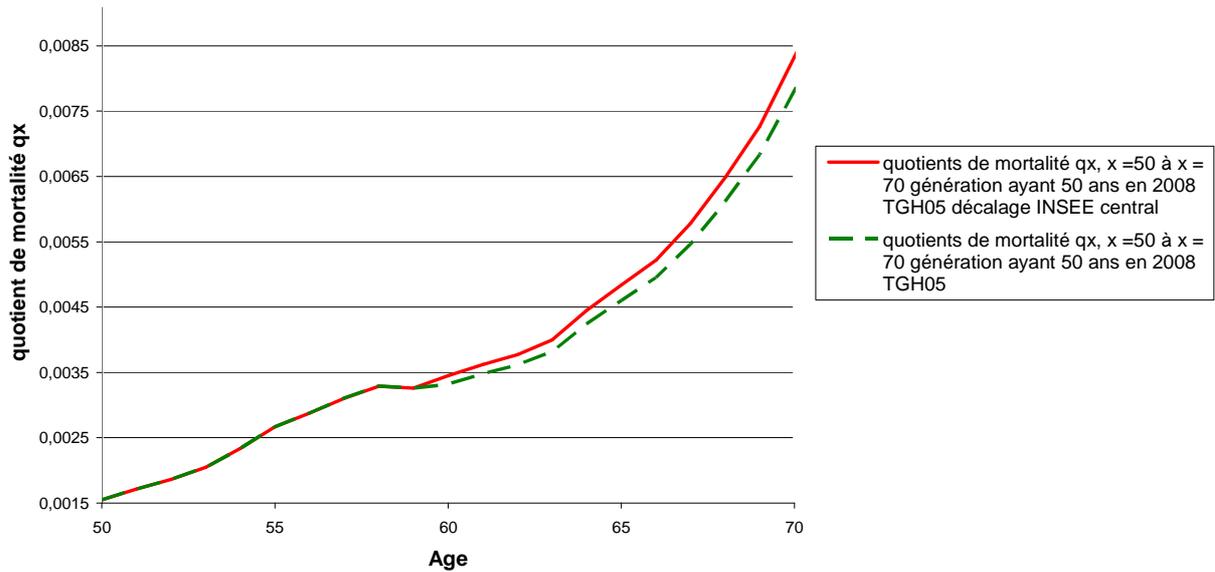


Concernant les hommes, les graphiques ci-dessous et l'annexe 5.1.2 montrent que l'hypothèse de croissance des  $q_x$  est également vérifiée.

**Figure 19 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 40$  ans à  $x = 70$  ans, hommes génération ayant 40 ans en 2008**



**Figure 20 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 50$  ans à  $x = 70$  ans, hommes génération ayant 50 ans en 2008**



### 3.2.1.2 Comportement aux âges supérieurs à 60 ans

Nos décalages impactent non seulement l'espérance de vie à 60 ans mais également les suivantes. Il convient donc de vérifier la cohérence des comportements aux âges supérieurs à 60 ans. Les graphiques ci-dessous montrent une tendance similaire pour les tables c'est-à-dire :

- tendance linéaire de 60 à 90 ans
- espérance de vie diminue plus lentement par la suite

**Figure 21 : Evolution de l'espérance de vie de la génération femme ayant 60 ans en 2008**

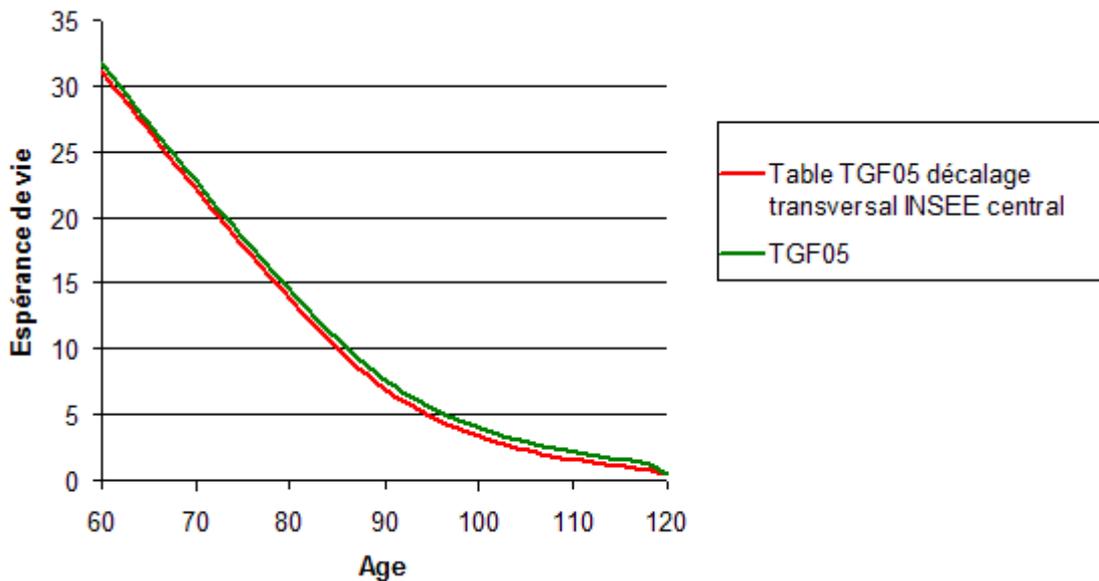
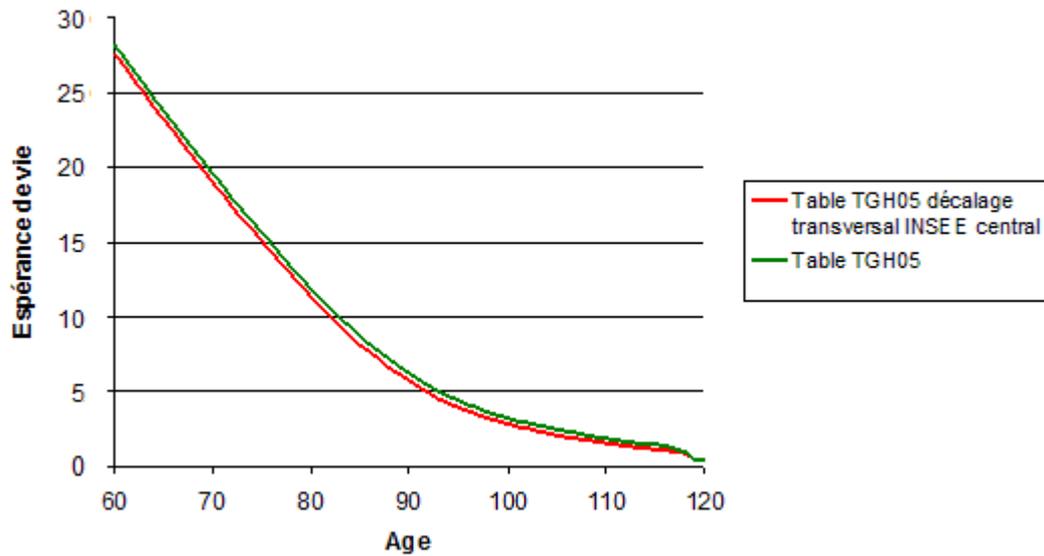


Figure 22 : Evolution de l'espérance de vie de la génération homme ayant 60 ans en 2008

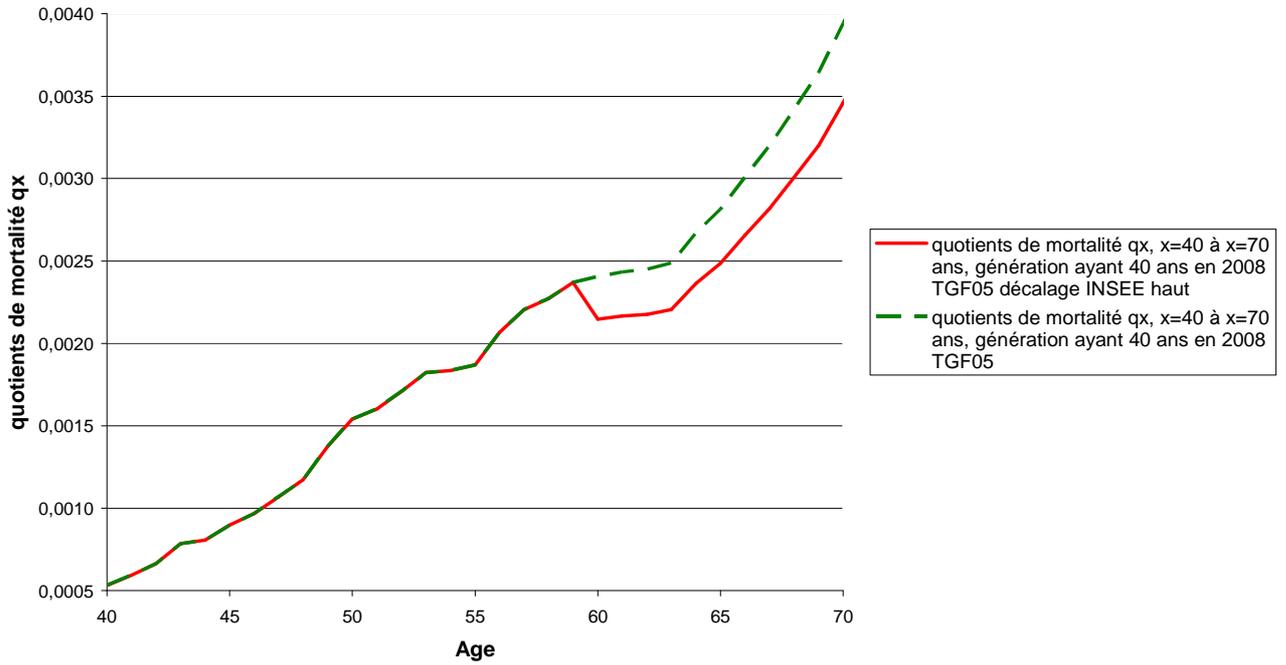


### 3.2.2 Décalage suivant le scénario haut de l'INSEE

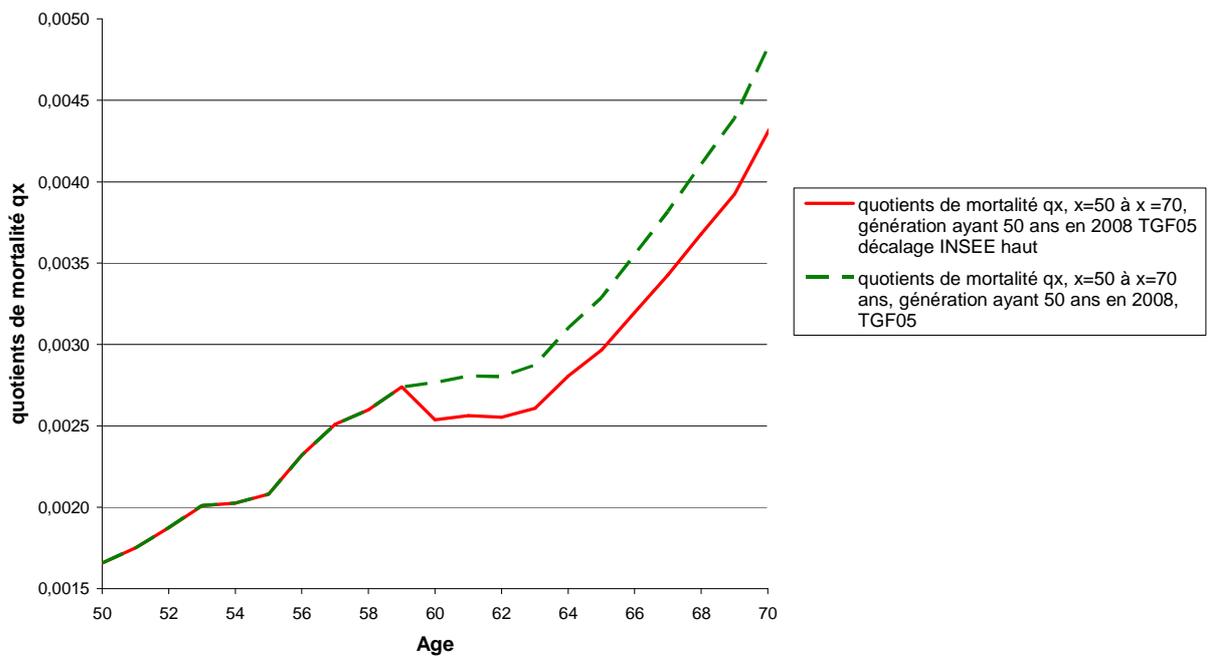
#### 3.2.2.1 Etude des quotients de mortalité

S'agissant des femmes, on ne peut pas pour l'instant retenir la méthode de décalage. En effet, l'hypothèse de croissance des  $q_x$  n'est pas vérifiée comme le montrent les graphiques ci-dessous.

**Figure 23 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$   $x = 40$  ans à  $x = 70$  ans, femmes génération ayant 40 ans en 2008**

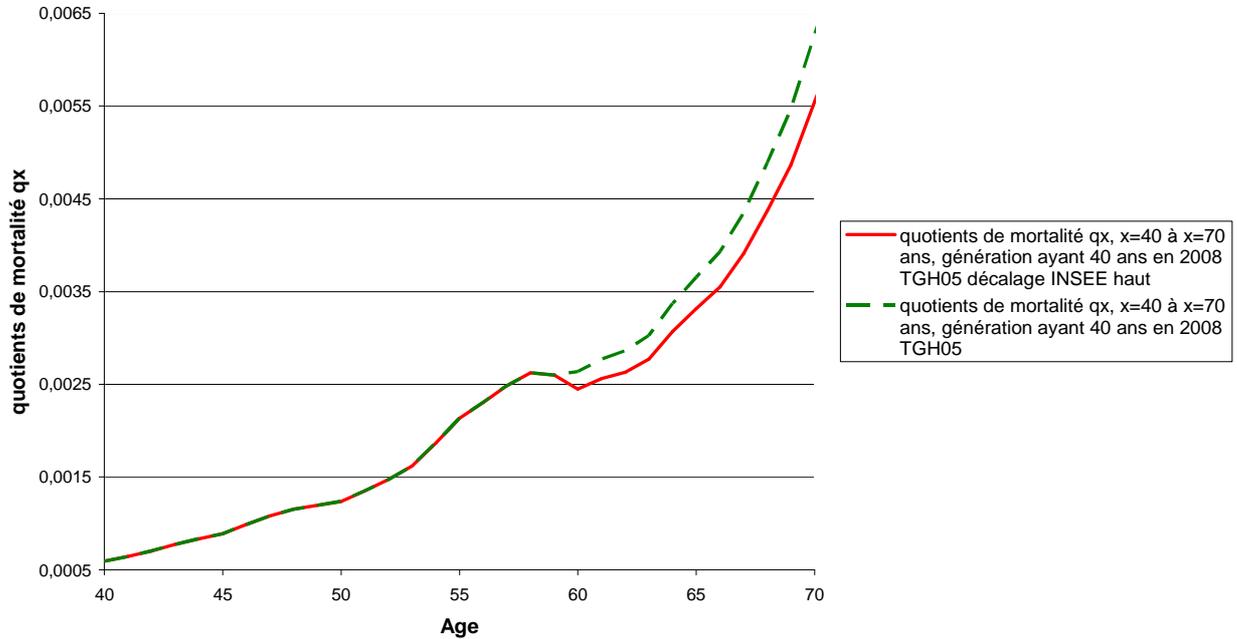


**Figure 24 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$   $x = 50$  ans à  $x = 70$  ans, femmes génération ayant 50 ans en 2008**

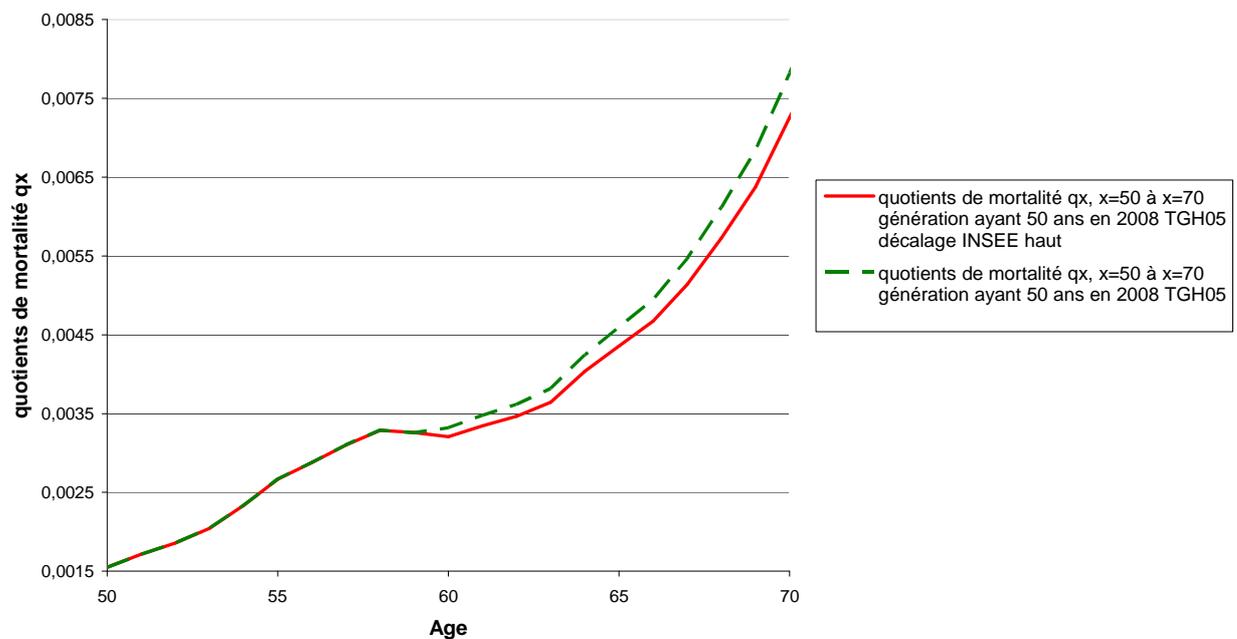


Concernant les hommes, l'hypothèse de croissance des  $q_x$  n'est également pas vérifiée

**Figure 25 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 40$  ans à  $x = 70$  ans, hommes génération ayant 40 ans en 2008**



**Figure 26 : Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 50$  ans à  $x = 70$  ans, hommes génération ayant 50 ans en 2008**



Afin de palier le saut à la baisse entre  $q_{59}$  et  $q_{60}$ , nous allons lisser les quotients de mortalité sur un intervalle réduit (10 à 15 ans) de sorte que l'hypothèse de croissance des  $q_x$  soit vérifiée et que la courbe soit plus cohérente. Après ce lissage, nous vérifierons sa validité : en effet, les espérances de vie obtenues avec la table lissée doivent être au plus proches de celles « à atteindre » calculées en annexe 4.2.2 pour les femmes et en annexe 4.2.4 pour les hommes (en rouge).

### 3.2.2.2 Lissage de la TGF05 décalage INSEE haut

Afin de ne pas bouleverser le décalage initialement effectué, nous avons décidé de lisser les  $q_x$  sur un intervalle réduit [55 ans ; 65 ans].

Nous utilisons le lissage « moyenne mobile centrée » d'ordre impair.

On a donc  $\hat{q}_x^t$ , le quotient de mortalité « centré », d'ordre  $t$ ,  $t = 2k+1$ ,  $k \in \mathbb{N}$ .

$$\hat{q}_x^t = \frac{\sum_{i=-k}^k q_{x+i}}{t}$$

Nous testons la moyenne mobile centrée sur 3 ans, puis sur 5 ans etc. jusqu'à ce que l'hypothèse de croissance des  $q_x$  soit vérifiée.

L'hypothèse de croissance des  $q_x$  est vérifiée pour une moyenne mobile centrée d'ordre 9 (annexes 5.2.1 et 5.2.2).

Nous vérifions si les espérances de vie à 60 ans obtenues avec ces nouvelles tables lissées se rapprochent des espérances « à atteindre » en observant la somme des moindres carrés  $S(x)$ .

Soit  $e_{60}^t$  les espérances de vie à 60 ans en année  $t$  à atteindre pour le scénario haut calculées en annexe 4.2.2.

Soit  $\hat{e}_{60}^t$  les espérances de vie à 60 ans en année  $t$  obtenues avec la table de  $q_x$  lissée sur la plage [55 ans ; 65 ans].

On a :

$$S(x) = \sum_{t=2005}^{2110} (\hat{e}_{60}^t - e_{60}^t)^2$$

On obtient ici :  $S(x)^{femmes} = 1,91\%$  (annexe 5.2.3). Ce chiffre est faible. Nous validons donc notre lissage.

### 3.2.2.3 Lissage de la TGH05 décalage INSEE haut

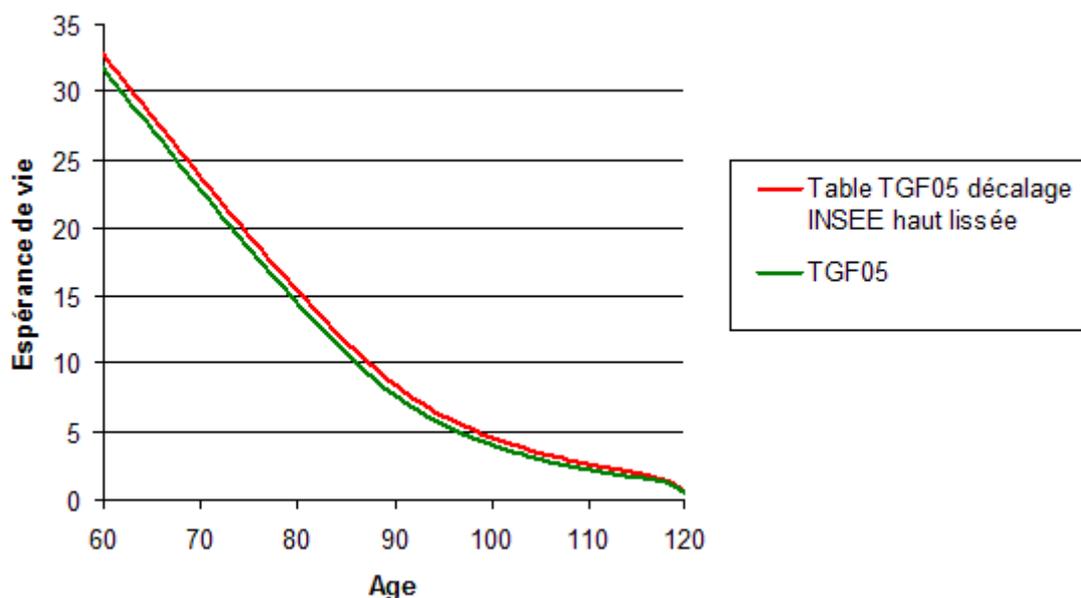
Nous lissons les  $q_x$  sur l'intervalle [55 ans ; 65 ans].

De même que pour les femmes, nous testons la moyenne mobile centrée sur 3 ans, puis sur 5 ans etc. jusqu'à ce que l'hypothèse de croissance des  $q_x$  soit vérifiée. L'hypothèse de croissance des  $q_x$  est vérifiée pour une moyenne mobile sur 9 ans (annexes 5.2.4 et 5.2.5). Nous validons également notre lissage puisque  $S(x)^{hommes} = 3,56\%$  (annexe 5.2.6).

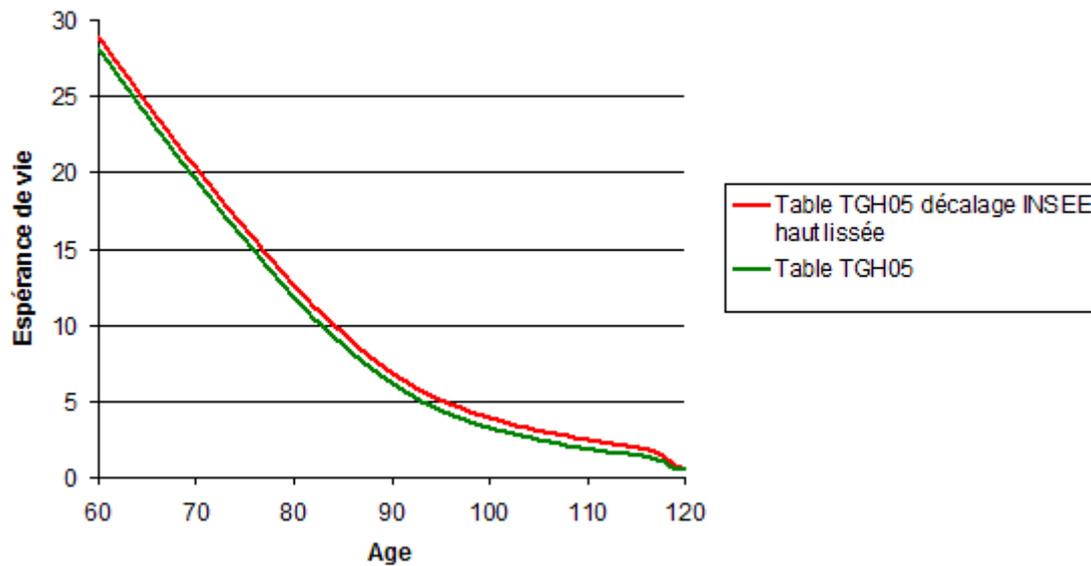
### 3.2.2.4 Comportement aux âges supérieurs à 60 ans

De même que pour le décalage selon le scénario central de l'INSEE, le comportement aux âges supérieurs à 60 ans est cohérent.

Figure 27 : Evolution de l'espérance de vie de la génération femme ayant 60 ans en 2008



**Figure 28 : Evolution de l'espérance de vie de la génération homme ayant 60 ans en 2008**



Nous nommons les tables lissées que nous avons créées :

- TGF05 décalage INSEE haut pour la table femme
- TGH05 décalage INSEE haut pour la table homme.

Au terme de ce chapitre, nous avons créé quatre tables qui prennent en compte les études récentes de l'INSEE sur l'évolution future de l'espérance de vie à 60 ans. Nous souhaitons par la suite utiliser ces tables afin de modéliser la mortalité d'expérience. Nous mesurerons les impacts en termes de coût unitaire de la rente et de pertes techniques pour l'assureur.

## CHAPITRE 3 Résultats et application à un portefeuille de rentes

Nous souhaitons dans cette partie nous centrer sur les tables TGF05 et TGH05 ainsi que les tables que nous avons créées (scénario central et haut) au terme du chapitre 2. Nous utiliserons ces tables pour modéliser la mortalité d'expérience et nous regarderons l'impact d'une modélisation différente de la mortalité d'expérience sur les deux indicateurs suivants :

### **\* Les pertes techniques lors du passage en rente.**

Les pertes techniques correspondent au surplus de provisions mathématiques (défini en annexe 6) que l'assureur doit fournir pour faire face à l'augmentation de l'espérance de vie. Cet indicateur permet de prendre en compte la description du portefeuille.

### **\* Le capital pour obtenir une unité de rente.**

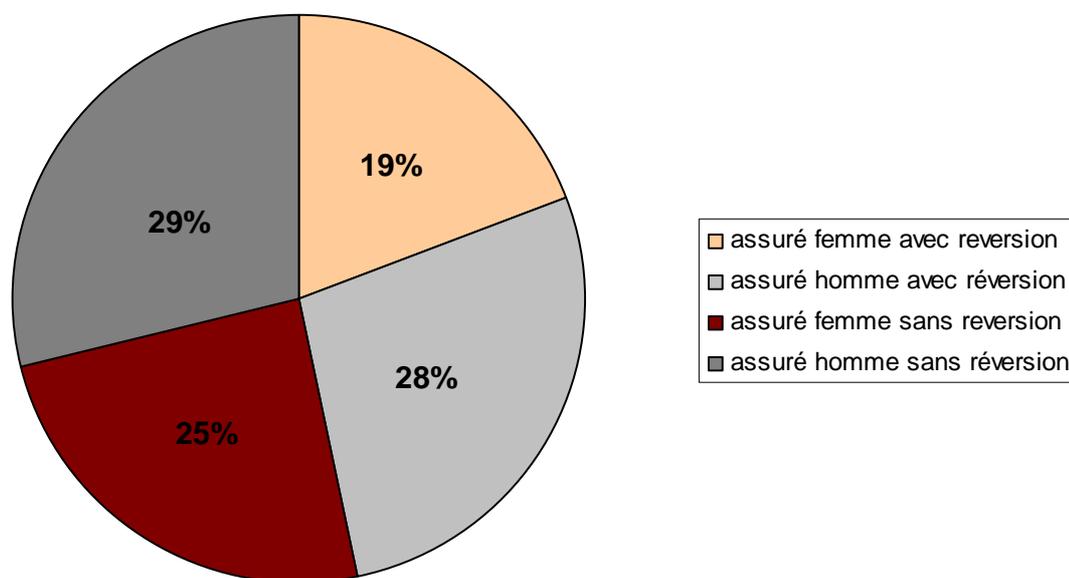
Il s'agit du coût de la rente pour une table de mortalité donnée. Cet indicateur permet de prendre en compte l'impact d'un changement de table de mortalité.

Nous rappelons que seules les tables modélisant la mortalité d'expérience ont été modifiées. Les tables calculant le tarif et les provisions sont inchangées.

## 1 Description du portefeuille

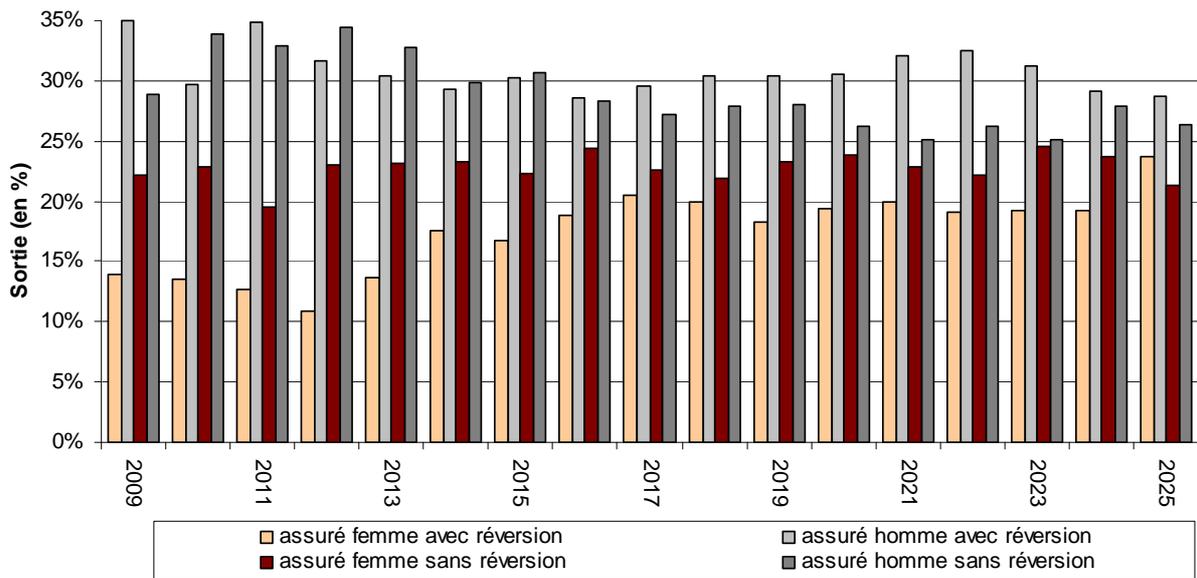
Il s'agit d'un portefeuille de retraite constitué de garanties viagères. Les affaires nouvelles ne sont pas prises en compte dans le portefeuille : il s'agit d'un portefeuille en « run-off ». Nous présentons ci-dessous les caractéristiques d'effectifs et d'âges du portefeuille.

**Figure 29 : Répartition hommes et femmes du portefeuille**



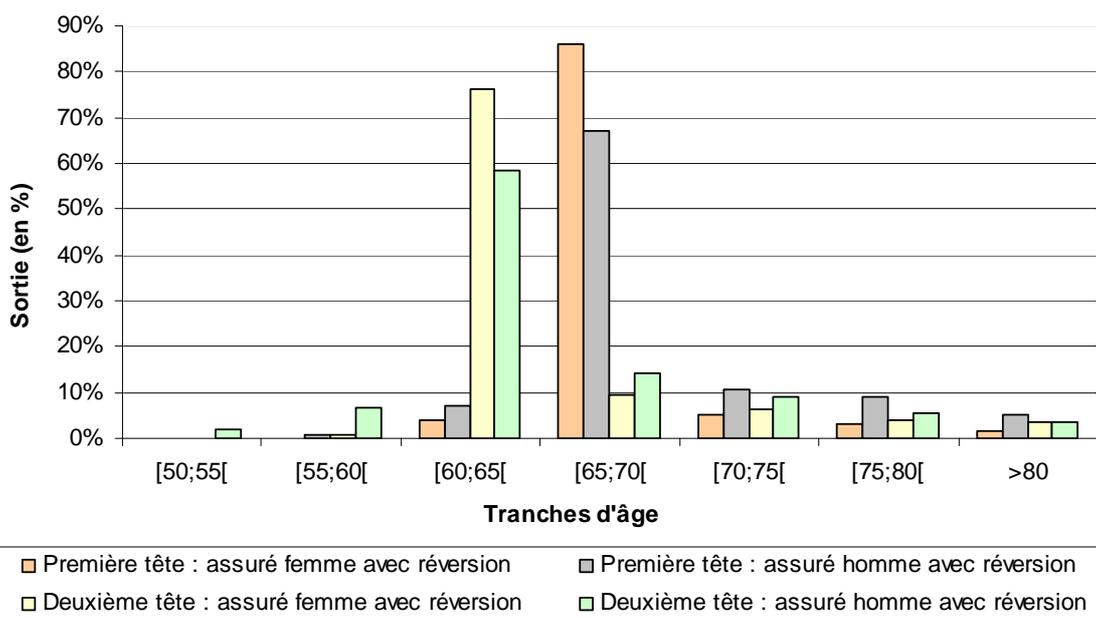
Nous remarquons que le portefeuille est constitué essentiellement d'hommes : plus de 55 % du portefeuille. La part de la réversion (défini par la suite en 2.3.1) est non négligeable puisqu'elle correspond à 47% du portefeuille. Notons que la réversion se fait essentiellement sur une deuxième tête de sexe opposé. Ainsi, nous pouvons affirmer que notre portefeuille est majoritairement constitué de réversion sur les femmes (28% contre 19%). Ceci reflète bien la réalité des contrats de rente en assurance vie.

**Figure 30 : Sortie en rente sur la période 2009 - 2025**



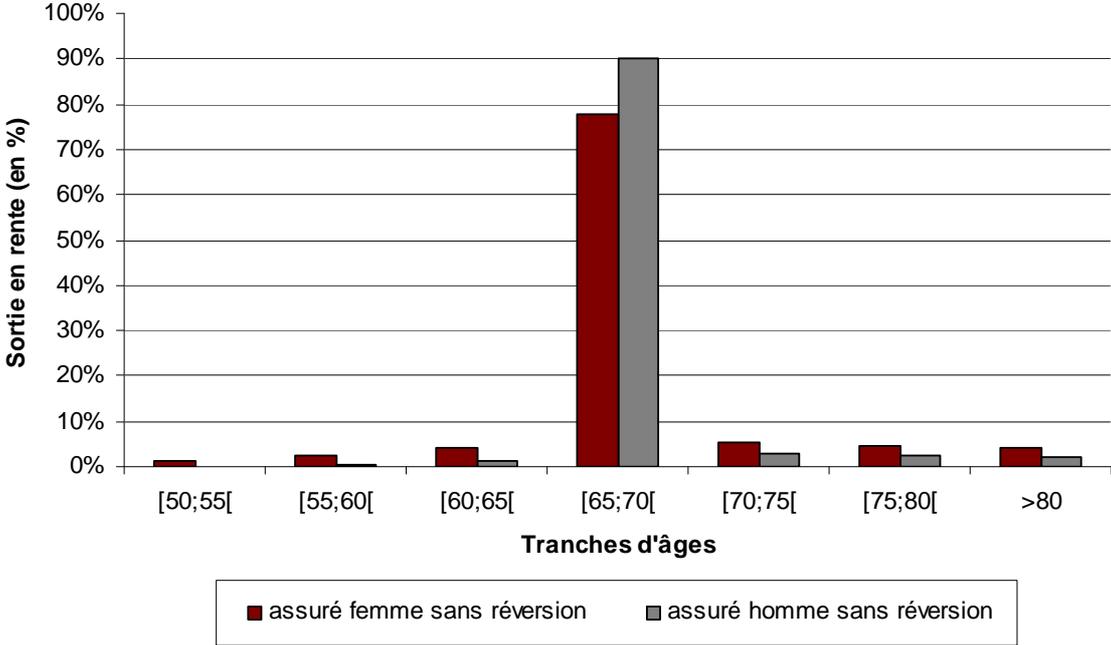
Le graphique ci-dessus représente la part des assurés et bénéficiaires sortant en rente par année. La part des femmes assurées sortant en rente augmente légèrement en fonction du temps tandis que celle des hommes est plutôt stable : nous pouvons en conclure que les femmes sont plus jeunes que les hommes lorsqu'elles souscrivent leur contrat de rente viagère, la sortie en rente est donc plus tardive.

**Figure 31 : Sortie en rente en fonction des tranches d'âge, assurés avec réversion**



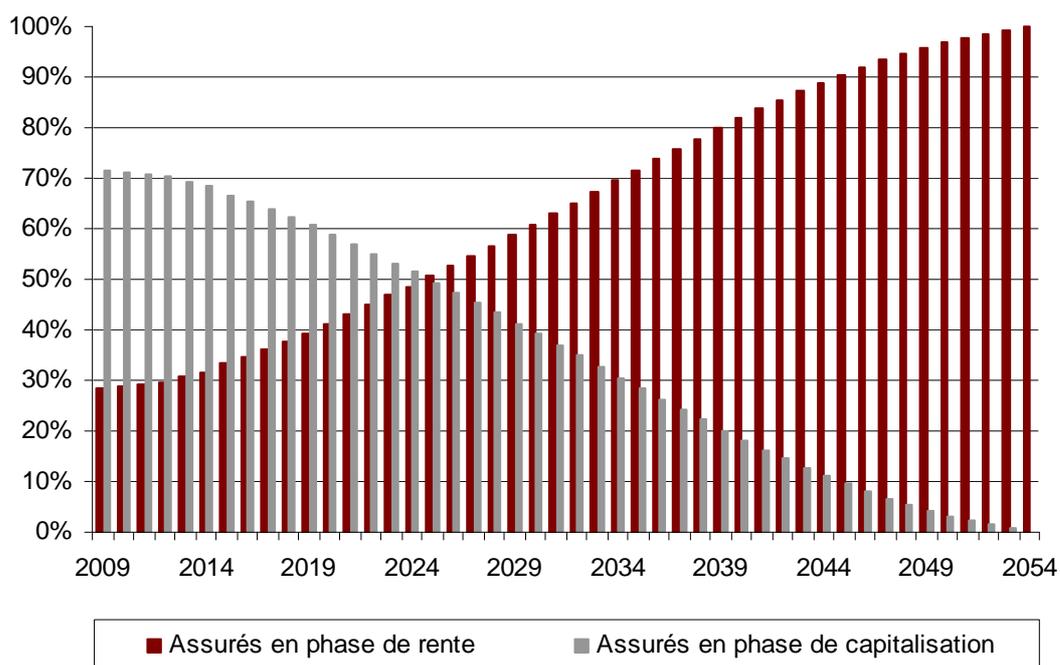
Le graphique ci-dessus représente la répartition par tranche d'âge des sorties en rente pour les assurés ayant choisi une réversion sur leur conjoint. La première tête correspond à l'assuré principal. La deuxième tête correspond au bénéficiaire de la réversion. Nous remarquons que les départs en rente se font essentiellement entre 65 et 70 ans pour les assurés « première tête ». La réversion concerne majoritairement les bénéficiaires de 60 à 65 ans. La réversion se fait donc sur des bénéficiaires plus jeunes que les souscripteurs.

**Figure 32 : Sortie en rente en fonction des tranches d'âge, assurés sans réversion**



Le graphique ci-dessus représente la répartition par tranche d'âge des sorties en rente pour les assurés n'ayant pas opté pour une réversion sur leur conjoint. Il confirme le graphique précédent : le départ en rente s'effectue principalement entre les 65 et 70 ans de l'assuré.

**Figure 33 : Proportion des assurés en phase de rente et en phase de capitalisation par année**



Le graphique ci-dessus représente la conversion du capital en rente. Nous remarquons que le taux transformation augmente avec le temps, traduisant les départs progressifs en rente. Le portefeuille est à l'équilibre au bout de 15 ans environ : en 2025, il y a autant de contrats en phase de capitalisation que de contrats en phase de rente. En 2054, tous les assurés sont en phase de rente (pour rappel, aucune affaire nouvelle n'est prise en compte).

Nous allons désormais nous intéresser à l'impact de la prise en compte de la mortalité décrite par les tables TGF05 et TGH05 ainsi que celle décrite par les tables décalées sur le coût de la rente et sur les pertes techniques de l'assureur.

## 2 Résultats obtenus avec les tables réglementaires

### TGF05 et TGH05

#### 2.1 Calcul du capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente

L'assureur provisionne le capital nécessaire au paiement de la rente viagère en fonction des âges des bénéficiaires et de la table de mortalité effective. Nous allons donc calculer le capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente à partir des 60 ans et des 65 ans de l'assuré.

Soit  $a_x$  le coefficient de conversion de la rente : il correspond au capital nécessaire pour avoir une rente de 1 € versée en fin de période (rente à termes échu).

Soit :

$$a_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \times \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{l_{x+2}}{l_x} \times \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{l_{x+\infty}}{l_x} \times \frac{1}{(1+i)^\infty}$$

Avec :

- $x$  : âge du bénéficiaire de la rente
- $l_x$  : nombre de survivants à l'âge  $x$  obtenu avec la table de mortalité correspondante
- $i$  : taux d'intérêt technique, c'est-à-dire le taux de rémunération anticipé et garanti pour le placement du capital constitutif de la rente. Celui-ci est en moyenne de 3% dans notre modèle.
- ${}_k p_x = \frac{l_{x+k}}{l_x}$  : probabilité de survivre  $k$  années à l'âge  $x$ .

Nous obtenons donc :

$$a_x = \sum_{k=1}^{k=\infty} {}_k p_x \times v^k \quad \text{avec} \quad v = \frac{1}{1+i}, \text{ facteur d'actualisation}$$

$a_{60}$  correspond au capital nécessaire pour obtenir 1€ de rente à partir des 60 ans de l'assuré et  $a_{65}$  le capital nécessaire à l'obtention d'1€ de rente aux 65 ans de l'assuré.

**Tableau 22: Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, femmes, table TGF05**

Taux technique	a60 génération femmes 60 ans en 2009	a60 génération femmes 60 ans en 2015	a60 génération femmes 60 ans en 2030
3,00%	19,54	19,89	20,76

Taux technique	a65 génération femmes 65 ans en 2009	a65 génération femmes 65 ans en 2015	a65 génération femmes 65 ans en 2030
3,00%	17,35	17,74	18,71

**Tableau 23 : Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, hommes, table TGH05**

Taux technique	a60 génération hommes 60 ans en 2009	a60 génération hommes 60 ans en 2015	a60 génération hommes 60 ans en 2030
3,00%	18,03	18,43	19,36

Taux technique	a65 génération hommes 65 ans en 2009	a65 génération hommes 65 ans en 2015	a65 génération hommes 65 ans en 2030
3,00%	15,66	16,09	17,10

L'écart entre les résultats obtenus avec les tables hommes et ceux obtenus avec les tables femmes est bien marqué. En effet, les espérances de vie des femmes sont plus importantes que celles des hommes. Ainsi l'assureur s'engage à verser la rente sur une période plus longue. Il doit donc provisionner le capital en conséquence.

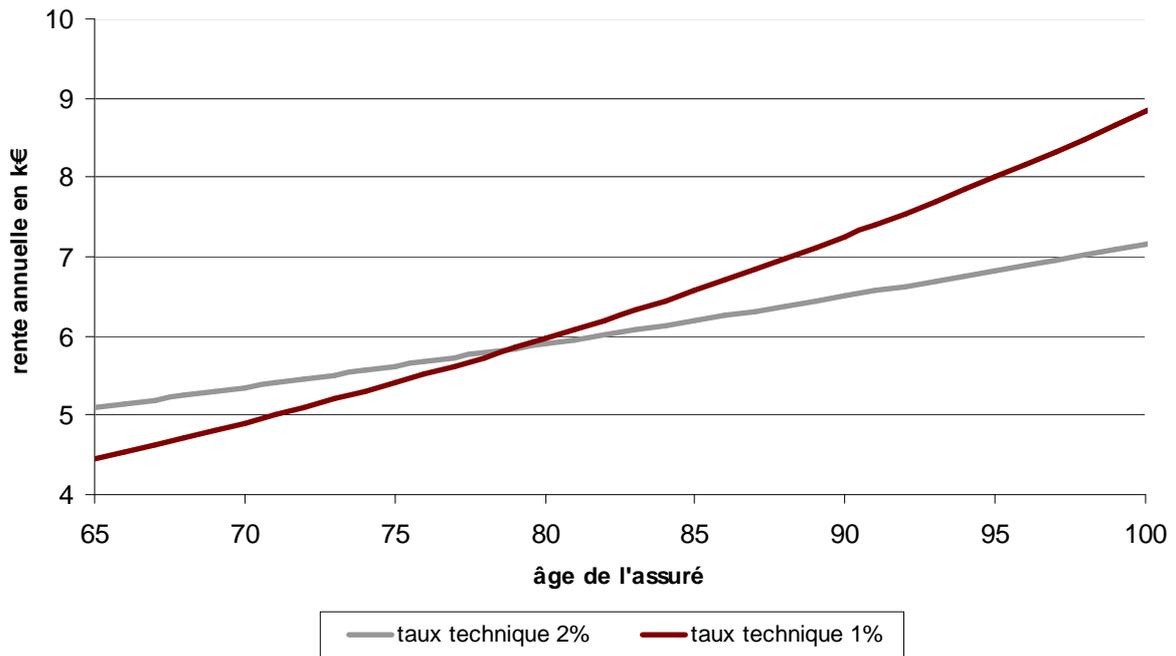
Pour un capital de 100 000 € et un taux technique de 3%, un assuré de 65 ans souhaitant partir en rente en 2015 obtiendra une rente annuelle (hors revalorisation) de :

- $100\ 000 * 1/17,74 = 5\ 637$  € s'il s'agit d'une femme
- $100\ 000 * 1/16,09 = 6\ 215$  € s'il s'agit d'un homme

Par ailleurs, l' $a_x$  augmente en fonction du temps, ceci traduit clairement l'augmentation de l'espérance de vie.

Enfin, une augmentation du taux technique entraîne une baisse de l' $a_x$ , les premiers versements de rente seront donc plus élevés. En revanche, les revalorisations annuelles de la rente seront plus faibles.

**Figure 34 : Evolution d'une rente viagère pour un assuré femme ayant 65 ans en 2008**



Nous calculons la rente pour une femme ayant 65 ans en 2008 avec deux hypothèses de taux technique, le rendement est de 3 %. Le taux de revalorisation se calcule comme suit :

$$\text{taux revalorisation} = \frac{1+r}{1+i} - 1$$

Avec  $r$ , le taux de rendement net de chargement, et  $i$  le taux technique.

La rente la plus favorable est au départ celle disposant du taux technique le plus élevé (2%), la tendance s'inverse aux 79 ans de l'assuré.

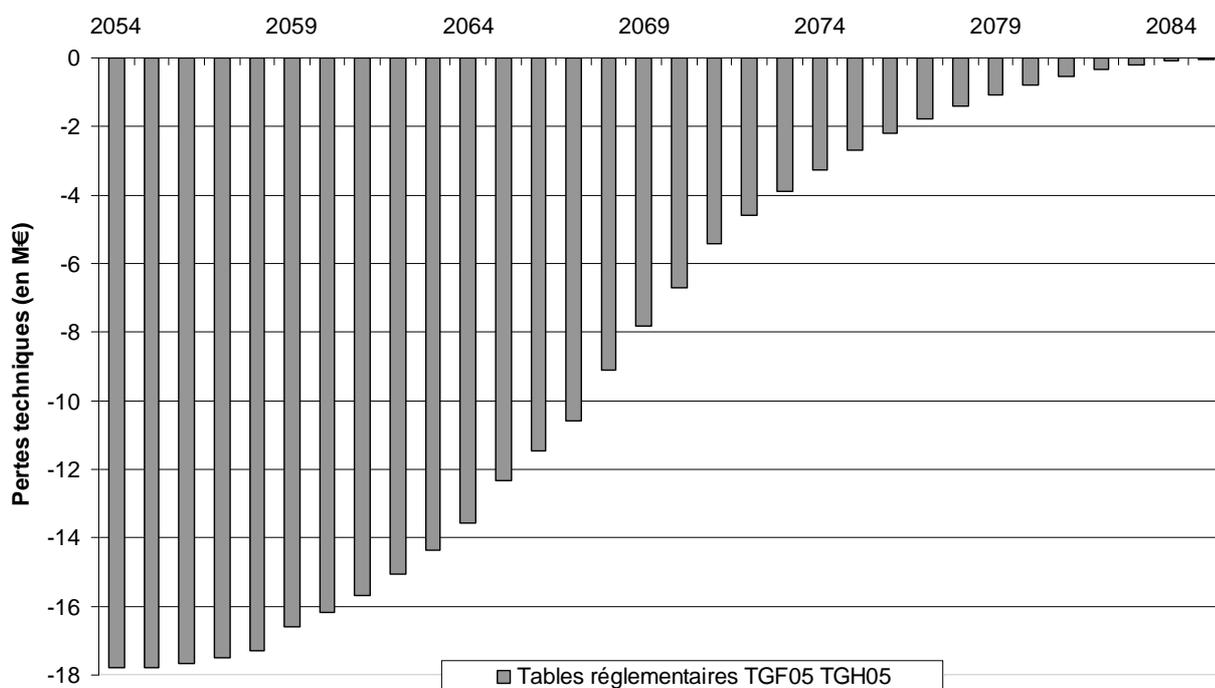
Ainsi, au bout d'un certain nombre d'année, la rente plus élevée correspond à celle calculée avec un taux technique plus faible. La souscription d'une rente viagère avec un taux technique plus élevé permet d'obtenir immédiatement un montant de rente supérieur. En revanche, la rente calculée avec un taux technique plus faible se revalorise plus vite, elle est donc plus intéressante sur le long terme.

## 2.2 Analyse des pertes techniques

Il s'agit des pertes techniques lors du passage en rente : d'après la figure 33, la totalité des assurés est en phase de rente dès 2054. Cet indicateur permet de gommer l'effet des primes. Les pertes techniques sont donc la somme des prestations et de la variation de provisions mathématiques.

Les prestations correspondent au versement de la rente viagère. Les provisions mathématiques correspondent à la différence entre la valeur actuelle probable des engagements pris par l'assureur et la valeur actuelle probable des engagements pris par les assurés. Plus concrètement, il s'agit du montant que l'assureur doit détenir dans ses comptes pour garantir son engagement vis-à-vis des assurés.

Figure 35 : Pertes techniques : tables TGF05 et TGH05

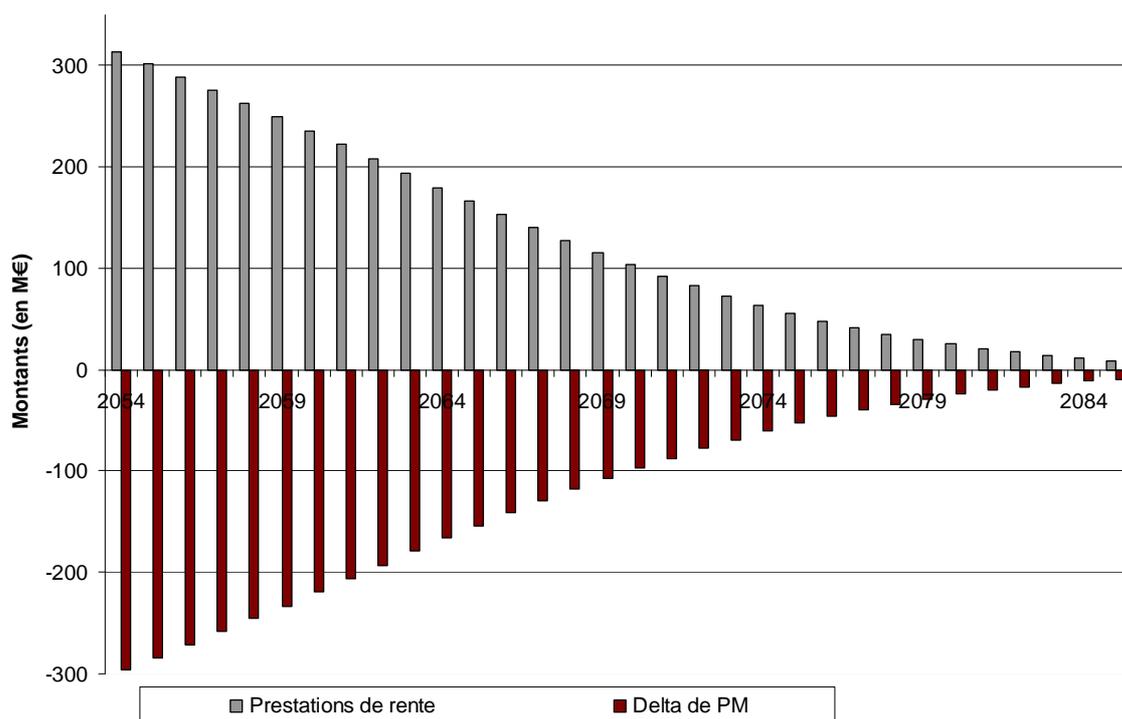


Les pertes techniques peuvent être interprétées comme la dotation de provision mathématique (PM) à rajouter pour combler les écarts de tables. En effet, nous avons précisé que pour notre étude, les tables permettant de calculer les provisions mathématiques n'ont pas été changées. Les prestations de rentes dépendent de l'espérance de vie des assurés et de leur nombre dans le portefeuille : elles sont calculées avec les tables d'expérience. Les PM se calculent avec les tables de provisions pour déterminer le montant et avec les tables d'expérience pour déterminer le nombre d'assurés. Nous pouvons en déduire que les provisions ne permettent pas de faire face aux prestations. Ceci s'explique par le fait que les espérances de vie obtenues avec les tables TGF05

TGH05 (tables d'expérience ici) sont plus hautes que les espérances de vie obtenues avec les tables de provisions.

On remarque également que les pertes techniques diminuent en fonction du temps. En effet, le portefeuille ne prend pas en compte les affaires nouvelles. Ainsi, le nombre de rentiers diminue en fonction du temps, les prestations à payer sont donc moins importantes. Ceci est confirmé par le graphique ci-dessous :

**Figure 36 : Evolution des charges techniques**



Le delta de PM est quand à lui négatif : les prestations diminuant, l'assureur doit moins provisionner.

## 2.3 Impact de la réversion

### 2.3.1 Sur le coût de la rente

Une rente est dite réversible lorsque celle-ci est versée pendant une durée prédéterminée à un deuxième bénéficiaire. Elle permet en cas de décès de l'assuré de préserver un niveau de revenu au bénéficiaire désigné. Le choix du bénéficiaire doit se faire au moment de la transformation en

rente du capital. Si l'assuré décède le premier, le bénéficiaire obtiendra une rente déterminée selon le taux de réversion choisi.

Soit  $a_{xy}^-$  le capital nécessaire pour avoir une rente de 1 € versée en fin de période (rente à termes échus) jusqu'au dernier décès. Soit  $r$  le taux de réversion

$$a_{xy}^- = \sum_{k=1}^{k=\infty} ({}_k p_x + r \times {}_k p_y - r \times {}_k p_{xy}) \times v^k \quad \text{avec } v = \frac{1}{1+i}, \text{ facteur d'actualisation}$$

$a_{xy}^- = a_x + r \times a_y - r \times a_{xy}$ , avec  $a_{xy}$  capital nécessaire pour avoir une rente de 1 € versée en fin de période (rente à termes échus) jusqu'au 1er décès.

Nous supposons que la mort du bénéficiaire est indépendante de la mort du souscripteur. Nous obtenons ainsi :

$$a_{xy}^- = \sum_{k=1}^{k=\infty} {}_k p_{xy} \times v^k = \sum_{k=1}^{k=\infty} {}_k p_x \times {}_k p_y \times v^k$$

La réversion est fréquemment prévue sur le conjoint, c'est-à-dire majoritairement sur un bénéficiaire du sexe opposé. La réversion peut donc féminiser un portefeuille principalement masculin ou inversement. Ceci va avoir un impact direct sur le capital nécessaire à l'obtention d'1€ de rente. En effet, nous avons vu précédemment que celui-ci est plus important pour une femme que pour un homme. Les tableaux ci-dessous le confirment :

**Tableau 24 : Capital nécessaire à l'obtention d'1 € de rente pour une femme de 65 ans, réversion sur un homme de 60 ans, tables TGF05 TGH05**

Taux de reversion	2009 : femme 65 ans homme 60 ans	2015 : femme 65 ans homme 60 ans	2030 : femme 65 ans homme 60 ans
0%	17,35	17,74	18,71
50%	18,80	19,16	20,04
100%	20,25	20,59	21,38

Les calculs se sont effectués avec un taux technique de 3%. L'étude préalable du portefeuille a montré que les assurés sortant en rente avaient en moyenne 65 ans et que la réversion se faisait sur un conjoint de 60 ans environ. Nous avons donc repris ces hypothèses dans le calcul des  $a_{xy}$ .

Une lecture verticale du tableau permet de souligner l'impact du taux de réversion. Une lecture horizontale met en évidence l'évolution de l'espérance de vie en fonction du temps.

Nous remarquons qu'une augmentation du taux de réversion implique une augmentation significative de l' $a_x$ . En effet, l'espérance de vie des deux têtes est prise en compte. Ainsi la rente obtenue pour un même capital sera d'autant plus faible

Nous remarquons également ci-dessous que l'augmentation du taux de réversion sur une femme a plus d'impact sur le prix de la rente que si la réversion se fait sur un homme. Les femmes vivent plus longtemps que les hommes, l'assureur s'engage sur une période plus longue : comparativement au tableau 24, on voit que la réversion à 100% coûte plus chère si celle-ci concerne une femme.

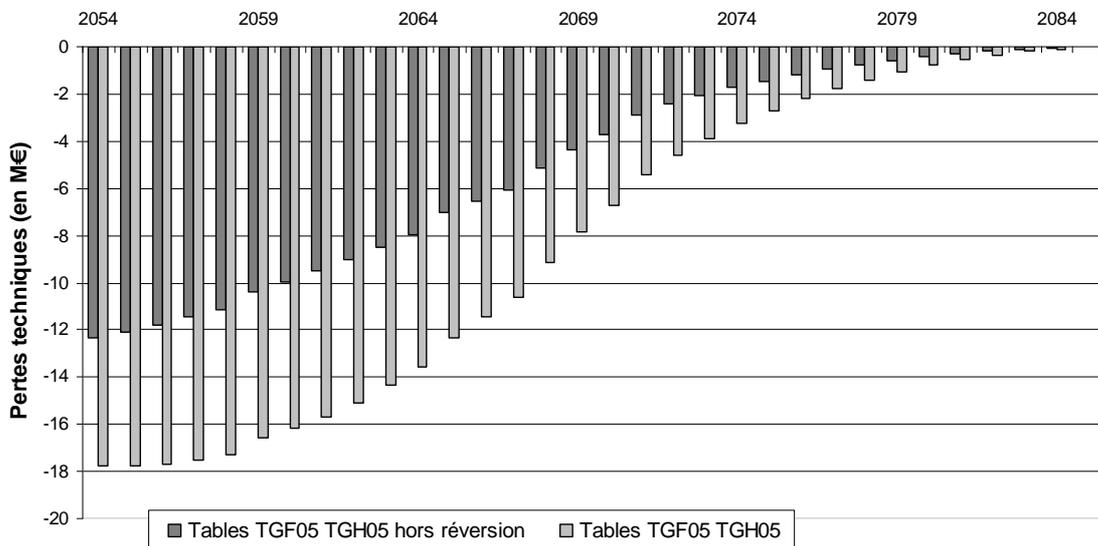
**Tableau 25 : Capital nécessaire à l'obtention d'1 € de rente pour un homme de 65 ans, réversion sur une femme de 60 ans, tables TGF05 TGH05**

Taux de reversion	2009 : homme 65 ans femme 60 ans	2015 : homme 65 ans femme 60 ans	2030 : homme 65 ans femme 60 ans
0%	15,66	16,09	17,10
50%	18,16	18,54	19,44
100%	20,65	20,99	21,77

Enfin l'étude des tableaux 24 et 25 montre que plus le taux de réversion augmente, moins les écarts d' $a_x$  entre les hommes et les femmes est important : l'écart est diminué grâce au taux de réversion appliquée sur chacune des deux têtes.

### 2.3.2 Sur le résultat technique

Figure 37 : Comparaison des résultats techniques: tables TGF05 TGH05 vs tables TGF05 TGH05 sans réversion



Les résultats avec les tables « sans réversion » ont été obtenus à partir d'un portefeuille que l'on nommera « portefeuille sans réversion ». Celui-ci correspond au portefeuille actuel dans lequel la réversion a été gommée entièrement.

Les pertes techniques sont encore plus importantes si l'on tient compte de la réversion. Ceci confirme bien les tableaux 24 et 25 : la réversion implique un provisionnement plus important, notamment si la réversion se fait sur une femme (qui représente tout de même environ 28% du portefeuille). Par ailleurs, les prestations sont plus importantes en cas de réversion puisque le décès de l'assuré principal entraîne le versement d'une rente à son conjoint. Cet engagement de l'assuré est nul s'il n'y a pas de réversion.

### 3 Sensibilité des résultats à la mortalité décrite par les tables décalées

Nous allons dans cette partie mesurer l'impact de l'utilisation des tables créées dans le chapitre 2 sur les différents résultats. Pour cela, seule la table de mortalité d'expérience est modifiée, les tables permettant de calculer le tarif et les PM restent inchangées. Nous déterminerons tout d'abord les résultats lorsque la modélisation de la mortalité d'expérience se fait avec les tables TGF05 décalage INSEE central et TGH05 décalage INSEE central. Ensuite nous déterminerons les résultats lorsque la modélisation de la mortalité d'expérience se fait avec les tables TGF05 décalage INSEE haut et TGH05 décalage INSEE haut.

#### 3.1 Calcul du capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente

##### 3.1.1 Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE

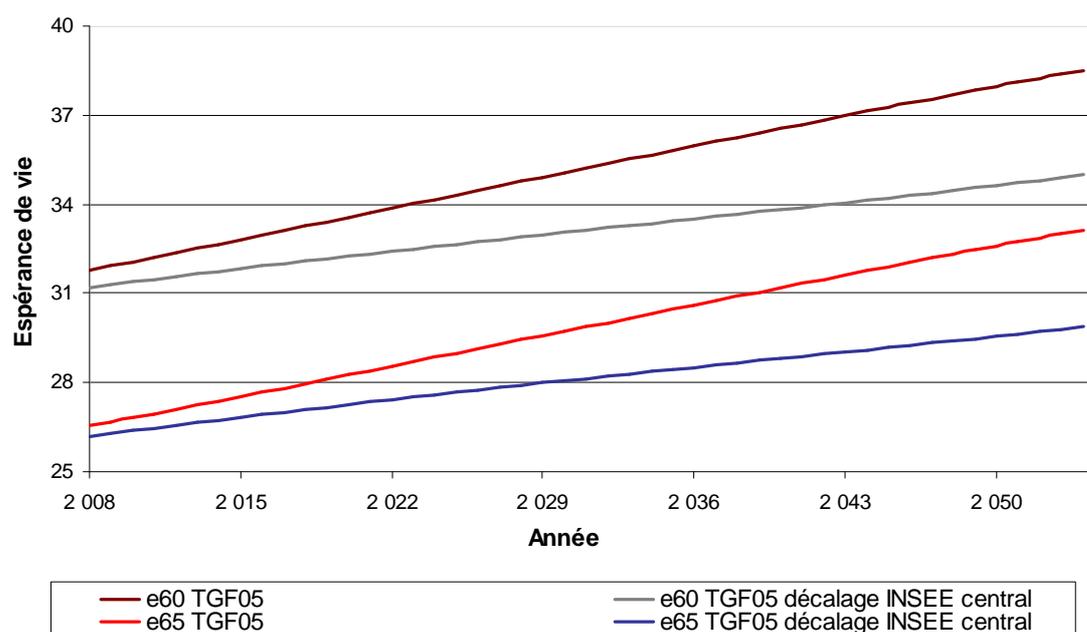
**Tableau 26 : Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, femmes, table TGF05 décalage INSEE central**

Taux technique	a60 génération femmes 60 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a60 génération femmes 60 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a60 génération femmes 60 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGF05)
3,00%	19,34	-1,04%	19,57	-1,63%	20,08	-3,27%

Taux technique	a65 génération femmes 65 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a65 génération femmes 65 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a65 génération femmes 65 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGF05)
3,00%	17,21	-0,83%	17,47	-1,50%	18,06	-3,46%

On remarque que le capital nécessaire à l'obtention d'1€ de rente est plus faible lorsque la modélisation de la mortalité d'expérience se fait avec la table TGF05 décalage INSEE central. En effet, l'espérance de vie à 60 et 65 ans en 2009 est plus faible que celle issue de la table TGF05 et les gains d'espérance de vie sont moins importants. Ceci est confirmé par le graphique ci-dessous :

**Figure 38 : Comparaison de l'évolution des espérances de vie à 60 ans et 65 ans pour les tables TGF05 et TGF05 décalage INSEE central**



Ceci creuse l'écart d' $a_x$ ,  $x=60$  et  $x=65$  entre les deux tables au fil des années.

**Tableau 27 : Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, hommes, table TGH05 décalage INSEE central**

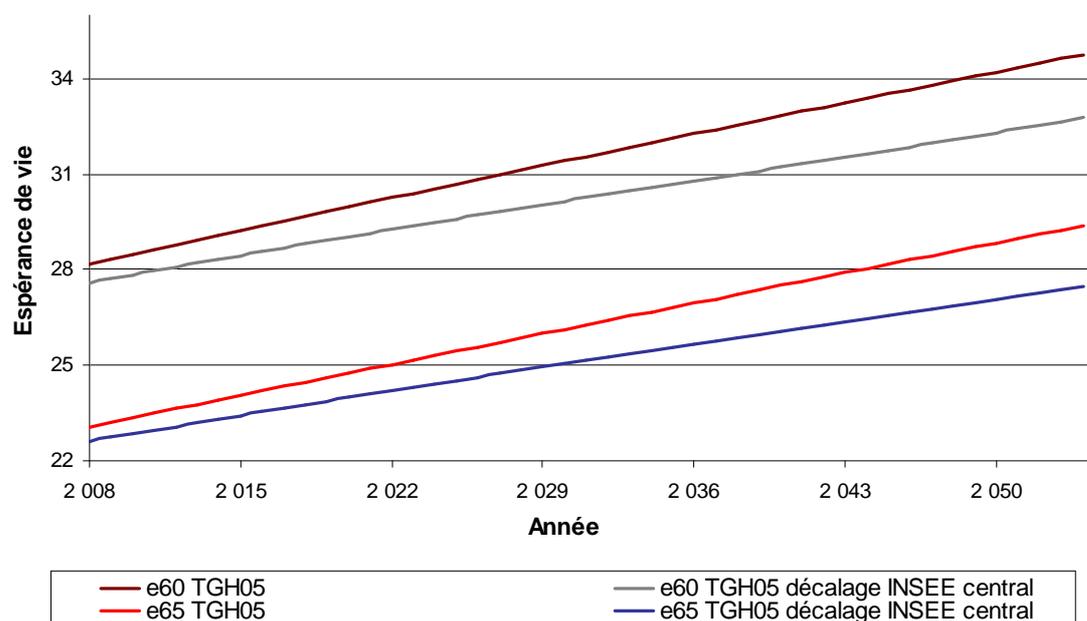
Taux technique	a60 génération hommes 60 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a60 génération hommes 60 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a60 génération hommes 60 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGH05)
3,00%	17,78	-1,34%	18,12	-1,65%	18,88	-2,46%

Taux technique	a65 génération hommes 65 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a65 génération hommes 65 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a65 génération hommes 65 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGH05)
3,00%	15,44	-1,41%	15,80	-1,79%	16,63	-2,76%

Concernant les hommes, l'écart entre les espérances de vie à 60 ans et 65 ans proposées par la TGH05 et la table TGH05 décalage INSEE central est moins marqué que pour les femmes (cf. figure 38 ci-dessous). Ceci se reflète dans les tableaux ci-dessus : la sensibilité des  $a_x$  est certes négative mais les écarts sont moins importants que pour les femmes.

**Figure 39 : Comparaison de l'évolution des espérances de vie à 60 ans et 65 ans pour les tables TGH05 et TGH05 décalage INSEE central**



### 3.1.2 Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE

**Tableau 28 : Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, femmes, table TGF05 décalage INSEE haut**

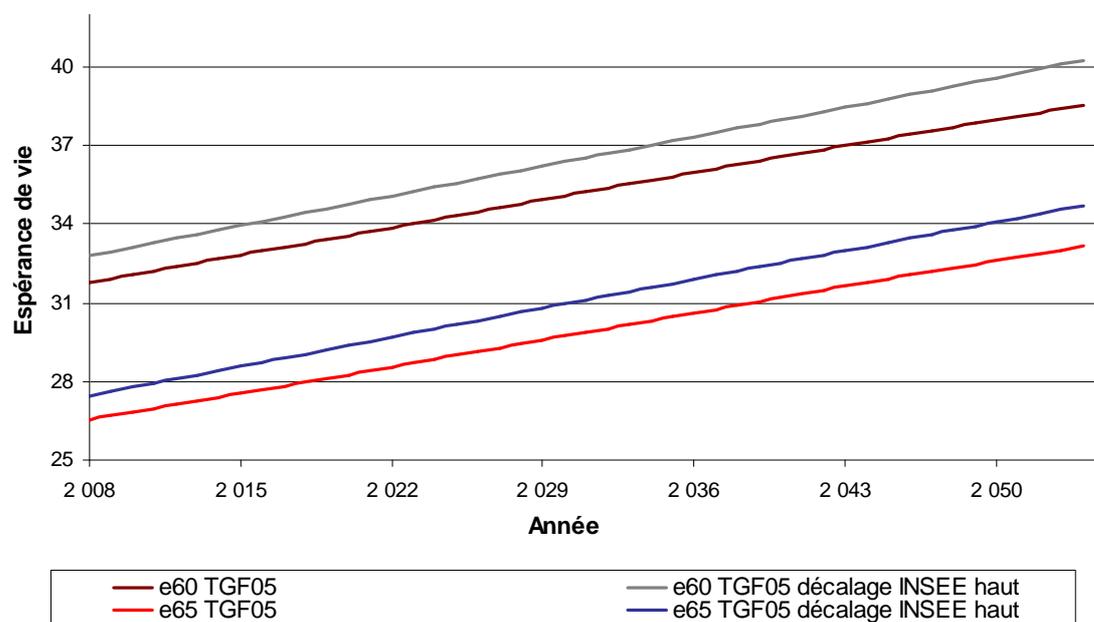
Taux technique	a60 génération femmes 60 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a60 génération femmes 60 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a60 génération femmes 60 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGF05)
3,00%	19,90	1,84%	20,29	2,00%	21,19	2,09%

Taux technique	a65 génération femmes 65 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a65 génération femmes 65 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGF05)	a65 génération femmes 65 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGF05)
3,00%	17,74	2,26%	18,17	2,44%	19,19	2,58%

L'utilisation de la table TGF05 décalage INSEE haut entraîne une augmentation de l' $a_x$  en fonction du temps. Ceci traduit non seulement des espérances de vie à 60 et 65 ans plus importantes que celles données par la table TGF05 mais également des gains d'espérance de vie plus importants. Ceci est illustré par le graphique ci-dessous :

**Figure 40 : Comparaison de l'évolution des espérances de vie à 60 ans et 65 ans pour les tables TGF05 et TF05 décalage INSEE haut**



**Tableau 29 : Capital nécessaire pour obtenir 1 € de rente, hommes, table TGH05 décalage INSEE haut**

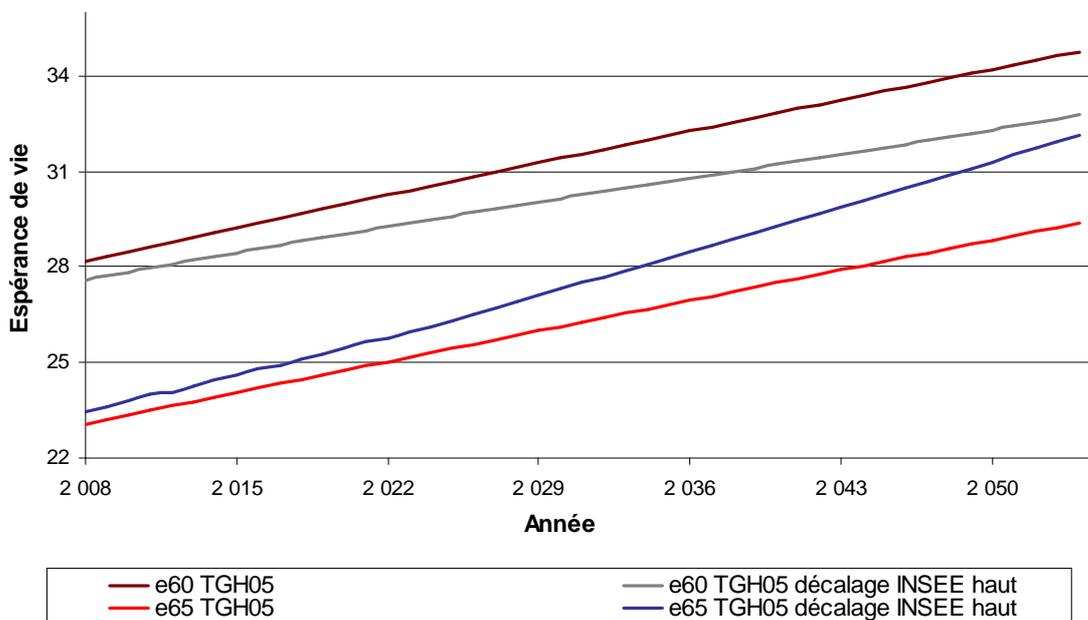
Taux technique	a60 génération hommes 60 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a60 génération hommes 60 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a60 génération hommes 60 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGH05)
3,00%	18,31	1,58%	18,82	2,13%	20,04	3,51%

Taux technique	a65 génération hommes 65 ans en 2009	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a65 génération hommes 65 ans en 2015	Sensibilité (par rapport à TGH05)	a65 génération hommes 65 ans en 2030	Sensibilité (par rapport à TGH05)
3,00%	15,92	1,69%	16,46	2,31%	17,78	3,99%

L'obtention d'1 € de rente coûte plus cher si la modélisation de la mortalité d'expérience se fait avec la table TGH05 décalage INSEE haut.

**Figure 41 : Comparaison de l'évolution des espérances de vie à 60 ans et 65 ans pour les tables TGH05 et TGH05 décalage INSEE haut**

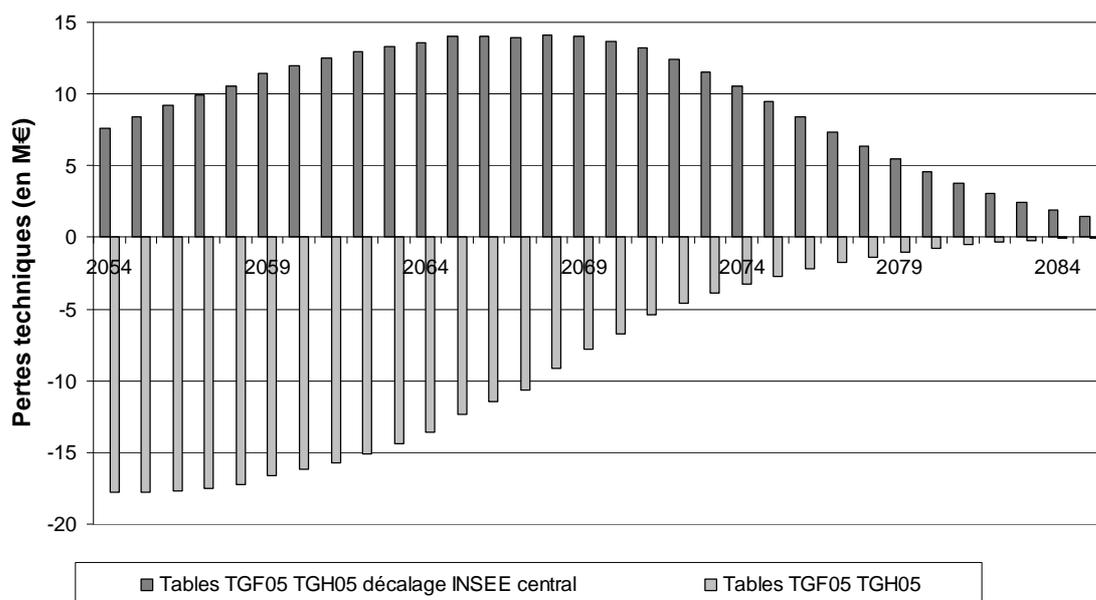


On remarque que les gains d'espérance de vie obtenus avec la table TGH05 décalage INSEE haut sont plus importants que la table TGH05 puisque la courbe monte plus vite. Par ailleurs, l'écart entre les deux courbes est plus important que celui des courbes femmes (figure 40). C'est pourquoi les sensibilités du tableau 29 augmentent plus vite que celles du tableau 28. Enfin, la figure 41 montre des gains annuels d'espérance de vie plus importants à 65 ans qu'à 60 ans. Par conséquent, les sensibilités calculées sur  $l'a_{65}$  sont plus élevées que celles calculées sur  $l'a_{60}$ .

## 3.2 Impact sur le résultat technique

### 3.2.1 Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE

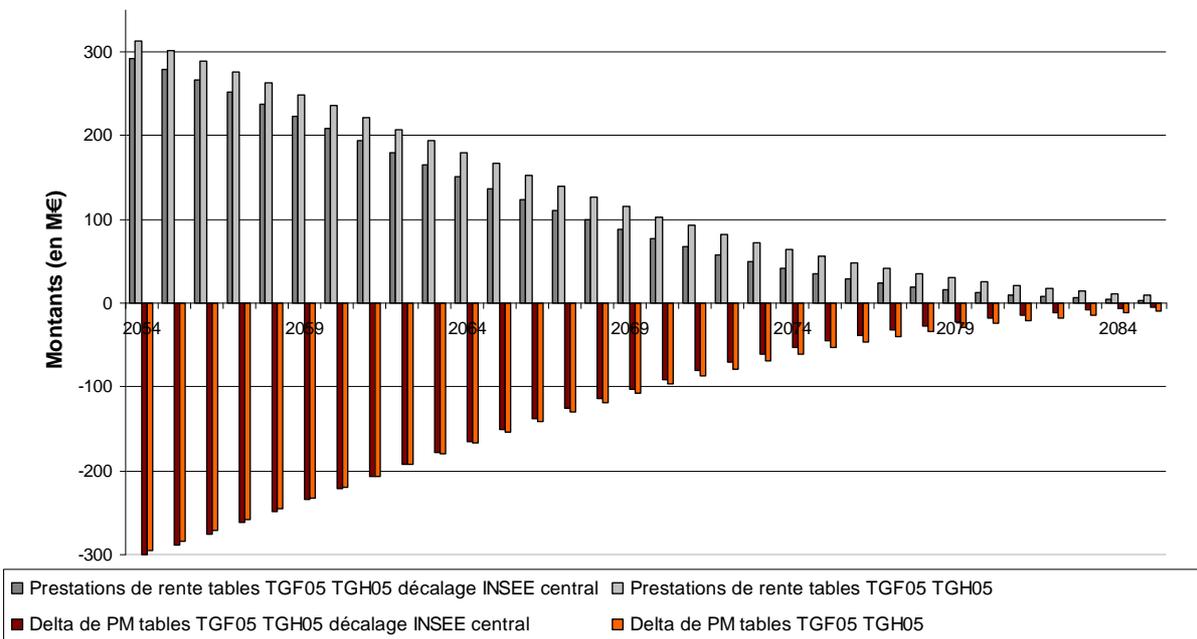
Figure 42 : Comparaison des pertes techniques: tables TGF05 TGH05 vs tables décalées selon le scénario central INSEE



La modélisation de la mortalité d'expérience selon le scénario central de l'INSEE permet d'effectuer des gains techniques. On en déduit que les espérances de vie obtenues avec les tables TGF05 TGH05 décalage INSEE central (permettant le calcul des prestations) sont plus faibles que les espérances de vie obtenues avec les tables calculant les provisions : les PM sont donc plus importantes que les prestations à payer par l'assureur.

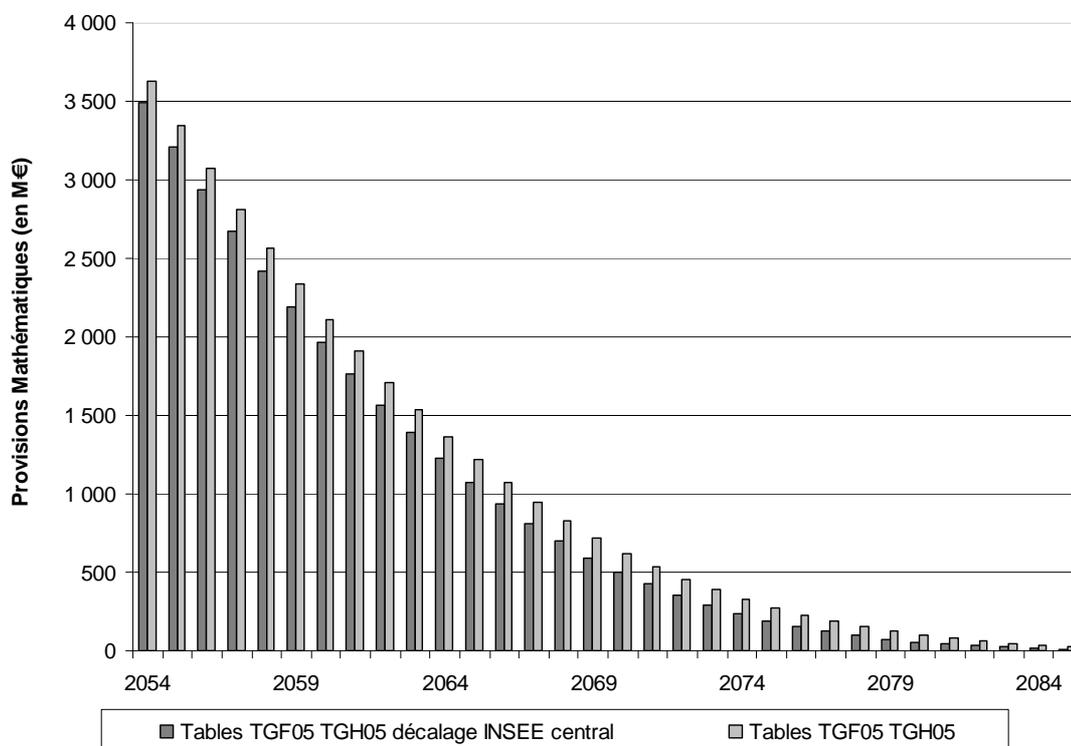
Par ailleurs le graphique nous montre un écart important entre la modalisation obtenue avec les tables TGF05 TGH05 décalage INSEE central et les tables TGF05 TGH05. En effet, les espérances de vie obtenues avec les tables décalées selon le scénario central sont moins importantes que celles obtenues avec les tables TGF05 et TGH05. De même, les gains annuels d'espérance de vie sont également plus faibles. Il y a donc moins de rentes à servir car moins d'assurés en vie : les prestations de rente sont plus faibles, les capitaux à mettre de côté pour servir les rentes sont moins importants. Ceci est confirmé par la figure ci-dessous :

**Figure 43 : Comparaison des charges techniques entre les tables décalées selon le scénario central de l'INSEE et les tables TGF05 TGH05**



Les prestations de rente sont plus faibles lorsque la mortalité d'expérience est décrite par les tables décalées selon le scénario central de l'INSEE. Il est par contre plus difficile d'analyser le delta de PM qui n'évoluent pas de manière constante par rapport au delta de PM obtenues avec les tables TGF05 et TGH05. Jusqu'à 2060, le delta est plus important que celui obtenu avec les tables TGF05 TGH05, il est moins important pour les années suivantes. Afin de juger de la cohérence de notre modélisation, nous allons nous pencher sur l'évolution des PM :

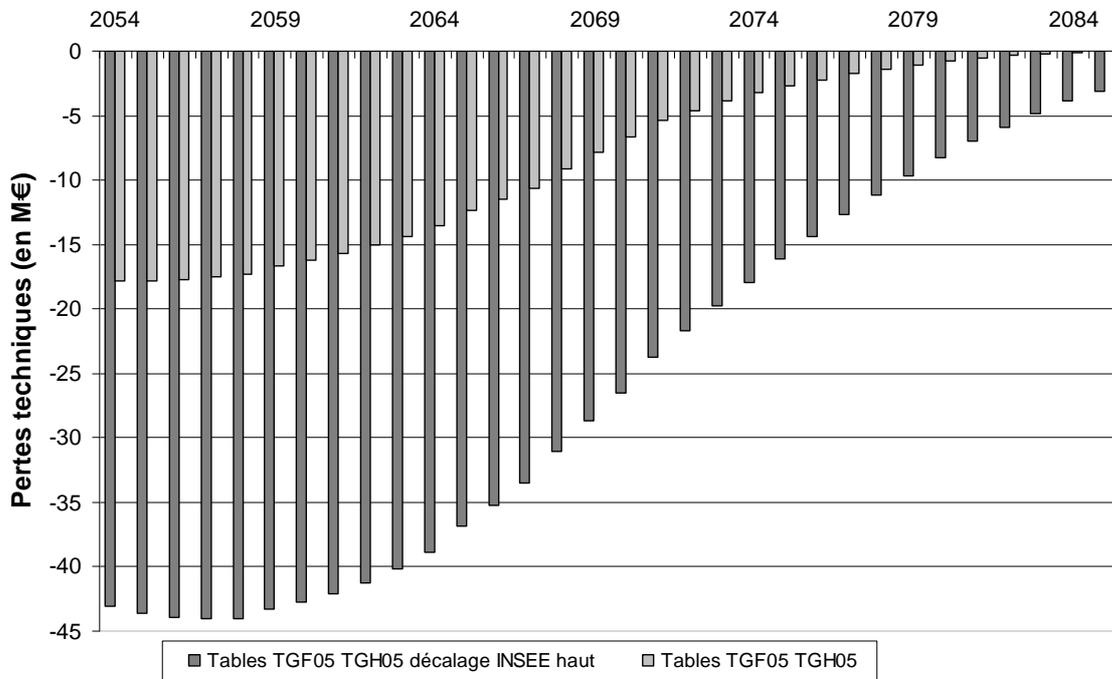
**Figure 44 : Comparaison de l'évolution des provisions mathématiques entre les tables décalées selon le scénario central de l'INSEE et les tables TGF05 TGH05.**



Le graphique montre que nos résultats sont cohérents : les PM obtenues avec les tables TGF05 TGH05 décalage INSEE central sont plus faibles que les PM obtenues avec les tables TGF05 TGH05. Ceci révèle bien que l'engagement de l'assureur est moins conséquent due à une modélisation de l'espérance de vie des rentiers plus faible et donc un nombre de rentiers plus faible.

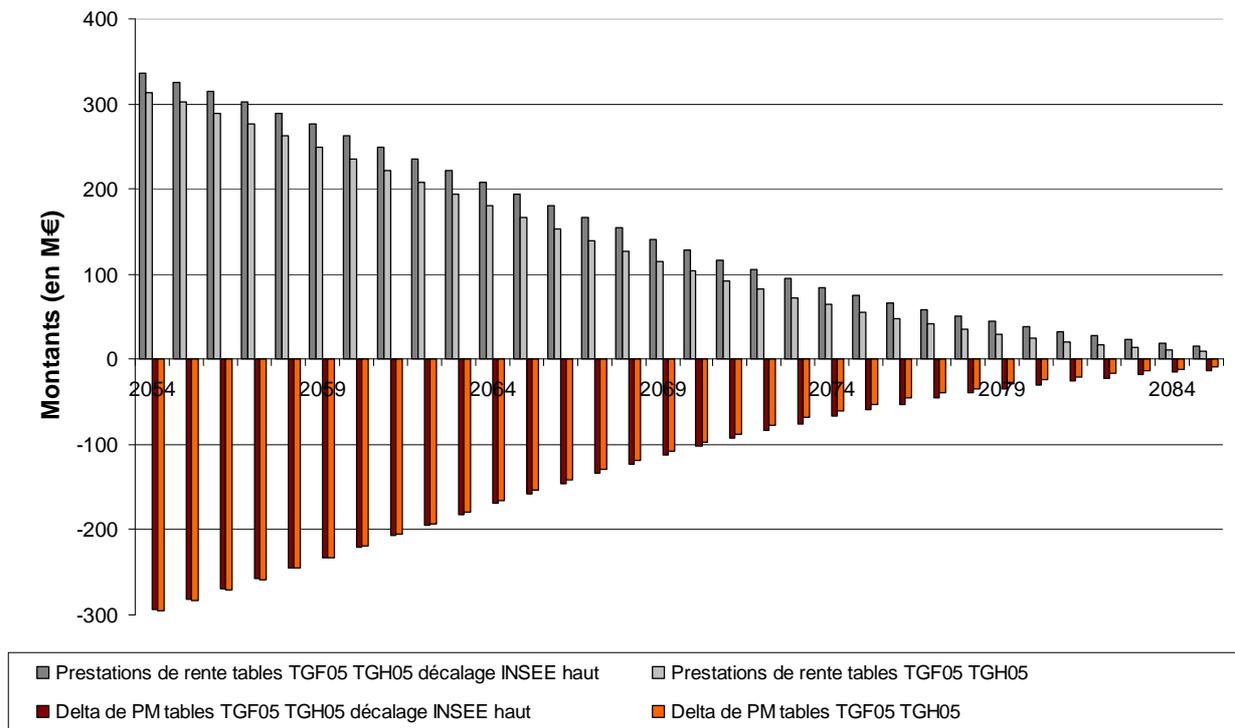
### 3.2.2 Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE

Figure 45 : Comparaison des pertes techniques: tables TGF05 TGH05 vs tables décalées selon le scénario haut INSEE



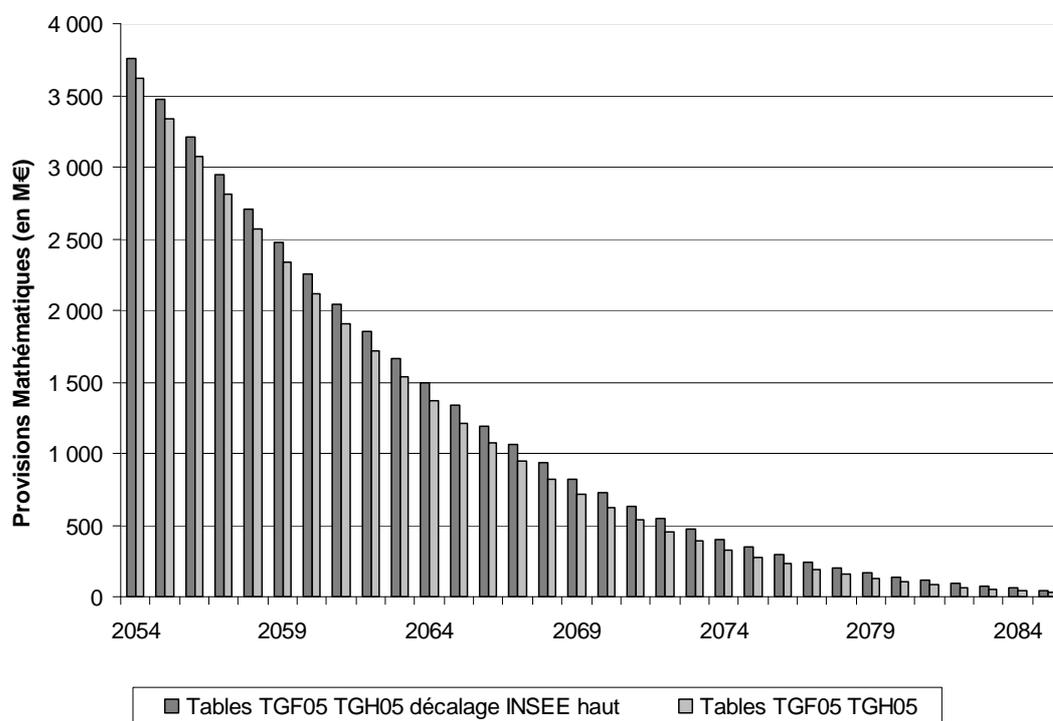
La modélisation de la mortalité selon le scénario haut de l'INSEE entraîne des pertes techniques importantes. On en déduit que les espérances de vie obtenues avec les tables TGF05 TGH05 décalage INSEE haut sont bien plus hautes que les espérances de vie obtenues avec les tables calculant les provisions. Le surplus de PM permettant de combler les écarts de tables est donc plus important.

**Figure 46 : Ecart de charges techniques entre les tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE et les tables TGF05 TGH05.**



On voit que l'assureur doit faire face à des pertes techniques qui se caractérisent par une augmentation des prestations de rente, le nombre d'assurés étant plus important. De même que pour le scénario central, l'analyse de l'évolution du delta de PM semble plus difficile. Nous allons nous pencher sur l'évolution des PM pour juger de la cohérence de nos résultats :

**Figure 47 : Comparaison de l'évolution des provisions mathématiques entre les tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE et les tables TGF05 TGH05.**



Le graphique ci-dessous montre bien que le provisionnement est plus important lorsque la mortalité d'expérience est décrite par les tables TGF05 TGH05 décalage INSEE haut.

### 3.3 Impact de la réversion

#### 3.3.1 Sur le coût de la rente

##### 3.3.1.1 Tables décalées selon le scénario central de l'INSEE

**Tableau 30 : Capital nécessaire à l'obtention d'1€ de rente pour une femme de 65 ans, réversion sur un homme de 60 ans, tables TGF05 décalage INSEE central TGH05 décalage INSEE central**

Taux de reversion	2009 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2015 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2030 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)
0%	17,21	-0,83%	17,47	-1,50%	18,06	-3,46%
50%	18,68	-0,64%	18,86	-1,59%	19,42	-3,13%
100%	20,16	-0,48%	20,25	-1,66%	20,78	-2,83%

**Tableau 31 : Capital nécessaire à l'obtention d' 1€ de rente pour un homme de 65 ans, réversion sur une femme de 60 ans, tables TGH05 décalage INSEE central TGF05 décalage INSEE central**

Taux de reversion	2009 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2015 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2030 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)
0%	15,44	-1,41%	15,80	-1,79%	16,63	-2,76%
50%	17,92	-1,30%	18,21	-1,76%	18,86	-2,94%
100%	20,40	-1,23%	20,62	-1,74%	21,10	-3,08%

On remarque que la réversion entraîne une augmentation du coût de la rente.

Comparativement aux calculs effectués avec les tables TGF05 et TGH05, les  $a_{xy}^-$  obtenus sont moins importants, puisque les espérances de vie projetées avec ces tables TGF05 TGH05 décalage INSEE central sont plus faibles aussi bien pour les hommes que pour les femmes.

En 3.1.1, figure 38 et 39, nous avons vu que l'écart entre les espérances de vie obtenues avec la TGF05 décalage INSEE central et la TGF05 est plus important que l'écart entre les espérances de vie obtenues avec la TGH05 décalage INSEE central et la TGH05. Ce postulat nous permet de justifier deux éléments importants qui ressortent des tableaux 30 et 31 :

- les sensibilités sur les  $a_{xy}^-$  baissent plus rapidement en fonction du temps lorsque la première tête est une femme : l'écart entre les espérances de vie obtenues avec les tables TGF05 décalage INSEE central et TGF05 est plus important que sur les deux tables hommes.

- La réversion à 100 % est moins sensible au changement de table lorsque celle-ci se fait sur l'homme plutôt que sur la femme. : l'écart entre les espérances de vie obtenues avec les tables TGH05 décalage INSEE central et TGH05 est plus faible que pour les tables femmes.

### 3.3.1.2 Tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE

**Tableau 32 : Capital nécessaire à l'obtention d' 1€ de rente pour une femme de 65 ans, réversion sur un homme de 60 ans, tables TGF05 décalage INSEE haut TGH05 décalage INSEE haut**

Taux de reversion	2009 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2015 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2030 : femme 65 ans homme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)
0%	17,74	2,26%	18,17	2,44%	19,19	2,58%
50%	19,19	2,05%	19,60	2,31%	20,60	2,76%
100%	20,63	1,87%	21,04	2,19%	22,01	2,92%

**Tableau 33 : Capital nécessaire à l'obtention d' 1€ de rente pour un homme de 65 ans, réversion sur une femme de 60 ans, tables TGH05 décalage INSEE haut TGF05 décalage INSEE haut**

Taux de reversion	2009 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2015 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)	2030 : homme 65 ans femme 60 ans	sensibilité (par rapport aux tables TGF05 TGH05)
0%	15,92	1,69%	16,46	2,31%	17,78	3,99%
50%	18,47	1,74%	18,93	2,11%	20,03	3,07%
100%	21,02	1,77%	21,40	1,97%	22,28	2,35%

L'utilisation des tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE entraîne une hausse conséquente du coût de la rente.

Si l'on se penche sur la réversion à 50%, nous remarquons que les sensibilités augmentent plus vite en fonction du temps lorsque la première tête est masculine: nous avons vu que le scénario haut de l'INSEE prévoit des gains d'espérance de vie plus importants sur les hommes que sur les femmes. Ceci est d'ailleurs confirmé par les figures 40 et 41 du 3.1.2. Enfin, ceci explique également le fait que la réversion à 100% est plus sensible au changement de table lorsque celle-ci se fait sur un homme.

### 3.3.2 Sur le résultat technique

Figure 48 : Comparaison des résultats techniques: tables décalées selon le scénario central INSEE vs tables décalées selon le scénario central INSEE sans réversion

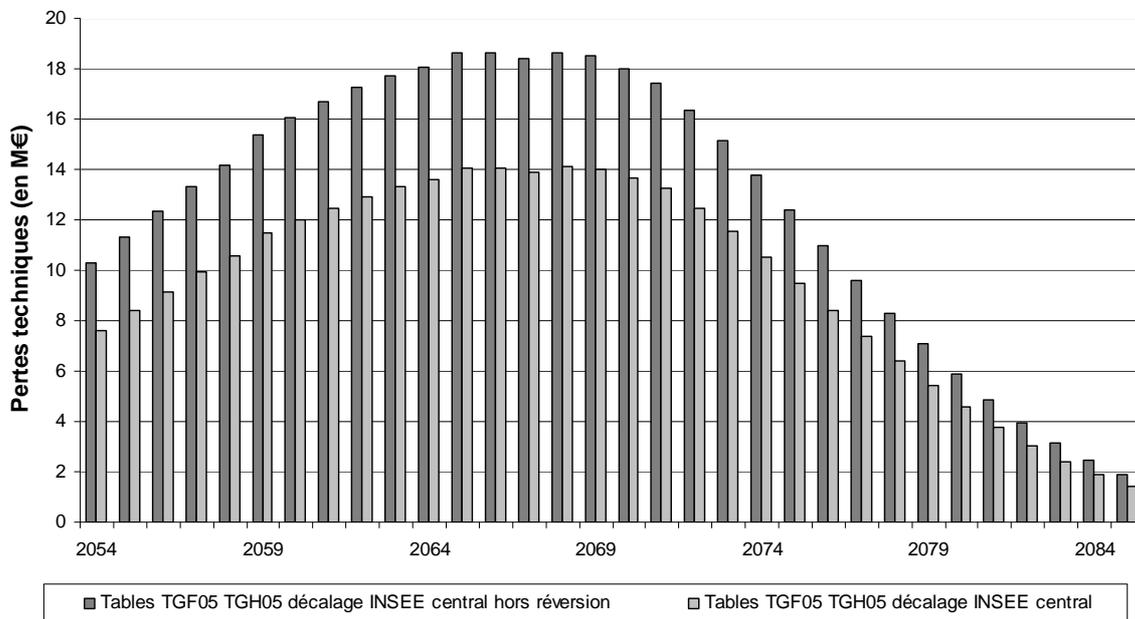
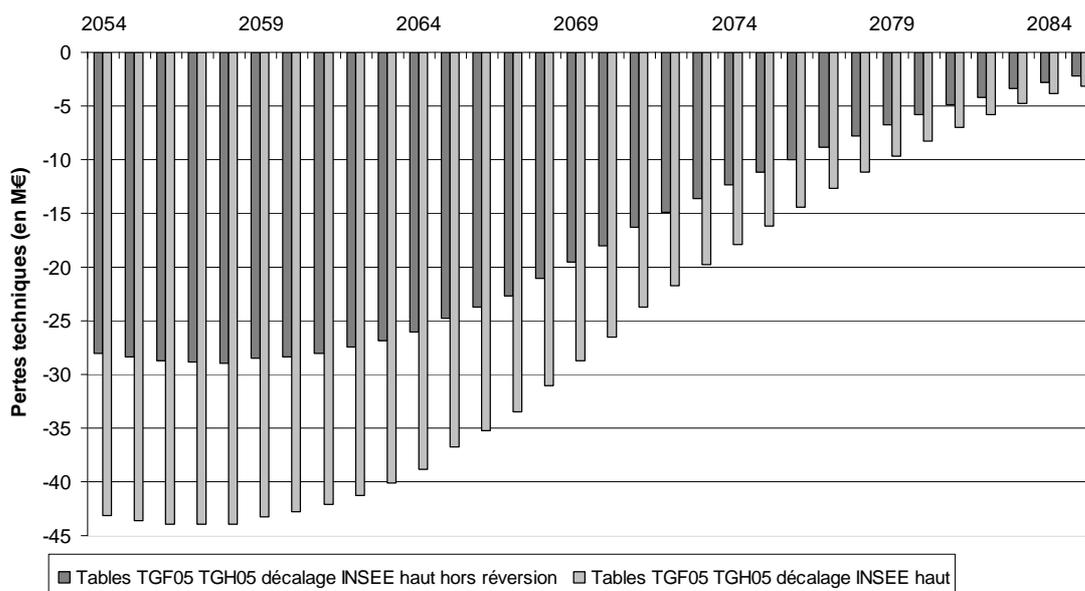


Figure 49 : Comparaison des résultats techniques: tables décalées selon le scénario haut INSEE vs tables décalées selon le scénario haut INSEE sans réversion



Nous voyons sans surprise que la réversion entraîne des gains techniques plus faibles dans le cadre des tables décalées selon le scénario central (figure 48).

Si l'on se penche sur les résultats obtenus avec les tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE, la réversion implique des pertes techniques plus importantes. On remarque que les écarts de gains/pertes sont plus marqués sur la figure 49 : en cas de réversion, l'espérance de vie de la deuxième tête est prise en compte. Or celle-ci est bien plus importante si elle correspond à celle obtenues avec les tables décalées selon le scénario haut de l'INSEE. Ainsi, le nombre de deuxième tête potentiel est plus important. Ceci augmente donc de façon conséquente le montant de prestation que l'assureur devra fournir.

Nous montrons dans ce chapitre qu'une appréhension différente de l'espérance de vie future a des conséquences directes sur le coût de la rente ainsi que sur les pertes techniques de l'assureur. Bien que certains résultats aient été plus difficiles à appréhender que d'autres (tel que l'analyse du delta de PM sur les graphiques), nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- l'utilisation des tables TGF05 TGH05 décalage INSEE central permet à l'assureur d'effectuer des gains techniques : ceci montre que les tables actuellement utilisées pour les provisions sont suffisamment prudentes.

- En revanche, l'assureur n'est pas à l'abri d'une sous-estimation du risque : en effet, un scénario très optimiste de l'évolution de l'espérance de vie entraîne des pertes techniques non négligeables.

## Conclusion Générale

Au cours du 20<sup>e</sup> siècle, l'espérance de vie de la France a fortement augmenté et elle est désormais l'un des pays européens dont l'espérance de vie est la plus élevée. Par ailleurs, les gains actuels d'espérance de vie ne sont plus le fait de la diminution de la mortalité infantile mais viennent du recul de la mortalité aux âges élevés. Ce paramètre est à prendre en compte par l'assureur dans le cadre de garanties viagères afin de mieux faire face au risque de longévité.

Ainsi, l'assureur doit appréhender au mieux l'espérance de vie des rentiers. Or, il ne peut déterminer à l'avance la durée de vie des assurés alors qu'il s'engage à leur verser des annuités tout au long de leur vie. En revanche, il peut estimer leur espérance de vie grâce à des tables de mortalité prospectives.

Les tables de mortalité prospectives se basent sur un portefeuille de rentiers et les études statistiques de l'INSEE sont prises en compte pour l'évolution future de l'espérance de vie. Or ces études sont remises régulièrement à jour. Ainsi, les résultats de la dernière étude de l'INSEE de 2006 se distinguent clairement de l'étude de 2002 : par exemple, pour le scénario central, les gains d'espérance de vie sont bien moins optimistes.

Notre étude montre que les gains d'espérance de vie à 60 ans proposés par les tables réglementaires actuelles (TGF05 & TGH05) correspondent de peu à ceux de l'étude 2002 de l'INSEE. Nous avons souhaité actualiser les tables TGF05 et TGH05 en fonction de la nouvelle étude INSEE de 2006. Les gains d'espérance de vie à 60 ans (scénarii central et haut) proposés par cette dernière étude ont été introduits dans les tables TGF05 et TGH05. Nous avons ensuite mesuré l'impact de cette nouvelle évolution d'espérance de vie à 60 ans sur le coût de la rente et les pertes techniques de l'assureur.

On remarque que la prise en compte du scénario central permet à l'assureur d'effectuer des gains techniques : les tables actuellement utilisées pour le provisionnement sont donc suffisamment prudentes. A l'inverse, la prise en compte du scénario haut d'espérance de vie pèse de façon importante sur les pertes techniques : le provisionnement actuel ne permet pas de faire face aux prestations. Il peut sembler important de prendre en compte ce dernier scénario optimiste. En effet, nous avons montré dans le premier chapitre que les espérances de vie ont souvent été sous-évaluées. Par ailleurs, les méthodes de projections futures de l'espérance de vie

tendent à faire évoluer celle-ci selon des hypothèses passées. Or des progrès à venir de la médecine ne sont pas à exclure, d'autant que de nombreux experts s'accordent à penser que l'âge biologique maximal de l'être humain peut encore être repoussé.

Il pourrait ainsi être intéressant d'estimer une probabilité qu'un tel scénario optimiste survienne et construire une nouvelle table « intermédiaire » prenant en compte les probabilités de survenance de ce scénario et du scénario central. Cette nouvelle table permettrait par conséquent de mieux appréhender un risque potentiel de longévité.

# Bibliographie

## Articles

- BONGAARTS John, (2006), *How long will we live?* Population and Development Review, Vol. 32, n°4, p. 605-628.
- BRUTEL Chantal, (2002), *La population de la France métropolitaine en 2050 : un vieillissement inéluctable*, Economie et Statistique, INSEE, n° 355-356.
- GIANNAKOURIS Konstantinos, (2008), *Ageing characterises the demographic perspectives of the European societies*, Eurostat, Population and social conditions, 72/2008.
- LE BOURG Eric, (2002), *La longévité et le vieillissement au XXIe siècle*, Retraite et société 2002/2, n° 36, p. 159-179.
- MASSET Claude, (2002), *A quel âge mouraient nos ancêtres*, INED, Population et sociétés, n° 380.
- MESLE France, (2004), *Espérance de vie : un avantage féminin menacé ?*, INED, Population et sociétés, n° 402.
- MESLE France, Vallin Jacques (2001), *Vivre au-delà de 100 ans*, INED, Population et sociétés, n° 365.
- MESLE France, Vallin Jacques, (2008), *Les centenaires en France, une prévision difficile*, INED, Fiche d'actualité n° 4.
- MESLE France, Vallin Jacques, (2001), *Tables de mortalité françaises pour les XIXe et XXe siècles et projections pour le XXIe siècle*, n° 4-2001.
- MESLE France, (2006), *Progrès récents de l'espérance de vie en France : les hommes comblent une partie de leur retard*, Population.
- ONU, La Révision de 2004, (2004), *Perspectives démographiques mondiales*, Division de la population, Département des affaires économiques et sociales.
- PISON Gilles, (2005), *France 2004 : l'espérance de vie franchit le seuil de 80 ans*, INED, Population et sociétés, n° 410.
- ROBERT-BOBEE Isabelle, (2007), *Projection de population 2005-2050. Vieillesse de la population en France métropolitaine*, Economie et statistique, n° 408-409.
- ROBERT-BOBEE Isabelle, (2006), *Projection de population 2005-2050 pour la France métropolitaine, méthode et résultats*, Document de travail, n° F0603.
- ROBINE J.M., VAUPEL J.W., (2001), *Supercentenarians : slower ageing individuals or senile elderly?*, INSERM, Experimental Gerontology.
- VISCO Ignazio, (2001), *Ageing Populations : Economic issues and Policy Challenges*, OECD.

## Mémoires

- KAMEGA Aymeric, (2006), *Impact de la sursuicidité en Bretagne sur les garanties temporaires décès*, EURIA.
- TERRIER Sophie, (2001), *Les rentes viagères : mortalité d'expérience et réassurance*, CNAM.

## Ouvrages

- PLANCHET Frédéric, THEROND Pierre, (2006), *Modèles de durée, applications actuarielles*, p.123-140, Economica.

## Sites Internet

- Conseil d'Orientation des Retraites : <http://www.cor-retraites.fr/>
- Eurostat : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- Institut National Etudes Démographiques : <http://www.ined.fr/>
- Institut National de le Statistique et des Etudes Economiques : <http://www.insee.fr>
- Institut National de le Statistique et des Etudes Economiques : [http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref\\_id=ip1089&reg\\_id=0](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1089&reg_id=0)

# Annexes

## 1 Les différentes visions sur l'espérance de vie future

### 1.1 *La vision pessimiste*

Certains auteurs prévoient une stagnation voire un ralentissement de l'espérance de vie au cours des années ; ceci suppose qu'ils croient en l'existence d'une longévité maximale que l'homme ne pourra dépasser. Ces auteurs sont appelés les « pessimistes ». Les pessimistes, qui sont pour la plupart des biologistes, pensent que l'espérance de vie humaine a une limite maximale. Ils appuient leur propos sur des arguments scientifiques et notamment biologiques. Ainsi il existerait une « longévité limite » aussi appelée « durée limite de la vie ». Cette durée théorique est inconnue. On ne connaît réellement que l'âge maximal au décès correspondant à l'âge au décès le plus élevé observé dans une population au cours d'un laps de temps donné. Il ne s'agit pas de l'espérance de vie qui correspond à une moyenne. **Le concept d'âge maximal ou de limite maximale de l'espérance de vie semble important puisque si celui-ci varie à la hausse, les tables de mortalité devront être adaptées et les provisions pour rentes devront être anticipées à la hausse.**

Selon les pessimistes, cet âge est déterminé biologiquement de manière intrinsèque. Il est supposé rester constant et seule une modification du génome peut l'augmenter. Ces pessimistes prétendent que l'augmentation de l'espérance de vie à la naissance au 20<sup>e</sup> siècle est simplement la conséquence d'une diminution à la fois de la mortalité infantile et de la mortalité des jeunes adultes. Ainsi le nombre de personnes vivant jusqu'à 90 ans est plus élevé et donc les chances qu'une partie de la population atteigne les 100 ans sont plus importantes. L'âge de mortalité due à la vieillesse est quand à lui fixé et est la conséquence naturelle de la fin de la durée de vie.

Plus récemment, Claude Aubert, ingénieur agronome et expert dans le domaine de l'alimentation, affirme dans son ouvrage « *Espérance de vie, la fin des illusions* », que l'espérance de vie des êtres humains va diminuer. Il prend en effet en compte l'impact de la pollution, du tabac mais surtout de l'obésité qui touche la plupart des pays développés, dont la France.

Cette vision pessimiste était acceptée par la plupart des démographes jusqu'aux années 1980. Par exemple, certains démographes de l'INED, tel que Bourgeois Pichat, ont proposé en 1978

une limite maximale de l'espérance de vie à 80,3 ans pour les femmes et à 73,8 ans pour les hommes. De même, les projections de population élaborées par les Nations Unies de 1950 à 1980 présentaient également un âge maximal de mortalité dû à la vieillesse.

C'est au fil des années que ces projections pessimistes ont dû être revues à la lumière de l'augmentation de la longévité. On s'aperçoit en effet que ces projections ont pour la plupart été sous-estimées et les limites d'espérance de vie ont souvent été dépassées peu après leur mise en place. Par exemple, la limite de vie maximale était fixée dans les années 1980 à 85 ans, limite qui a dû être repoussée en vue des âges de mortalité maximums de l'époque. Cette limite est actuellement de 120 ans. C'est ainsi que les projections plus récentes des Nations-Unies ont abandonné la mise en place d'une limite maximale d'espérance de vie, prenant en considération les tendances récentes. Par ailleurs, dans leurs rapports les plus récents, les pessimistes s'accordent à dire que les limites de la vie humaine ne peuvent être repoussées en l'absence de l'intervention de la médecine. On voit dès lors les concessions des pessimistes puisque ces limites ne sont plus immuables. Il semble donc que les progrès futurs de la médecine permettront de pousser encore les limites de la durée de vie comme ceci a été le cas par le passé. Il en résultera donc une espérance de vie qui sera nettement supérieure à l'âge maximal initialement proposé de 85 ans.

Ceci marque donc un changement radical par rapport aux convictions initiales des démographes. Ce revirement d'opinions des pessimistes nous amène à nous intéresser à la vision optimiste s'agissant de l'espérance de vie.

## **1.2 La vision optimiste**

Un rapport récent du Conseil National de Recherches Américain a conclu que les limites actuelles d'espérance de vie sont sous-estimées et qu'ainsi les projections futures ne doivent pas imposer de limites. Ceci est largement approuvé par la plupart des démographes. Les optimistes s'attendent à une augmentation rapide de la longévité tout au long du 21<sup>e</sup> siècle due notamment au fait que l'être humain appréhende de mieux en mieux l'environnement dans lequel il évolue. Ceci aurait un impact direct sur le corps humain mais aussi sur la longévité.

De même, Oeppen et Vaupel (2002), démographes, ont observé que l'espérance de vie a augmenté de **2,5 ans par période de 10 ans** depuis 1850 et ils ont conclu que, de façon raisonnable, un scénario similaire se produira pour le siècle à venir.

Certains se basent sur la science et la biologie et anticipent des niveaux d'espérance de vie bien plus élevés dans le futur, dus aux progrès continus de la médecine, permettant de soigner les maladies chroniques de vieillesse. En effet, ils remarquent que par le passé, l'augmentation de l'espérance de vie fut la conséquence de progrès médicaux importants. Ils en concluent un effet similaire sur les générations futures.

Alors que de manière commune, la durée de vie moyenne maximale est fixée à 120 ans depuis les années 1995 environ, l'hypothèse selon laquelle les hommes et les femmes puissent vivre jusqu'à 150 ans d'ici le 22<sup>e</sup> siècle n'est plus exclue tel qu'affirmé par France Meslé et Jacques Vallin dans « *Vivre au-delà de 100 ans* ». La maîtrise de la génétique permettrait de ralentir les processus biologiques. D'après France Meslé, chercheur à l'INED, « l'impact le plus décisif reste celui de la médecine ». Selon Jean-Marie Robine, travaillant à l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale), il semblerait, d'après une étude sur les super-centenaires, dans « *Supercentenarians : slower ageing individuals or senile elderly* » de J.M Robine et J.W Vaupel, « qu'après 110 ans, les risques de mourir ralentissent, comme si l'organisme, devenu vieux, se stabilisait. La survie ne dépend plus que des conditions de protection ». En France, l'amélioration des soins va permettre une augmentation de la population « des grands âges ».

Désormais la plupart des agences nationales et internationales qui s'occupent des projections officielles de population s'accordent à penser que l'espérance de vie va continuer à augmenter. Cependant, leurs projections sont très prudentes même si elles n'imposent pas de limites. Par exemple, selon les **projections des Nations Unies faites en 2004 pour le prochain demi-siècle, l'espérance de vie féminine augmenterait de 1,1 an tous les 10 ans** (« *Perspectives démographiques mondiales* », ONU, La Révision de 2004). Par ailleurs, **l'administration américaine de la sécurité sociale prévoit une hausse de seulement 0,8 ans tous les 10 ans**. On voit bien que ces taux projetés correspondent à moins de la moitié des taux prévus par Oeppen et Vaupel, pourtant considérés comme raisonnables.

## 2 Projections 2005-2050 de l'INSEE

Pour ses nouvelles projections de 2006, l'INSEE a jugé important de projeter des populations par âge détaillé au-delà de 100 ans, puisque les effectifs aux âges élevés vont augmenter fortement au cours de la période de projection. Ainsi, sont introduits en projection des quotients de décès par âge détaillés jusqu'à l'âge de 120 ans pour le calcul des populations par sexe et par âge, mais les résultats sont par la suite agrégés (105 ans et +). Un traitement particulier des quotients de décès aux grands âges va être mis en place. L'INSEE a procédé de la même façon pour les 3 scénarii de mortalité. Notons que ce traitement n'avait pas été effectué pour les projections de 2002.

Après 97 ans pour les hommes et 100 ans pour les femmes, les quotients de mortalité sont estimés chaque année selon une tendance logistique :

$$q_s^n(x) = \frac{1}{1 + \exp(a_s^n \times x + b_s^n)} \text{ où } s \text{ est le sexe, } n \text{ l'année projetée, } x \text{ l'âge}$$

atteint au cours de l'année  $n$ .

Pour chaque année et chaque sexe, les coefficients  $a$  et  $b$  sont estimés à partir des valeurs des quotients atteintes à l'âge à partir duquel la tendance logistique est extrapolée, c'est-à-dire quotients à 100 ans pour les femmes et 97 ans pour les hommes, et de la pente de la courbe des quotients par âge. En pratique :

$$q_{Femmes}^n(100) = \frac{q_{Femmes}^n(100) - q_{Femmes}^n(98)}{2}$$

$$q_{hommes}^n(97) = \frac{q_{Femmes}^n(97) - q_{Femmes}^n(95)}{2}$$

Avec ce prolongement, les quotients à 120 ans en 2050 restent nettement inférieurs à 1. De plus la mortalité atteinte à 120 ans diminue un peu au fil des années pour les femmes (0,75 en 2005 ; 0,73 en 2050), et reste stable autour de 0,81 pour les hommes.

### 3 Méthode de construction des tables TGF05 & TGH05

La construction de ces tables s'est opérée à partir d'un portefeuille de 700 000 rentiers. Les rentes ont toutes été liquidées et couvrent la période 1993-2005. La taille de l'échantillon de données est relativement petit en comparaison avec les échantillons habituellement utilisés pour la construction de tables de mortalité prospectives. Ainsi il a été nécessaire de se référer à des tables du moment de référence INSEE historiques et prospectives afin d'ajuster les taux bruts de mortalité.

Les données étant disponibles qu'à partir de 40 ans, la structure INSEE a été retenue pour la plage 0-40 ans. A partir de 40 ans, le modèle suivant est appliqué :

$$\ln\left(\frac{q_{xt}}{1-q_{xt}}\right) = a_x \ln\left(\frac{q_{xt}^{ref}}{1-q_{xt}^{ref}}\right) + b_x + \varepsilon_{xt} \text{ encore noté :}$$

$$\lg_x(t) = a_x \lg_x^{ref}(t) + b_x + \varepsilon_{xt}$$

où les  $q_{xt}$  représentent les taux bruts de mortalité des assurés et les  $q_{xt}^{ref}$  les taux de la table INSEE.

Il s'agit donc d'une régression des logits des taux bruts sur les logits de la table de référence. Les logits des assurés évolueront ainsi linéairement en fonction du temps par rapport aux logits de l'INSEE tout en prenant en compte :

- une pente corrigée propre à chaque âge matérialisée par  $a_x$
- une constante corrigée propre à chaque âge caractérisée par  $b_x$
- $\varepsilon_{xt}$  représente un bruit blanc.

Les paramètres a et b sont obtenus via une approche de « type moindres carrées ». Ces paramètres dépendent tous deux de l'âge, ils sont donc corrélés. On pose donc  $a_x = \alpha + \beta b_x$  et on estime les paramètres  $\alpha$ ,  $\beta$  et b en minimisant en  $\alpha$ ,  $\beta$  et b :

$$\left[ \ln\left(\frac{q_{xt}}{1-q_{xt}}\right) - (\alpha + \beta b_x) \ln\left(\frac{q_{xt}^{ref}}{1-q_{xt}^{ref}}\right) - b_x \right]^2$$

La régression linéaire est effectuée de t = 1994 à t = 2004, plage sur laquelle on dispose des tables de moment INSEE. Elle est également effectuée pour les âges disponibles  $x = 40$  à  $x = 95$

Cette première étape effectuée permet d'ajuster les tables d'expérience sur la période 1994-2004, sur les plages d'âges 40-95 ans. Il est ensuite possible d'extrapoler la mortalité future et obtenir des taux prospectifs de  $t = 2005$  à  $t = 2100$  via la formule :

$$\lg_x(t) = a_x \lg_x^{ref}(t) + b_x + \varepsilon_{xt} \text{ où } a_x = \alpha + \beta b_x$$

Certains réajustements ont du être effectués pour caler la mortalité extrapolée à celle de la mortalité nationale. En effet, dès 2015, les taux de mortalité des assurés étaient supérieurs à ceux de la population générale. Cette deuxième étape permet d'obtenir un ensemble de tables prospectives de 2005 à 2100 pour la plage d'âges 40-95 ans.

La dernière étape consiste en l'extrapolation des quotients de mortalité de décès de 95 ans et plus. On effectue un raccord C1 à 95 ans aux taux obtenus c'est-à-dire un raccord qui assure la continuité et la dérivabilité à cet âge. On cible l'âge pour lequel le taux de décès vaut  $\frac{1}{2}$ , on pose  $x_{cible} = a \times t + b$ , permettant de faire dériver cet âge. Les paramètres a et b sont obtenus via une estimation par moindre carré sur les âges et les années en retenant la plage d'âge 85-95 ans.

## 4 Décalage des tables TGF05 et TGH05 : coefficients $\lambda^t$ et espérance de vie à 60 ans

### 4.1 Décalage selon le scénario central de l'INSEE

#### 4.1.1 Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGF05

Année t	Coefficients $\lambda^t$						
2006	0,998733874	2033	1,061545044	2060	1,318955419	2087	1,63432686
2007	0,994465388	2034	1,068383121	2061	1,331206527	2088	1,641971401
2008	0,991068818	2035	1,075564507	2062	1,344015081	2089	1,648989677
2009	0,988294951	2036	1,08300776	2063	1,356210616	2090	1,655476916
2010	0,98640823	2037	1,090375231	2064	1,369240023	2091	1,661004324
2011	0,985018498	2038	1,098251093	2065	1,382369812	2092	1,665987414
2012	0,984224521	2039	1,106126318	2066	1,395427746	2093	1,669926574
2013	0,984078394	2040	1,114203078	2067	1,408393327	2094	1,672929889
2014	0,984398296	2041	1,122782729	2068	1,421093729	2095	1,674912257
2015	0,985154177	2042	1,131344549	2069	1,434234339	2096	1,675787706
2016	0,986516679	2043	1,140024228	2070	1,447028407	2097	1,675601358
2017	0,98818251	2044	1,149080774	2071	1,459736149	2098	1,674236073
2018	0,990344519	2045	1,15828646	2072	1,472533851	2099	1,671803965
2019	0,992880413	2046	1,167414306	2073	1,484858688	2100	1,668355365
2020	0,995807607	2047	1,177169213	2074	1,497527001	2101	1,66395256
2021	0,998969892	2048	1,187039868	2075	1,509545367	2102	1,658781218
2022	1,002800605	2049	1,196851054	2076	1,521552857	2103	1,652852719
2023	1,006659072	2050	1,206875632	2077	1,533598764	2104	1,646296682
2024	1,010806394	2051	1,217404156	2078	1,544786562	2105	1,639219601
2025	1,015506103	2052	1,227779156	2079	1,556520575	2106	1,631720505
2026	1,020225123	2053	1,238601401	2080	1,567326735	2107	1,62389786
2027	1,025477164	2054	1,249693371	2081	1,577923676	2108	1,615820102
2028	1,030772528	2055	1,260491178	2082	1,58862746	2109	1,607561736
2029	1,0364549	2056	1,27188673	2083	1,598410261	2110	1,599208187
2030	1,042438306	2057	1,283549627	2084	1,608120715		
2031	1,048514013	2058	1,295112574	2085	1,617395835		
2032	1,055084722	2059	1,306893658	2086	1,626098189		

#### 4.1.2 Table TGF05 décalage INSEE central : espérance de vie à 60 ans

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2005	28,74		26,79		28,74
2006	28,81	0,069	26,87	0,079	28,82
2007	28,88	0,075	26,97	0,108	28,93
2008	28,97	0,081	27,08	0,107	29,03
2009	29,05	0,085	27,19	0,106	29,14
2010	29,14	0,091	27,29	0,105	29,25
2011	29,23	0,094	27,40	0,105	29,35
2012	29,33	0,098	27,50	0,104	29,45
2013	29,43	0,102	27,60	0,103	29,56
2014	29,54	0,105	27,71	0,103	29,66
2015	29,65	0,108	27,81	0,102	29,76
2016	29,76	0,112	27,91	0,101	29,86
2017	29,87	0,113	28,01	0,100	29,96
2018	29,99	0,116	28,11	0,100	30,06
2019	30,11	0,118	28,21	0,099	30,16
2020	30,23	0,121	28,31	0,098	30,26
2021	30,35	0,122	28,40	0,097	30,36
2022	30,47	0,126	28,50	0,097	30,45
2023	30,60	0,125	28,60	0,096	30,55
2024	30,73	0,126	28,69	0,095	30,64
2025	30,86	0,129	28,79	0,094	30,74
2026	30,98	0,129	28,88	0,094	30,83
2027	31,12	0,132	28,97	0,093	30,93
2028	31,25	0,131	29,06	0,092	31,02
2029	31,38	0,133	29,16	0,091	31,11
2030	31,51	0,134	29,25	0,091	31,20
2031	31,65	0,133	29,34	0,090	31,29
2032	31,78	0,136	29,43	0,089	31,38
2033	31,92	0,134	29,51	0,088	31,47
2034	32,05	0,135	29,60	0,088	31,55
2035	32,19	0,136	29,69	0,087	31,64
2036	32,32	0,137	29,77	0,086	31,73
2037	32,46	0,135	29,86	0,085	31,81
2038	32,60	0,138	29,95	0,085	31,90
2039	32,73	0,136	30,03	0,084	31,98
2040	32,87	0,136	30,11	0,083	32,06
2041	33,01	0,138	30,19	0,083	32,15
2042	33,15	0,137	30,28	0,082	32,23
2043	33,28	0,136	30,36	0,081	32,31
2044	33,42	0,138	30,44	0,080	32,39
2045	33,56	0,137	30,52	0,080	32,47

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2046	33,69	0,135	30,60	0,079	32,55
2047	33,83	0,138	30,67	0,078	32,63
2048	33,97	0,137	30,75	0,077	32,70
2049	34,10	0,135	30,83	0,077	32,78
2050	34,24	0,135	30,91	0,076	32,86
2051	34,37	0,137	30,98	0,075	32,93
2052	34,51	0,135	31,06	0,075	33,01
2053	34,64	0,136	31,13	0,074	33,08
2054	34,78	0,136	31,20	0,073	33,16
2055	34,91	0,133	31,28	0,073	33,23
2056	35,05	0,135	31,35	0,072	33,30
2057	35,18	0,135	31,42	0,071	33,37
2058	35,31	0,133	31,49	0,071	33,44
2059	35,45	0,132	31,56	0,070	33,51
2060	35,58	0,133	31,63	0,069	33,58
2061	35,71	0,132	31,70	0,069	33,65
2062	35,85	0,133	31,76	0,068	33,72
2063	35,97	0,129	31,83	0,067	33,78
2064	36,11	0,132	31,90	0,067	33,85
2065	36,24	0,131	31,96	0,066	33,92
2066	36,37	0,129	32,03	0,065	33,98
2067	36,49	0,128	32,10	0,065	34,05
2068	36,62	0,125	32,16	0,064	34,11
2069	36,75	0,126	32,22	0,064	34,18
2070	36,87	0,124	32,29	0,063	34,24
2071	36,99	0,122	32,35	0,062	34,30
2072	37,11	0,122	32,41	0,062	34,36
2073	37,23	0,119	32,47	0,061	34,42
2074	37,35	0,119	32,53	0,061	34,48
2075	37,47	0,116	32,59	0,060	34,54
2076	37,58	0,115	32,65	0,059	34,60
2077	37,70	0,115	32,71	0,059	34,66
2078	37,81	0,110	32,77	0,058	34,72
2079	37,92	0,112	32,83	0,058	34,78
2080	38,03	0,108	32,88	0,057	34,83
2081	38,13	0,106	32,94	0,056	34,89
2082	38,24	0,106	32,99	0,056	34,95
2083	38,34	0,102	33,05	0,055	35,00
2084	38,44	0,102	33,10	0,055	35,06
2085	38,54	0,100	33,16	0,054	35,11
2086	38,64	0,097	33,21	0,054	35,17
2087	38,74	0,095	33,27	0,053	35,22
2088	38,83	0,093	33,32	0,053	35,27
2089	38,92	0,090	33,37	0,052	35,32
2090	39,01	0,088	33,42	0,052	35,37
2091	39,09	0,084	33,47	0,051	35,43

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2092	39,17	0,082	33,52	0,051	35,48
2093	39,25	0,078	33,57	0,050	35,53
2094	39,32	0,074	33,62	0,050	35,58
2095	39,39	0,070	33,67	0,049	35,63
2096	39,46	0,066	33,72	0,049	35,67
2097	39,52	0,061	33,77	0,048	35,72
2098	39,58	0,056	33,82	0,048	35,77
2099	39,63	0,051	33,86	0,047	35,82
2100	39,68	0,046	33,91	0,047	35,86
2101	39,72	0,041	33,96	0,046	35,91
2102	39,75	0,037	34,00	0,046	35,96
2103	39,79	0,033	34,05	0,045	36,00
2104	39,81	0,028	34,09	0,045	36,05
2105	39,84	0,025	34,14	0,044	36,09
2106	39,86	0,021	34,18	0,044	36,13
2107	39,88	0,018	34,23	0,044	36,18
2108	39,89	0,015	34,27	0,043	36,22
2109	39,91	0,012	34,31	0,043	36,26
2110	39,91	0,010	34,35	0,042	36,31

**4.1.3 Coefficients  $\lambda^t$  appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGH05**

<b>Année t</b>	<b>Coefficients <math>\lambda^t</math></b>						
2006	1,010075185	2033	1,081039821	2060	1,190593183	2087	1,298276603
2007	1,013182174	2034	1,08425465	2061	1,19575853	2088	1,298533469
2008	1,01540719	2035	1,087511626	2062	1,201037094	2089	1,298314342
2009	1,017505992	2036	1,09073809	2063	1,20623151	2090	1,29758639
2010	1,019729837	2037	1,094225885	2064	1,211760718	2091	1,296176258
2011	1,022092299	2038	1,097518582	2065	1,21712427	2092	1,29429854
2012	1,024209983	2039	1,101128829	2066	1,222631976	2093	1,29174233
2013	1,026575008	2040	1,104771017	2067	1,227822991	2094	1,288636128
2014	1,028908269	2041	1,108226996	2068	1,23308751	2095	1,284909787
2015	1,031392784	2042	1,112027607	2069	1,238332953	2096	1,280563933
2016	1,033706667	2043	1,115704423	2070	1,243240502	2097	1,275625189
2017	1,036186816	2044	1,11966288	2071	1,248357567	2098	1,270069587
2018	1,038639249	2045	1,123475382	2072	1,253112333	2099	1,26394854
2019	1,041250427	2046	1,127411827	2073	1,257710704	2100	1,257352019
2020	1,043688109	2047	1,131480116	2074	1,262363063	2101	1,250303361
2021	1,046309847	2048	1,135646205	2075	1,266607073	2102	1,242864937
2022	1,048997942	2049	1,139545631	2076	1,271009347	2103	1,235068452
2023	1,051634764	2050	1,144020282	2077	1,274702399	2104	1,227056361
2024	1,05439411	2051	1,148344083	2078	1,278544504	2105	1,218800877
2025	1,05718726	2052	1,152582537	2079	1,28199086	2106	1,210396245
2026	1,059899532	2053	1,157173032	2080	1,285060455	2107	1,201886873
2027	1,062862836	2054	1,161658079	2081	1,288003589	2108	1,193315823
2028	1,065740794	2055	1,166352115	2082	1,290476442	2109	1,184693359
2029	1,068517159	2056	1,170989253	2083	1,292785271	2110	1,176102554
2030	1,071745589	2057	1,175831029	2084	1,294709542		
2031	1,074825169	2058	1,180626038	2085	1,296327676		
2032	1,077685586	2059	1,185799364	2086	1,297477279		

#### 4.1.4 Table TGH05 décalage INSEE central : espérance de vie à 60 ans

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2005	25,11		21,78		25,11
2006	25,25	0,138	21,84	0,061	25,17
2007	25,38	0,137	21,96	0,113	25,28
2008	25,52	0,138	22,08	0,121	25,40
2009	25,66	0,136	22,20	0,121	25,52
2010	25,79	0,137	22,32	0,120	25,64
2011	25,93	0,137	22,44	0,120	25,76
2012	26,07	0,135	22,56	0,119	25,88
2013	26,20	0,136	22,68	0,119	26,00
2014	26,34	0,135	22,80	0,118	26,12
2015	26,47	0,136	22,91	0,118	26,24
2016	26,61	0,134	23,03	0,118	26,36
2017	26,74	0,135	23,15	0,117	26,47
2018	26,88	0,134	23,26	0,117	26,59
2019	27,01	0,135	23,38	0,116	26,71
2020	27,14	0,133	23,50	0,116	26,82
2021	27,28	0,134	23,61	0,115	26,94
2022	27,41	0,134	23,73	0,115	27,05
2023	27,54	0,133	23,84	0,114	27,17
2024	27,68	0,133	23,95	0,114	27,28
2025	27,81	0,133	24,07	0,113	27,39
2026	27,94	0,131	24,18	0,113	27,51
2027	28,07	0,132	24,29	0,112	27,62
2028	28,21	0,131	24,40	0,112	27,73
2029	28,34	0,130	24,51	0,111	27,84
2030	28,47	0,132	24,63	0,110	27,95
2031	28,60	0,131	24,73	0,110	28,06
2032	28,73	0,129	24,84	0,109	28,17
2033	28,86	0,131	24,95	0,109	28,28
2034	28,99	0,130	25,06	0,108	28,39
2035	29,12	0,129	25,17	0,108	28,49
2036	29,25	0,129	25,28	0,107	28,60
2037	29,38	0,130	25,38	0,106	28,71
2038	29,50	0,128	25,49	0,106	28,81
2039	29,63	0,129	25,59	0,105	28,92
2040	29,76	0,129	25,70	0,105	29,02
2041	29,89	0,127	25,80	0,104	29,13
2042	30,02	0,128	25,91	0,103	29,23
2043	30,14	0,127	26,01	0,103	29,33
2044	30,27	0,128	26,11	0,102	29,44
2045	30,40	0,126	26,21	0,102	29,54

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2046	30,53	0,127	26,31	0,101	29,64
2047	30,65	0,127	26,41	0,100	29,74
2048	30,78	0,127	26,51	0,100	29,84
2049	30,90	0,124	26,61	0,099	29,94
2050	31,03	0,127	26,71	0,099	30,04
2051	31,16	0,126	26,81	0,098	30,14
2052	31,28	0,124	26,91	0,097	30,23
2053	31,41	0,126	27,00	0,097	30,33
2054	31,53	0,124	27,10	0,096	30,43
2055	31,66	0,125	27,20	0,096	30,52
2056	31,78	0,124	27,29	0,095	30,62
2057	31,90	0,124	27,38	0,094	30,71
2058	32,03	0,124	27,48	0,094	30,80
2059	32,15	0,125	27,57	0,093	30,90
2060	32,28	0,122	27,66	0,092	30,99
2061	32,40	0,124	27,76	0,092	31,08
2062	32,52	0,124	27,85	0,091	31,17
2063	32,65	0,122	27,94	0,091	31,26
2064	32,77	0,123	28,03	0,090	31,35
2065	32,89	0,122	28,12	0,089	31,44
2066	33,01	0,122	28,21	0,089	31,53
2067	33,13	0,120	28,29	0,088	31,62
2068	33,25	0,119	28,38	0,087	31,71
2069	33,37	0,119	28,47	0,087	31,79
2070	33,49	0,116	28,55	0,086	31,88
2071	33,60	0,117	28,64	0,086	31,96
2072	33,72	0,114	28,72	0,085	32,05
2073	33,83	0,113	28,81	0,084	32,13
2074	33,94	0,113	28,89	0,084	32,22
2075	34,05	0,110	28,98	0,083	32,30
2076	34,16	0,111	29,06	0,083	32,38
2077	34,27	0,106	29,14	0,082	32,47
2078	34,38	0,107	29,22	0,081	32,55
2079	34,48	0,104	29,30	0,081	32,63
2080	34,58	0,102	29,38	0,080	32,71
2081	34,69	0,101	29,46	0,080	32,79
2082	34,78	0,098	29,54	0,079	32,87
2083	34,88	0,097	29,62	0,078	32,95
2084	34,97	0,094	29,70	0,078	33,02
2085	35,07	0,092	29,77	0,077	33,10
2086	35,16	0,089	29,85	0,077	33,18
2087	35,24	0,087	29,93	0,076	33,25
2088	35,33	0,084	30,00	0,075	33,33
2089	35,41	0,081	30,08	0,075	33,40
2090	35,49	0,078	30,15	0,074	33,48
2091	35,56	0,073	30,23	0,074	33,55

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE central	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE central	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE central
2092	35,63	0,070	30,30	0,073	<b>33,62</b>
2093	35,70	0,066	30,37	0,073	<b>33,70</b>
2094	35,76	0,062	30,44	0,072	<b>33,77</b>
2095	35,82	0,058	30,52	0,071	<b>33,84</b>
2096	35,87	0,053	30,59	0,071	<b>33,91</b>
2097	35,92	0,049	30,66	0,070	<b>33,98</b>
2098	35,96	0,044	30,73	0,070	<b>34,05</b>
2099	36,00	0,039	30,80	0,069	<b>34,12</b>
2100	36,04	0,035	30,86	0,069	<b>34,19</b>
2101	36,07	0,031	30,93	0,068	<b>34,26</b>
2102	36,09	0,027	31,00	0,068	<b>34,33</b>
2103	36,12	0,023	31,07	0,067	<b>34,39</b>
2104	36,14	0,020	31,13	0,067	<b>34,46</b>
2105	36,15	0,016	31,20	0,066	<b>34,53</b>
2106	36,17	0,014	31,27	0,066	<b>34,59</b>
2107	36,18	0,011	31,33	0,065	<b>34,66</b>
2108	36,19	0,009	31,39	0,065	<b>34,72</b>
2109	36,19	0,007	31,46	0,064	<b>34,78</b>
2110	36,20	0,006	31,52	0,063	<b>34,85</b>

## 4.2 Décalage selon le scénario haut de l'INSEE

### 4.2.1 Coefficients $\lambda^t$ appliqués aux quotients de mortalité $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGF05

Année t	Coefficients $\lambda^t$						
2006	0,985661157	2033	0,883863675	2060	0,857015182	2087	0,821555009
2007	0,977161614	2034	0,882430753	2061	0,856279026	2088	0,819052358
2008	0,96942722	2035	0,88111742	2062	0,855724652	2089	0,816414488
2009	0,962127958	2036	0,879923703	2063	0,854869849	2090	0,813693284
2010	0,955435952	2037	0,878525656	2064	0,854263834	2091	0,81066632
2011	0,949155297	2038	0,87741902	2065	0,853620128	2092	0,807560397
2012	0,943371002	2039	0,876137834	2066	0,852942961	2093	0,804221804
2013	0,938108834	2040	0,874952445	2067	0,852151206	2094	0,800582978
2014	0,933195451	2041	0,873978191	2068	0,851161942	2095	0,796731441
2015	0,928608907	2042	0,87288902	2069	0,850370905	2096	0,792572369
2016	0,924486441	2043	0,871768826	2070	0,849382911	2097	0,788109018
2017	0,920565869	2044	0,870855019	2071	0,848330445	2098	0,783304359
2018	0,91699493	2045	0,869865068	2072	0,847308631	2099	0,778203055
2019	0,913671121	2046	0,868729048	2073	0,846016937	2100	0,772800841
2020	0,910598038	2047	0,867873463	2074	0,844904134	2101	0,76706343
2021	0,90763225	2048	0,867001191	2075	0,843566842	2102	0,761132866
2022	0,905146646	2049	0,866038544	2076	0,842138184	2103	0,754910068
2023	0,902550556	2050	0,865018296	2077	0,840807299	2104	0,748438693
2024	0,900106255	2051	0,864239778	2078	0,839091113	2105	0,741811133
2025	0,898019031	2052	0,863368445	2079	0,837683382	2106	0,734999904
2026	0,895835268	2053	0,862546572	2080	0,835902607	2107	0,728033624
2027	0,89393222	2054	0,861812121	2081	0,83406229	2108	0,720977321
2028	0,891965266	2055	0,860847159	2082	0,832355894	2109	0,71378826
2029	0,890192019	2056	0,860063435	2083	0,830291273	2110	0,706575633
2030	0,888562169	2057	0,8593927	2084	0,828309357		
2031	0,886885648	2058	0,858550282	2085	0,826179277		
2032	0,885493249	2059	0,857728371	2086	0,823942459		

## 4.2.2 Table TGF05 décalage INSEE haut : espérance de vie à 60 ans

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE haut
2005	28,74		26,79		<b>28,74</b>
2006	28,81	0,069	26,97	0,181	<b>28,92</b>
2007	28,88	0,075	27,11	0,141	<b>29,06</b>
2008	28,97	0,081	27,25	0,142	<b>29,20</b>
2009	29,05	0,085	27,39	0,143	<b>29,35</b>
2010	29,14	0,091	27,54	0,145	<b>29,49</b>
2011	29,23	0,094	27,68	0,145	<b>29,64</b>
2012	29,33	0,098	27,83	0,145	<b>29,78</b>
2013	29,43	0,102	27,97	0,145	<b>29,93</b>
2014	29,54	0,105	28,12	0,145	<b>30,07</b>
2015	29,65	0,108	28,26	0,146	<b>30,22</b>
2016	29,76	0,112	28,41	0,146	<b>30,36</b>
2017	29,87	0,113	28,56	0,146	<b>30,51</b>
2018	29,99	0,116	28,70	0,146	<b>30,65</b>
2019	30,11	0,118	28,85	0,146	<b>30,80</b>
2020	30,23	0,121	28,99	0,146	<b>30,95</b>
2021	30,35	0,122	29,14	0,146	<b>31,09</b>
2022	30,47	0,126	29,29	0,146	<b>31,24</b>
2023	30,60	0,125	29,43	0,147	<b>31,39</b>
2024	30,73	0,126	29,58	0,147	<b>31,53</b>
2025	30,86	0,129	29,73	0,147	<b>31,68</b>
2026	30,98	0,129	29,87	0,147	<b>31,83</b>
2027	31,12	0,132	30,02	0,147	<b>31,97</b>
2028	31,25	0,131	30,17	0,147	<b>32,12</b>
2029	31,38	0,133	30,32	0,147	<b>32,27</b>
2030	31,51	0,134	30,46	0,147	<b>32,42</b>
2031	31,65	0,133	30,61	0,147	<b>32,56</b>
2032	31,78	0,136	30,76	0,147	<b>32,71</b>
2033	31,92	0,134	30,90	0,147	<b>32,86</b>
2034	32,05	0,135	31,05	0,147	<b>33,00</b>
2035	32,19	0,136	31,20	0,147	<b>33,15</b>
2036	32,32	0,137	31,35	0,147	<b>33,30</b>
2037	32,46	0,135	31,49	0,147	<b>33,44</b>
2038	32,60	0,138	31,64	0,146	<b>33,59</b>
2039	32,73	0,136	31,78	0,146	<b>33,74</b>
2040	32,87	0,136	31,93	0,146	<b>33,88</b>
2041	33,01	0,138	32,08	0,146	<b>34,03</b>
2042	33,15	0,137	32,22	0,146	<b>34,17</b>
2043	33,28	0,136	32,37	0,145	<b>34,32</b>
2044	33,42	0,138	32,51	0,145	<b>34,47</b>
2045	33,56	0,137	32,66	0,145	<b>34,61</b>

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE haut
2046	33,69	0,135	32,80	0,144	34,75
2047	33,83	0,138	32,95	0,144	34,90
2048	33,97	0,137	33,09	0,144	35,04
2049	34,10	0,135	33,23	0,143	35,19
2050	34,24	0,135	33,38	0,143	35,33
2051	34,37	0,137	33,52	0,143	35,47
2052	34,51	0,135	33,66	0,142	35,61
2053	34,64	0,136	33,80	0,142	35,76
2054	34,78	0,136	33,94	0,141	35,90
2055	34,91	0,133	34,09	0,141	36,04
2056	35,05	0,135	34,23	0,140	36,18
2057	35,18	0,135	34,37	0,140	36,32
2058	35,31	0,133	34,50	0,139	36,46
2059	35,45	0,132	34,64	0,139	36,60
2060	35,58	0,133	34,78	0,138	36,73
2061	35,71	0,132	34,92	0,138	36,87
2062	35,85	0,133	35,06	0,137	37,01
2063	35,97	0,129	35,19	0,137	37,15
2064	36,11	0,132	35,33	0,136	37,28
2065	36,24	0,131	35,47	0,136	37,42
2066	36,37	0,129	35,60	0,135	37,55
2067	36,49	0,128	35,74	0,134	37,69
2068	36,62	0,125	35,87	0,134	37,82
2069	36,75	0,126	36,00	0,133	37,95
2070	36,87	0,124	36,13	0,132	38,09
2071	36,99	0,122	36,27	0,132	38,22
2072	37,11	0,122	36,40	0,131	38,35
2073	37,23	0,119	36,53	0,130	38,48
2074	37,35	0,119	36,66	0,130	38,61
2075	37,47	0,116	36,79	0,129	38,74
2076	37,58	0,115	36,91	0,128	38,87
2077	37,70	0,115	37,04	0,127	38,99
2078	37,81	0,110	37,17	0,127	39,12
2079	37,92	0,112	37,29	0,126	39,25
2080	38,03	0,108	37,42	0,125	39,37
2081	38,13	0,106	37,54	0,124	39,50
2082	38,24	0,106	37,67	0,124	39,62
2083	38,34	0,102	37,79	0,123	39,74
2084	38,44	0,102	37,91	0,122	39,86
2085	38,54	0,100	38,03	0,121	39,99
2086	38,64	0,097	38,15	0,120	40,11
2087	38,74	0,095	38,27	0,120	40,23
2088	38,83	0,093	38,39	0,119	40,34
2089	38,92	0,090	38,51	0,118	40,46
2090	39,01	0,088	38,63	0,117	40,58
2091	39,09	0,084	38,74	0,116	40,70

Année	espérance de vie à 60 ans table TGF05	augmentation annuelle espérance de vie table TGF05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage INSEE haut
2092	39,17	0,082	38,86	0,115	40,81
2093	39,25	0,078	38,97	0,115	40,93
2094	39,32	0,074	39,09	0,114	41,04
2095	39,39	0,070	39,20	0,113	41,15
2096	39,46	0,066	39,31	0,112	41,26
2097	39,52	0,061	39,42	0,111	41,38
2098	39,58	0,056	39,53	0,110	41,49
2099	39,63	0,051	39,64	0,109	41,60
2100	39,68	0,046	39,75	0,109	41,70
2101	39,72	0,041	39,86	0,108	41,81
2102	39,75	0,037	39,97	0,107	41,92
2103	39,79	0,033	40,07	0,106	42,02
2104	39,81	0,028	40,18	0,105	42,13
2105	39,84	0,025	40,28	0,104	42,23
2106	39,86	0,021	40,39	0,103	42,34
2107	39,88	0,018	40,49	0,103	42,44
2108	39,89	0,015	40,59	0,102	42,54
2109	39,91	0,012	40,69	0,101	42,64
2110	39,91	0,010	40,79	0,100	42,74

**4.2.3 Coefficients  $\lambda^t$  appliqués aux quotients de mortalité  $q_x^t$ , t=2006 à t=2110, x=60 ans à x=120 ans, de la table de mortalité TGH05**

<b>Année t</b>	<b>Coefficients <math>\lambda^t</math></b>						
2006	0,996839233	2033	0,907622209	2060	0,782929074	2087	0,656850708
2007	0,994701587	2034	0,90329521	2061	0,778335281	2088	0,651758124
2008	0,992603739	2035	0,898904224	2062	0,773900093	2089	0,646494524
2009	0,99026238	2036	0,894404826	2063	0,76930145	2090	0,641146527
2010	0,987918504	2037	0,890008251	2064	0,764938442	2091	0,635673575
2011	0,985584972	2038	0,885404343	2065	0,760574431	2092	0,63009234
2012	0,982857389	2039	0,880929341	2066	0,756068198	2093	0,624499786
2013	0,980215162	2040	0,876463106	2067	0,751517617	2094	0,618656552
2014	0,977351548	2041	0,871711218	2068	0,747038399	2095	0,612708544
2015	0,974484046	2042	0,867173454	2069	0,742490261	2096	0,6066507
2016	0,971346603	2043	0,862439676	2070	0,73797047	2097	0,600451398
2017	0,968235119	2044	0,85788587	2071	0,733607243	2098	0,594092814
2018	0,96498491	2045	0,853117978	2072	0,72895822	2099	0,587573643
2019	0,961756928	2046	0,848468358	2073	0,72420861	2100	0,580943931
2020	0,958263019	2047	0,843785808	2074	0,719792455	2101	0,574199978
2021	0,954809139	2048	0,8391056	2075	0,715009583	2102	0,56738852
2022	0,95130504	2049	0,834183543	2076	0,710422788	2103	0,56039993
2023	0,947632094	2050	0,829635724	2077	0,705706056	2104	0,553408175
2024	0,943963374	2051	0,824883579	2078	0,701028814	2105	0,546296139
2025	0,940197571	2052	0,820120876	2079	0,696227295	2106	0,539216967
2026	0,936282504	2053	0,815529716	2080	0,691508916	2107	0,532043636
2027	0,932436362	2054	0,810725732	2081	0,68666794	2108	0,52492124
2028	0,928435733	2055	0,806113109	2082	0,681734221	2109	0,517721705
2029	0,924249214	2056	0,801366688	2083	0,676897362	2110	0,510608084
2030	0,920302644	2057	0,796697885	2084	0,67191226		
2031	0,916170326	2058	0,792150206	2085	0,667049592		
2032	0,911750778	2059	0,787642697	2086	0,661997766		

#### 4.2.4 Table TGH05 décalage INSEE haut : espérance de vie à 60 ans

Année	espérance de vie à 60 ans table TGH05	augmentation annuelle espérance de vie table TGH05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage INSEE haut
2005	25,11		21,78		<b>25,11</b>
2006	25,25	0,138	21,95	0,163	<b>25,27</b>
2007	25,38	0,137	22,10	0,153	<b>25,42</b>
2008	25,52	0,138	22,25	0,154	<b>25,58</b>
2009	25,66	0,136	22,41	0,154	<b>25,73</b>
2010	25,79	0,137	22,56	0,155	<b>25,89</b>
2011	25,93	0,137	22,72	0,155	<b>26,04</b>
2012	26,07	0,135	22,87	0,156	<b>26,20</b>
2013	26,20	0,136	23,03	0,157	<b>26,36</b>
2014	26,34	0,135	23,19	0,158	<b>26,51</b>
2015	26,47	0,136	23,35	0,158	<b>26,67</b>
2016	26,61	0,134	23,50	0,159	<b>26,83</b>
2017	26,74	0,135	23,66	0,159	<b>26,99</b>
2018	26,88	0,134	23,82	0,160	<b>27,15</b>
2019	27,01	0,135	23,98	0,160	<b>27,31</b>
2020	27,14	0,133	24,14	0,160	<b>27,47</b>
2021	27,28	0,134	24,30	0,161	<b>27,63</b>
2022	27,41	0,134	24,47	0,161	<b>27,79</b>
2023	27,54	0,133	24,63	0,162	<b>27,95</b>
2024	27,68	0,133	24,79	0,162	<b>28,11</b>
2025	27,81	0,133	24,95	0,162	<b>28,28</b>
2026	27,94	0,131	25,11	0,163	<b>28,44</b>
2027	28,07	0,132	25,28	0,163	<b>28,60</b>
2028	28,21	0,131	25,44	0,164	<b>28,77</b>
2029	28,34	0,130	25,61	0,164	<b>28,93</b>
2030	28,47	0,132	25,77	0,164	<b>29,10</b>
2031	28,60	0,131	25,93	0,165	<b>29,26</b>
2032	28,73	0,129	26,10	0,165	<b>29,42</b>
2033	28,86	0,131	26,27	0,166	<b>29,59</b>
2034	28,99	0,130	26,43	0,166	<b>29,76</b>
2035	29,12	0,129	26,60	0,166	<b>29,92</b>
2036	29,25	0,129	26,76	0,167	<b>30,09</b>
2037	29,38	0,130	26,93	0,167	<b>30,26</b>
2038	29,50	0,128	27,10	0,167	<b>30,42</b>
2039	29,63	0,129	27,27	0,167	<b>30,59</b>
2040	29,76	0,129	27,43	0,168	<b>30,76</b>
2041	29,89	0,127	27,60	0,168	<b>30,93</b>
2042	30,02	0,128	27,77	0,168	<b>31,09</b>
2043	30,14	0,127	27,94	0,169	<b>31,26</b>
2044	30,27	0,128	28,11	0,169	<b>31,43</b>
2045	30,40	0,126	28,28	0,169	<b>31,60</b>

Année	espérance de vie à 60 ans table TGH05	augmentation annuelle espérance de vie table TGH05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage INSEE haut
2046	30,53	0,127	28,45	0,169	31,77
2047	30,65	0,127	28,61	0,169	31,94
2048	30,78	0,127	28,78	0,170	32,11
2049	30,90	0,124	28,95	0,170	32,28
2050	31,03	0,127	29,12	0,170	32,45
2051	31,16	0,126	29,29	0,170	32,62
2052	31,28	0,124	29,46	0,170	32,79
2053	31,41	0,126	29,63	0,170	32,96
2054	31,53	0,124	29,80	0,170	33,13
2055	31,66	0,125	29,97	0,170	33,30
2056	31,78	0,124	30,15	0,170	33,47
2057	31,90	0,124	30,32	0,170	33,64
2058	32,03	0,124	30,49	0,170	33,81
2059	32,15	0,125	30,66	0,170	33,98
2060	32,28	0,122	30,83	0,170	34,15
2061	32,40	0,124	31,00	0,170	34,32
2062	32,52	0,124	31,17	0,170	34,49
2063	32,65	0,122	31,34	0,170	34,66
2064	32,77	0,123	31,51	0,170	34,83
2065	32,89	0,122	31,68	0,170	35,00
2066	33,01	0,122	31,85	0,170	35,17
2067	33,13	0,120	32,02	0,169	35,34
2068	33,25	0,119	32,19	0,169	35,51
2069	33,37	0,119	32,35	0,169	35,68
2070	33,49	0,116	32,52	0,169	35,85
2071	33,60	0,117	32,69	0,169	36,02
2072	33,72	0,114	32,86	0,168	36,19
2073	33,83	0,113	33,03	0,168	36,35
2074	33,94	0,113	33,20	0,168	36,52
2075	34,05	0,110	33,36	0,167	36,69
2076	34,16	0,111	33,53	0,167	36,86
2077	34,27	0,106	33,70	0,167	37,02
2078	34,38	0,107	33,86	0,166	37,19
2079	34,48	0,104	34,03	0,166	37,35
2080	34,58	0,102	34,19	0,165	37,52
2081	34,69	0,101	34,36	0,165	37,68
2082	34,78	0,098	34,52	0,164	37,85
2083	34,88	0,097	34,69	0,164	38,01
2084	34,97	0,094	34,85	0,163	38,18
2085	35,07	0,092	35,01	0,163	38,34
2086	35,16	0,089	35,18	0,162	38,50
2087	35,24	0,087	35,34	0,162	38,66
2088	35,33	0,084	35,50	0,161	38,82
2089	35,41	0,081	35,66	0,161	38,98
2090	35,49	0,078	35,82	0,160	39,14
2091	35,56	0,073	35,98	0,159	39,30

Année	espérance de vie à 60 ans table TGH05	augmentation annuelle espérance de vie table TGH05	espérance de vie à 60 ans table INSEE haut	augmentation annuelle espérance de vie table INSEE haut	espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage INSEE haut
2092	35,63	0,070	36,14	0,159	39,46
2093	35,70	0,066	36,30	0,158	39,62
2094	35,76	0,062	36,45	0,157	39,78
2095	35,82	0,058	36,61	0,157	39,93
2096	35,87	0,053	36,76	0,156	40,09
2097	35,92	0,049	36,92	0,155	40,25
2098	35,96	0,044	37,07	0,154	40,40
2099	36,00	0,039	37,23	0,154	40,55
2100	36,04	0,035	37,38	0,153	40,71
2101	36,07	0,031	37,53	0,152	40,86
2102	36,09	0,027	37,68	0,151	41,01
2103	36,12	0,023	37,83	0,150	41,16
2104	36,14	0,020	37,98	0,150	41,31
2105	36,15	0,016	38,13	0,149	41,46
2106	36,17	0,014	38,28	0,148	41,61
2107	36,18	0,011	38,43	0,147	41,75
2108	36,19	0,009	38,57	0,146	41,90
2109	36,19	0,007	38,72	0,145	42,05
2110	36,20	0,006	38,86	0,145	42,19

## 5 Décalage des tables TGF05 et TGH05 : étude des quotients de mortalité

### 5.1 Décalage selon le scénario central de l'INSEE

#### 5.1.1 TGF05 décalage INSEE central : $q_{x+1} - q_x$

	génération ayant 30 ans en 2008	génération ayant 40 ans en 2008	génération ayant 50 ans en 2008	génération ayant 60 ans en 2008	génération ayant 70 ans en 2008
q60 - q59	0,00024	0,00011	0,00000	0,00306	
q61 - q60	0,00003	0,00004	0,00005	0,00004	
q62 - q61	0,00004	0,00003	0,00001	0,00001	
q63 - q62	0,00005	0,00005	0,00008	0,00008	
q64 - q63	0,00016	0,00021	0,00024	0,00029	
q65 - q64	0,00016	0,00017	0,00020	0,00023	
q66 - q65	0,00017	0,00023	0,00028	0,00033	
q67 - q66	0,00020	0,00022	0,00029	0,00032	
q68 - q67	0,00019	0,00026	0,00031	0,00040	
q69 - q68	0,00022	0,00027	0,00031	0,00037	
q70 - q69	0,00029	0,00036	0,00047	0,00059	0,00657
q71 - q70	0,00028	0,00037	0,00045	0,00055	0,00064
q72 - q71	0,00029	0,00034	0,00041	0,00050	0,00061
q73 - q72	0,00039	0,00052	0,00067	0,00084	0,00105
q74 - q73	0,00041	0,00051	0,00063	0,00080	0,00099
q75 - q74	0,00049	0,00061	0,00078	0,00099	0,00123
q76 - q75	0,00054	0,00068	0,00084	0,00104	0,00130
q77 - q76	0,00067	0,00082	0,00104	0,00134	0,00172
q78 - q77	0,00075	0,00090	0,00107	0,00130	0,00154
q79 - q78	0,00089	0,00110	0,00134	0,00162	0,00203
q80 - q79	0,00111	0,00129	0,00153	0,00186	0,00224
q81 - q80	0,00131	0,00157	0,00187	0,00224	0,00272
q82 - q81	0,00163	0,00191	0,00222	0,00263	0,00319
q83 - q82	0,00202	0,00231	0,00267	0,00312	0,00363
q84 - q83	0,00253	0,00286	0,00324	0,00366	0,00422
q85 - q84	0,00322	0,00355	0,00393	0,00435	0,00478
q86 - q85	0,00408	0,00447	0,00487	0,00527	0,00566
q87 - q86	0,00520	0,00553	0,00591	0,00627	0,00660
q88 - q87	0,00642	0,00687	0,00727	0,00774	0,00825
q89 - q88	0,00773	0,00805	0,00834	0,00855	0,00869
q90 - q89	0,00910	0,00944	0,00975	0,01003	0,01025
q91 - q90	0,01023	0,01046	0,01056	0,01063	0,01061
q92 - q91	0,01114	0,01151	0,01185	0,01219	0,01264
q93 - q92	0,01127	0,01146	0,01156	0,01167	0,01174
q94 - q93	0,01220	0,01241	0,01239	0,01243	0,01252
q95 - q94	0,01308	0,01321	0,01327	0,01327	0,01327
q96 - q95	0,01404	0,01420	0,01412	0,01410	0,01410
q97 - q96	0,01491	0,01516	0,01500	0,01491	0,01488
q98 - q97	0,01585	0,01604	0,01592	0,01576	0,01568
q99 - q98	0,01683	0,01703	0,01682	0,01668	0,01650
q100 - q99	0,01762	0,01792	0,01773	0,01759	0,01738
q101 - q100	0,01873	0,01892	0,01871	0,01834	0,01823
q102 - q101	0,01946	0,01985	0,01965	0,01926	0,01888
q103 - q102	0,02053	0,02080	0,02063	0,02028	0,02005
q104 - q103	0,02139	0,02183	0,02173	0,02115	0,02084
q105 - q104	0,02218	0,02284	0,02255	0,02209	0,02153
q106 - q105	0,02321	0,02375	0,02350	0,02302	0,02240
q107 - q106	0,02406	0,02459	0,02501	0,02420	0,02375
q108 - q107	0,02476	0,02585	0,02557	0,02469	0,02485
q109 - q108	0,02571	0,02664	0,02682	0,02654	0,02446
q110 - q109	0,02674	0,02726	0,02755	0,02636	0,02730
q111 - q110	0,02688	0,02908	0,02872	0,02870	0,02542
q112 - q111	0,02813	0,02877	0,03023	0,02933	0,03233
q113 - q112	0,02855	0,03102	0,03168	0,02829	0,02703
q114 - q113	0,02948	0,03016	0,02913	0,03630	0,02664
q115 - q114	0,02921	0,03475	0,03334	0,02487	0,02517
q116 - q115	0,03000	0,02955	0,03946	0,04546	0,07592
q117 - q116	0,03439	0,04040	0,02211	0,04174	-0,07906
q118 - q117	0,02570	0,02175	0,06474	-0,01357	0,06299
q119 - q118	0,03193	0,05902	-0,00638	0,12577	0,21976
q120 - q119	0,31895	0,26574	0,29219	0,21756	0,14430

### 5.1.2 TGH05 décalage INSEE central : $q_{x+1} - q_x$

	génération ayant 30 ans en 2008	génération ayant 40 ans en 2008	génération ayant 50 ans en 2008	génération ayant 60 ans en 2008	génération ayant 70 ans en 2008
q60 - q59	0,00024	0,00021	0,00019	0,00424	
q61 - q60	0,00010	0,00015	0,00017	0,00023	
q62 - q61	0,00009	0,00011	0,00015	0,00018	
q63 - q62	0,00015	0,00019	0,00022	0,00028	
q64 - q63	0,00033	0,00038	0,00046	0,00055	
q65 - q64	0,00025	0,00032	0,00039	0,00047	
q66 - q65	0,00026	0,00031	0,00038	0,00048	
q67 - q66	0,00040	0,00047	0,00056	0,00066	
q68 - q67	0,00050	0,00060	0,00071	0,00085	
q69 - q68	0,00055	0,00065	0,00078	0,00094	
q70 - q69	0,00078	0,00090	0,00107	0,00125	0,01231
q71 - q70	0,00074	0,00089	0,00104	0,00123	0,00147
q72 - q71	0,00075	0,00086	0,00104	0,00122	0,00145
q73 - q72	0,00088	0,00104	0,00120	0,00143	0,00168
q74 - q73	0,00071	0,00084	0,00103	0,00123	0,00148
q75 - q74	0,00058	0,00070	0,00083	0,00101	0,00123
q76 - q75	0,00093	0,00111	0,00131	0,00156	0,00185
q77 - q76	0,00073	0,00088	0,00107	0,00128	0,00157
q78 - q77	0,00131	0,00152	0,00177	0,00210	0,00246
q79 - q78	0,00200	0,00229	0,00265	0,00304	0,00352
q80 - q79	0,00244	0,00279	0,00316	0,00362	0,00412
q81 - q80	0,00264	0,00297	0,00338	0,00383	0,00437
q82 - q81	0,00452	0,00503	0,00558	0,00618	0,00684
q83 - q82	0,00348	0,00386	0,00428	0,00479	0,00533
q84 - q83	0,00507	0,00553	0,00606	0,00660	0,00724
q85 - q84	0,00509	0,00557	0,00607	0,00665	0,00724
q86 - q85	0,00641	0,00692	0,00750	0,00808	0,00869
q87 - q86	0,00529	0,00573	0,00619	0,00672	0,00728
q88 - q87	0,00663	0,00712	0,00762	0,00815	0,00875
q89 - q88	0,00812	0,00866	0,00920	0,00978	0,01031
q90 - q89	0,01265	0,01357	0,01450	0,01532	0,01610
q91 - q90	0,01022	0,01098	0,01163	0,01236	0,01286
q92 - q91	0,01156	0,01260	0,01373	0,01481	0,01591
q93 - q92	0,01099	0,01219	0,01351	0,01517	0,01733
q94 - q93	0,01171	0,01256	0,01338	0,01446	0,01550
q95 - q94	0,01353	0,01456	0,01560	0,01670	0,01807
q96 - q95	0,01292	0,01386	0,01457	0,01561	0,01672
q97 - q96	0,01339	0,01434	0,01522	0,01612	0,01722
q98 - q97	0,01394	0,01494	0,01563	0,01659	0,01783
q99 - q98	0,01442	0,01546	0,01631	0,01718	0,01824
q100 - q99	0,01494	0,01606	0,01681	0,01766	0,01867
q101 - q100	0,01553	0,01648	0,01736	0,01818	0,01923
q102 - q101	0,01581	0,01716	0,01779	0,01886	0,02001
q103 - q102	0,01647	0,01764	0,01864	0,01920	0,01999
q104 - q103	0,01692	0,01824	0,01893	0,01953	0,02078
q105 - q104	0,01716	0,01867	0,01965	0,02055	0,02181
q106 - q105	0,01790	0,01892	0,02042	0,02100	0,02138
q107 - q106	0,01800	0,01994	0,02060	0,02122	0,02233
q108 - q107	0,01867	0,02040	0,02099	0,02217	0,02177
q109 - q108	0,01884	0,02075	0,02245	0,02233	0,02220
q110 - q109	0,01898	0,02118	0,02080	0,02160	0,02368
q111 - q110	0,01989	0,02056	0,02652	0,02400	0,03072
q112 - q111	0,02060	0,02393	0,02108	0,02101	0,02472
q113 - q112	0,01864	0,01927	0,02169	0,03780	-0,01639
q114 - q113	0,02041	0,02565	0,02048	0,00627	0,04040
q115 - q114	0,02194	0,02727	0,04406	0,04879	0,00230
q116 - q115	0,01495	0,02380	0,00690	0,08932	0,00224
q117 - q116	0,02657	0,01291	0,00600	-0,28673	0,41917
q118 - q117	0,01197	0,02470	0,14170	0,20561	0,00000
q119 - q118	0,04957	0,05938	-0,30139	0,38868	0,00000
q120 - q119	0,41686	0,35086	0,57510	0,00000	0,00000

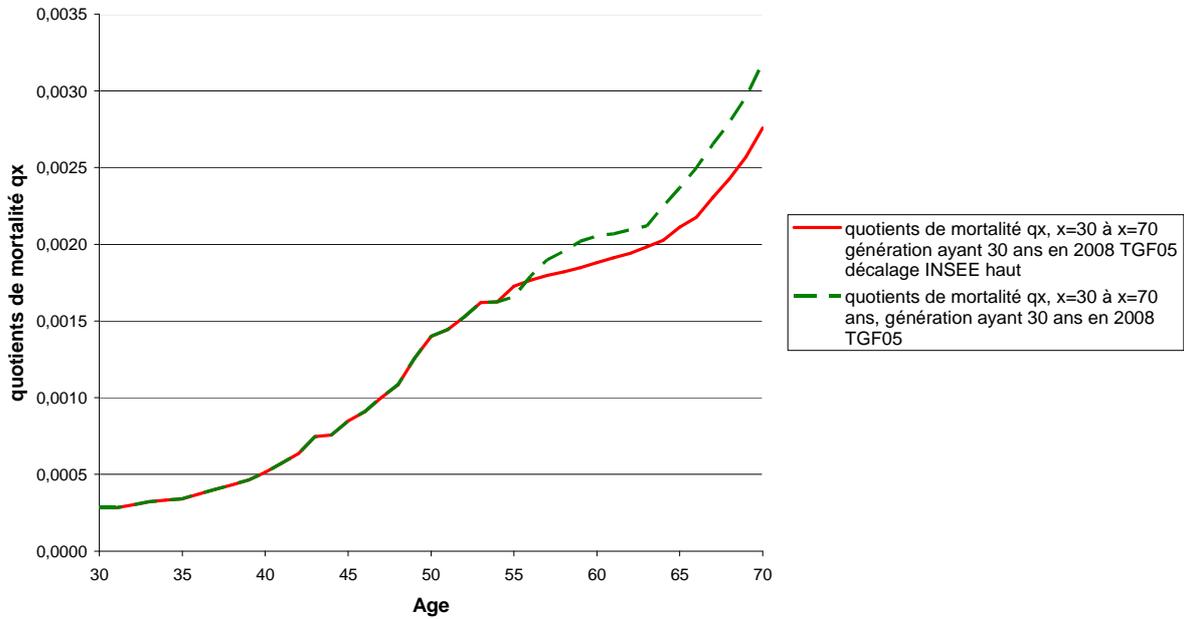
## 5.2 Décalage selon le scénario haut de l'INSEE

### 5.2.1 TGF05 décalage INSEE haut : $q_{x+1} - q_x$ : table lissée

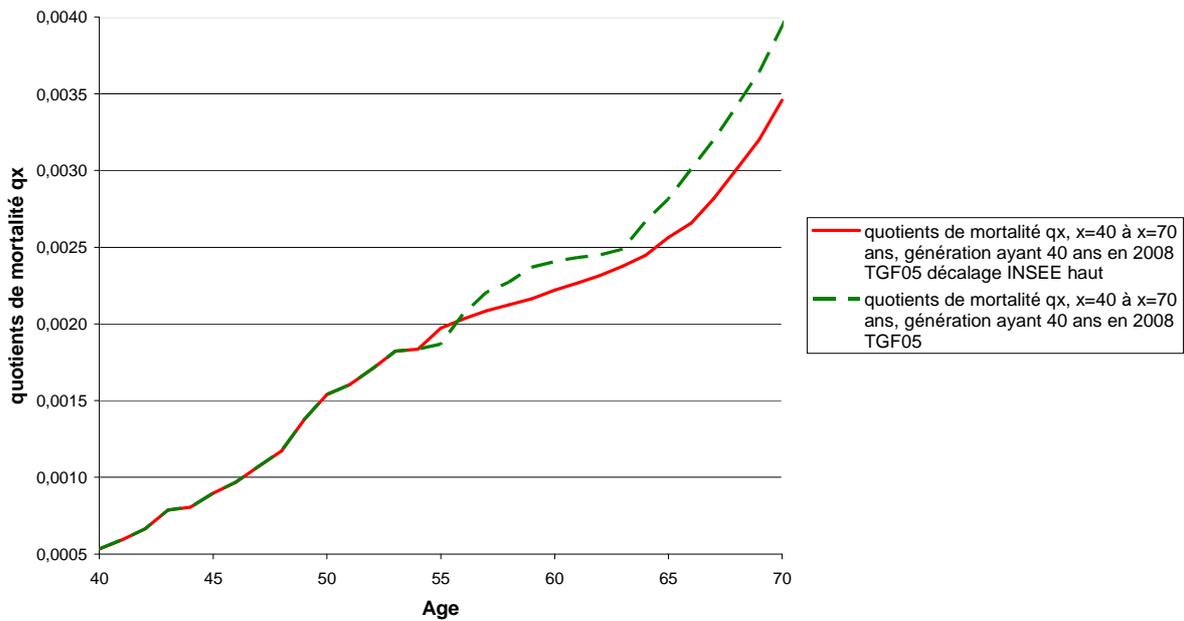
	génération ayant 30 ans en 2008	génération ayant 40 ans en 2008	génération ayant 50 ans en 2008	génération ayant 60 ans en 2008	génération ayant 70 ans en 2008
q55 - q54	0,00010	0,00014	0,00009		
q56 - q55	0,00004	0,00006	0,00007		
q57 - q56	0,00003	0,00005	0,00010	0,00277	
q58 - q57	0,00002	0,00004	0,00010	0,00020	
q59 - q58	0,00003	0,00004	0,00020	0,00004	
q60 - q59	0,00003	0,00005	0,00016	0,00006	
q61 - q60	0,00003	0,00005	0,00006	0,00008	
q62 - q61	0,00003	0,00005	0,00010	0,00009	
q63 - q62	0,00004	0,00006	0,00011	0,00015	
q64 - q63	0,00005	0,00007	0,00001	0,00017	
q65 - q64	0,00009	0,00012	0,00014	0,00020	
q66 - q65	0,00006	0,00009	0,00006	0,00006	
q67 - q66	0,00013	0,00016	0,00005	0,00028	0,00495
q68 - q67	0,00012	0,00019	0,00004	0,00035	0,00040
q69 - q68	0,00014	0,00019	0,00004	0,00032	0,00040
q70 - q69	0,00019	0,00026	0,00005	0,00051	0,00067
q71 - q70	0,00018	0,00026	0,00005	0,00047	0,00059
q72 - q71	0,00018	0,00024	0,00005	0,00042	0,00055
q73 - q72	0,00025	0,00037	0,00006	0,00072	0,00097
q74 - q73	0,00026	0,00036	0,00007	0,00068	0,00090
q75 - q74	0,00031	0,00043	0,00012	0,00084	0,00112
q76 - q75	0,00033	0,00047	0,00009	0,00087	0,00117
q77 - q76	0,00042	0,00057	0,00016	0,00112	0,00156
q78 - q77	0,00046	0,00061	0,00019	0,00107	0,00136
q79 - q78	0,00055	0,00074	0,00019	0,00133	0,00180
q80 - q79	0,00068	0,00087	0,00026	0,00152	0,00197
q81 - q80	0,00080	0,00106	0,00026	0,00182	0,00239
q82 - q81	0,00099	0,00128	0,00024	0,00212	0,00278
q83 - q82	0,00122	0,00153	0,00037	0,00250	0,00315
q84 - q83	0,00151	0,00190	0,00036	0,00291	0,00363
q85 - q84	0,00192	0,00234	0,00043	0,00344	0,00408
q86 - q85	0,00241	0,00293	0,00047	0,00413	0,00481
q87 - q86	0,00306	0,00359	0,00057	0,00488	0,00557
q88 - q87	0,00374	0,00442	0,00061	0,00599	0,00693
q89 - q88	0,00445	0,00512	0,00074	0,00654	0,00720
q90 - q89	0,00518	0,00594	0,00087	0,00760	0,00844
q91 - q90	0,00574	0,00648	0,00106	0,00794	0,00861
q92 - q91	0,00617	0,00703	0,00128	0,00902	0,01020
q93 - q92	0,00612	0,00685	0,00153	0,00844	0,00927
q94 - q93	0,00653	0,00730	0,00190	0,00887	0,00976
q95 - q94	0,00690	0,00767	0,00234	0,00934	0,01022
q96 - q95	0,00730	0,00810	0,00293	0,00980	0,01072
q97 - q96	0,00766	0,00852	0,00359	0,01020	0,01116
q98 - q97	0,00802	0,00889	0,00442	0,01064	0,01161
q99 - q98	0,00842	0,00930	0,00512	0,01109	0,01205
q100 - q99	0,00869	0,00964	0,00594	0,01153	0,01253
q101 - q100	0,00913	0,01002	0,00648	0,01184	0,01295
q102 - q101	0,00936	0,01037	0,00703	0,01224	0,01323
q103 - q102	0,00977	0,01071	0,00685	0,01271	0,01386
q104 - q103	0,01005	0,01108	0,00730	0,01308	0,01420
q105 - q104	0,01031	0,01144	0,00767	0,01342	0,01444
q106 - q105	0,01068	0,01172	0,00810	0,01377	0,01482
q107 - q106	0,01094	0,01199	0,00852	0,01430	0,01551
q108 - q107	0,01115	0,01243	0,00889	0,01428	0,01601
q109 - q108	0,01146	0,01264	0,00930	0,01522	0,01536
q110 - q109	0,01183	0,01276	0,00964	0,01477	0,01711
q111 - q110	0,01176	0,01350	0,01002	0,01596	0,01541
q112 - q111	0,01224	0,01312	0,01037	0,01602	0,01999
q113 - q112	0,01230	0,01408	0,01071	0,01497	0,01579
q114 - q113	0,01263	0,01340	0,01108	0,01970	0,01522
q115 - q114	0,01240	0,01558	0,01144	0,01213	0,01378
q116 - q115	0,01266	0,01267	0,01172	0,02461	0,04846
q117 - q116	0,01467	0,01802	0,01199	0,02176	-0,05835
q118 - q117	0,01045	0,00834	0,01243	-0,01249	0,03874
q119 - q118	0,01332	0,02696	0,01264	0,07203	0,14290
q120 - q119	0,46298	0,44995	0,01276	0,37774	0,28562

## 5.2.2 Graphique quotients de mortalité de la table TGF05 décalage INSEE haut (lissée)

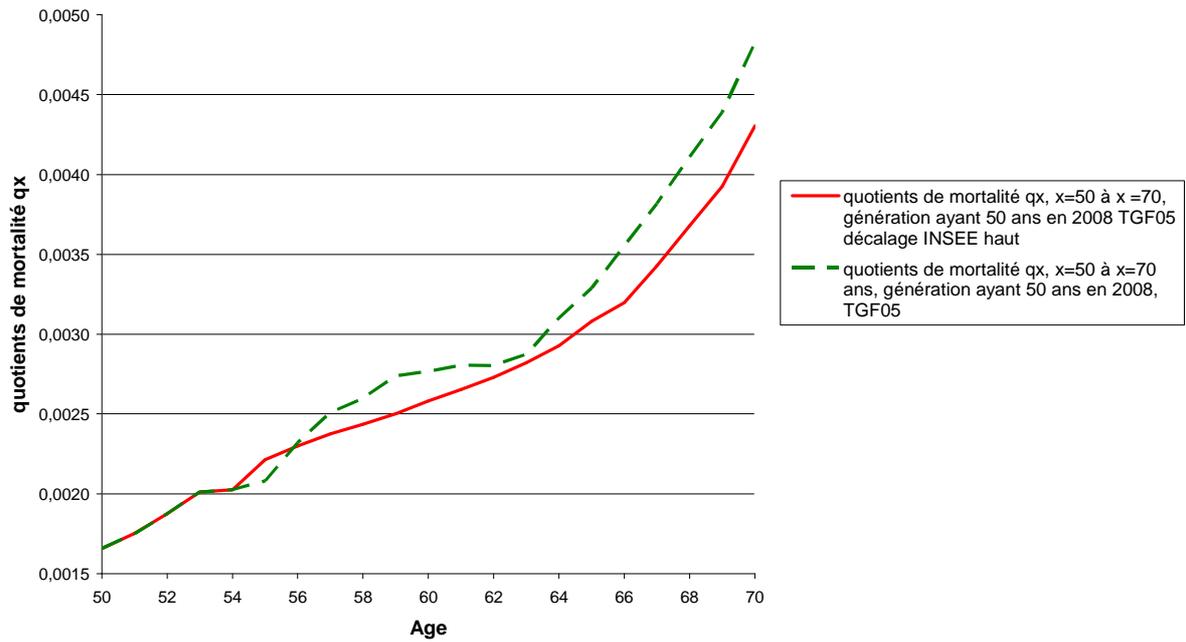
Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 30$  à  $x = 70$ , femmes génération ayant 30 ans en 2008



Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 40$  à  $x = 70$ , femmes génération ayant 40 ans en 2008



Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 50$  à  $x = 70$ , femmes génération ayant 50 ans en 2008



### 5.2.3 Cohérence par rapport aux espérances de vie à atteindre

Année	Espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2005	28,74	28,74	0,0000
2006	28,92	28,92	0,0000
2007	29,06	29,05	0,0001
2008	29,20	29,19	0,0002
2009	29,35	29,33	0,0005
2010	29,49	29,47	0,0005
2011	29,64	29,61	0,0008
2012	29,78	29,75	0,0007
2013	29,93	29,90	0,0007
2014	30,07	30,05	0,0006
2015	30,22	30,20	0,0005
2016	30,36	30,34	0,0005
2017	30,51	30,49	0,0005
2018	30,65	30,63	0,0005
2019	30,80	30,78	0,0005
2020	30,95	30,92	0,0005
2021	31,09	31,07	0,0005
2022	31,24	31,22	0,0005
2023	31,39	31,37	0,0005
2024	31,53	31,51	0,0004
2025	31,68	31,66	0,0004
2026	31,83	31,81	0,0004
2027	31,97	31,95	0,0004
2028	32,12	32,10	0,0004
2029	32,27	32,25	0,0004
2030	32,42	32,40	0,0004
2031	32,56	32,54	0,0004
2032	32,71	32,69	0,0004
2033	32,86	32,84	0,0004
2034	33,00	32,99	0,0003
2035	33,15	33,13	0,0003
2036	33,30	33,28	0,0003
2037	33,44	33,43	0,0003
2038	33,59	33,57	0,0003
2039	33,74	33,72	0,0003
2040	33,88	33,87	0,0003
2041	34,03	34,01	0,0003
2042	34,17	34,16	0,0003
2043	34,32	34,30	0,0002
2044	34,47	34,45	0,0003
2045	34,61	34,59	0,0002

<i>Année</i>	Espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2046	34,75	<b>34,74</b>	0,0002
2047	34,90	<b>34,88</b>	0,0002
2048	35,04	<b>35,03</b>	0,0002
2049	35,19	<b>35,17</b>	0,0002
2050	35,33	<b>35,31</b>	0,0002
2051	35,47	<b>35,46</b>	0,0002
2052	35,61	<b>35,60</b>	0,0002
2053	35,76	<b>35,74</b>	0,0002
2054	35,90	<b>35,88</b>	0,0002
2055	36,04	<b>36,02</b>	0,0002
2056	36,18	<b>36,17</b>	0,0002
2057	36,32	<b>36,31</b>	0,0002
2058	36,46	<b>36,45</b>	0,0001
2059	36,60	<b>36,58</b>	0,0001
2060	36,73	<b>36,72</b>	0,0001
2061	36,87	<b>36,86</b>	0,0001
2062	37,01	<b>37,00</b>	0,0001
2063	37,15	<b>37,14</b>	0,0001
2064	37,28	<b>37,28</b>	0,0000
2065	37,42	<b>37,42</b>	0,0000
2066	37,55	<b>37,55</b>	0,0000
2067	37,69	<b>37,69</b>	0,0000
2068	37,82	<b>37,82</b>	0,0000
2069	37,95	<b>37,95</b>	0,0000
2070	38,09	<b>38,09</b>	0,0000
2071	38,22	<b>38,22</b>	0,0000
2072	38,35	<b>38,35</b>	0,0000
2073	38,48	<b>38,48</b>	0,0000
2074	38,61	<b>38,61</b>	0,0000
2075	38,74	<b>38,74</b>	0,0000
2076	38,87	<b>38,87</b>	0,0000
2077	38,99	<b>38,99</b>	0,0000
2078	39,12	<b>39,12</b>	0,0000
2079	39,25	<b>39,25</b>	0,0000
2080	39,37	<b>39,37</b>	0,0000
2081	39,50	<b>39,50</b>	0,0000
2082	39,62	<b>39,62</b>	0,0000
2083	39,74	<b>39,74</b>	0,0000
2084	39,86	<b>39,86</b>	0,0000
2085	39,99	<b>39,99</b>	0,0000
2086	40,11	<b>40,11</b>	0,0000

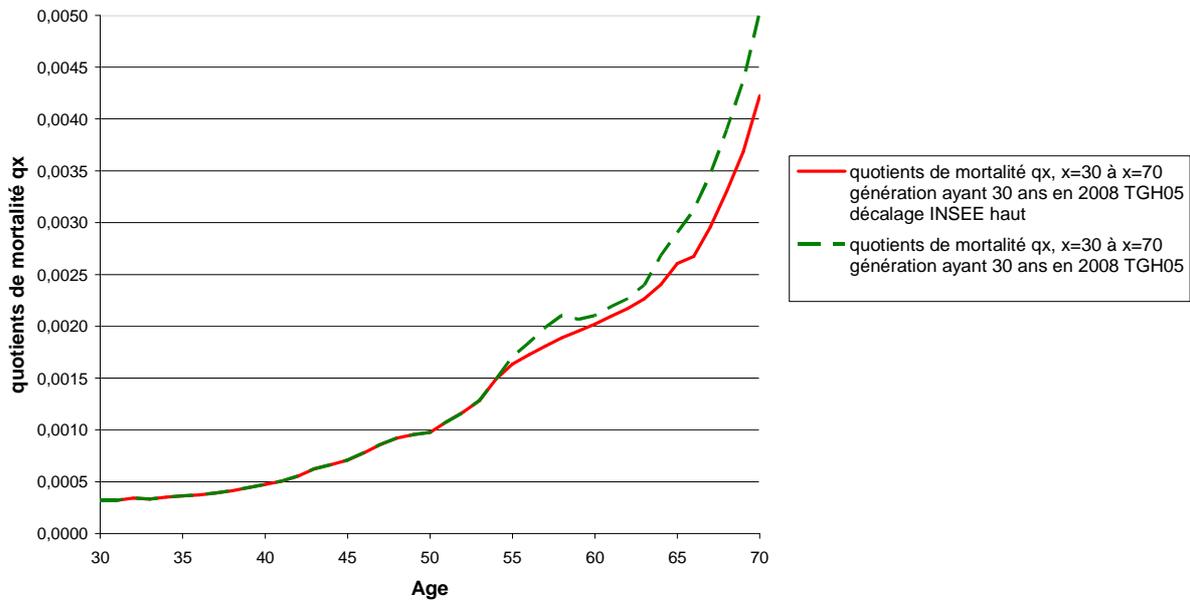
Année	Espérance de vie à 60 ans table TGF05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2087	40,23	<b>40,23</b>	0,0000
2088	40,34	<b>40,34</b>	0,0000
2089	40,46	<b>40,46</b>	0,0000
2090	40,58	<b>40,58</b>	0,0000
2091	40,70	<b>40,70</b>	0,0000
2092	40,81	<b>40,81</b>	0,0000
2093	40,93	<b>40,93</b>	0,0000
2094	41,04	<b>41,04</b>	0,0000
2095	41,15	<b>41,15</b>	0,0000
2096	41,26	<b>41,26</b>	0,0000
2097	41,38	<b>41,38</b>	0,0000
2098	41,49	<b>41,49</b>	0,0000
2099	41,60	<b>41,60</b>	0,0000
2100	41,70	<b>41,70</b>	0,0000
2101	41,81	<b>41,81</b>	0,0000
2102	41,92	<b>41,92</b>	0,0000
2103	42,02	<b>42,02</b>	0,0000
2104	42,13	<b>42,13</b>	0,0000
2105	42,23	<b>42,23</b>	0,0000
2106	42,34	<b>42,34</b>	0,0000
2107	42,44	<b>42,44</b>	0,0000
2108	42,54	<b>42,54</b>	0,0000
2109	42,64	<b>42,64</b>	0,0000
2110	42,74	<b>42,74</b>	0,0000
		<b>S(x)</b>	<b>1,91%</b>

## 5.2.4 TGH05 décalage INSEE haut : $q_{x+1} - q_x$ : table lissée

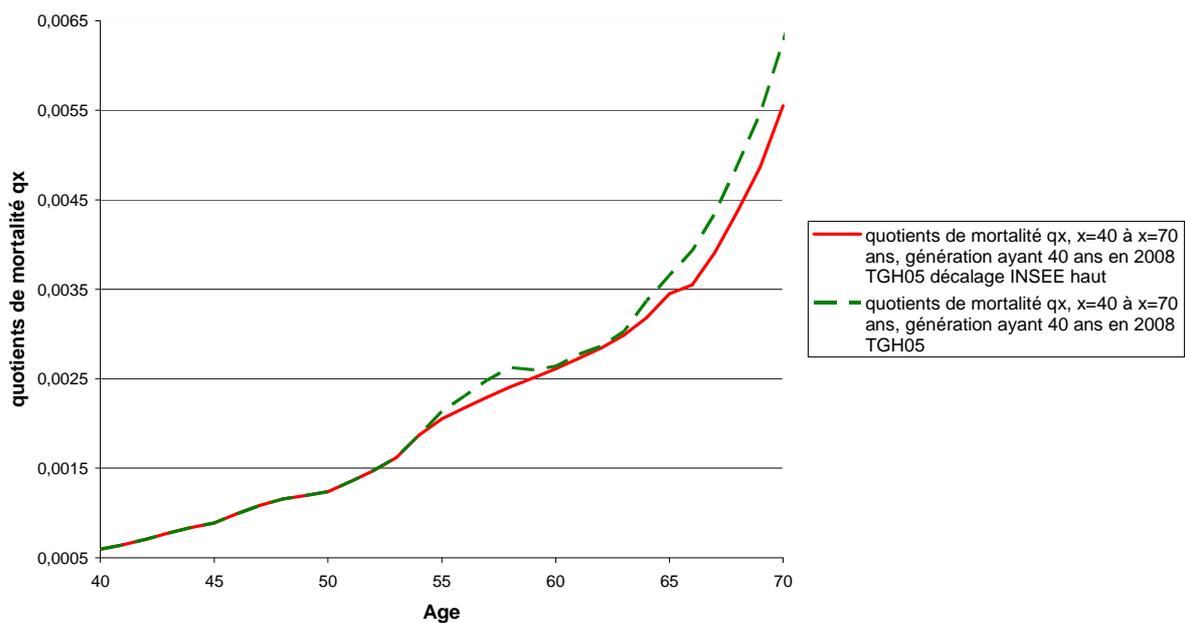
	génération ayant 30 ans en 2008	génération ayant 40 ans en 2008	génération ayant 50 ans en 2008	génération ayant 60 ans en 2008	génération ayant 70 ans en 2008
q55 - q54	0,00015	0,00018	0,00024		
q56 - q55	0,00009	0,00012	0,00017		
q57 - q56	0,00008	0,00012	0,00017	0,00411	
q58 - q57	0,00008	0,00011	0,00016	0,00006	
q59 - q58	0,00007	0,00010	0,00015	0,00008	
q60 - q59	0,00007	0,00010	0,00015	0,00012	
q61 - q60	0,00007	0,00011	0,00016	0,00014	
q62 - q61	0,00008	0,00012	0,00017	0,00025	
q63 - q62	0,00009	0,00014	0,00021	0,00029	
q64 - q63	0,00014	0,00020	0,00027	0,00037	
q65 - q64	0,00020	0,00027	0,00035	0,00046	
q66 - q65	0,00007	0,00010	0,00014	0,00020	
q67 - q66	0,00028	0,00036	0,00047	0,00060	0,00862
q68 - q67	0,00035	0,00046	0,00059	0,00076	0,00096
q69 - q68	0,00038	0,00049	0,00065	0,00083	0,00106
q70 - q69	0,00054	0,00069	0,00088	0,00111	0,00140
q71 - q70	0,00050	0,00066	0,00084	0,00108	0,00137
q72 - q71	0,00050	0,00063	0,00083	0,00105	0,00134
q73 - q72	0,00058	0,00076	0,00096	0,00124	0,00155
q74 - q73	0,00045	0,00059	0,00080	0,00103	0,00134
q75 - q74	0,00035	0,00047	0,00062	0,00082	0,00109
q76 - q75	0,00059	0,00078	0,00101	0,00130	0,00166
q77 - q76	0,00044	0,00059	0,00078	0,00104	0,00137
q78 - q77	0,00082	0,00105	0,00135	0,00175	0,00220
q79 - q78	0,00127	0,00160	0,00204	0,00253	0,00316
q80 - q79	0,00154	0,00195	0,00242	0,00301	0,00368
q81 - q80	0,00164	0,00204	0,00254	0,00314	0,00385
q82 - q81	0,00284	0,00349	0,00425	0,00511	0,00608
q83 - q82	0,00211	0,00258	0,00315	0,00385	0,00461
q84 - q83	0,00309	0,00372	0,00448	0,00531	0,00628
q85 - q84	0,00304	0,00368	0,00440	0,00526	0,00620
q86 - q85	0,00380	0,00453	0,00542	0,00637	0,00740
q87 - q86	0,00302	0,00362	0,00432	0,00514	0,00604
q88 - q87	0,00378	0,00449	0,00531	0,00622	0,00725
q89 - q88	0,00461	0,00545	0,00638	0,00743	0,00851
q90 - q89	0,00726	0,00863	0,01017	0,01177	0,01342
q91 - q90	0,00565	0,00672	0,00787	0,00919	0,01041
q92 - q91	0,00634	0,00765	0,00924	0,01097	0,01285
q93 - q92	0,00588	0,00721	0,00888	0,01105	0,01386
q94 - q93	0,00616	0,00730	0,00862	0,01029	0,01208
q95 - q94	0,00707	0,00841	0,01000	0,01182	0,01403
q96 - q95	0,00661	0,00779	0,00906	0,01076	0,01267
q97 - q96	-0,08418	-0,10195	-0,12299	-0,14793	-0,17636
q98 - q97	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q99 - q98	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q100 - q99	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q101 - q100	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q102 - q101	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q103 - q102	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q104 - q103	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q105 - q104	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q106 - q105	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q107 - q106	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q108 - q107	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q109 - q108	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q110 - q109	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q111 - q110	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q112 - q111	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q113 - q112	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q114 - q113	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q115 - q114	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q116 - q115	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q117 - q116	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q118 - q117	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q119 - q118	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
q120 - q119	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

## 5.2.5 Graphique quotients de mortalité de la table TGH05 décalage INSEE haut (lissée)

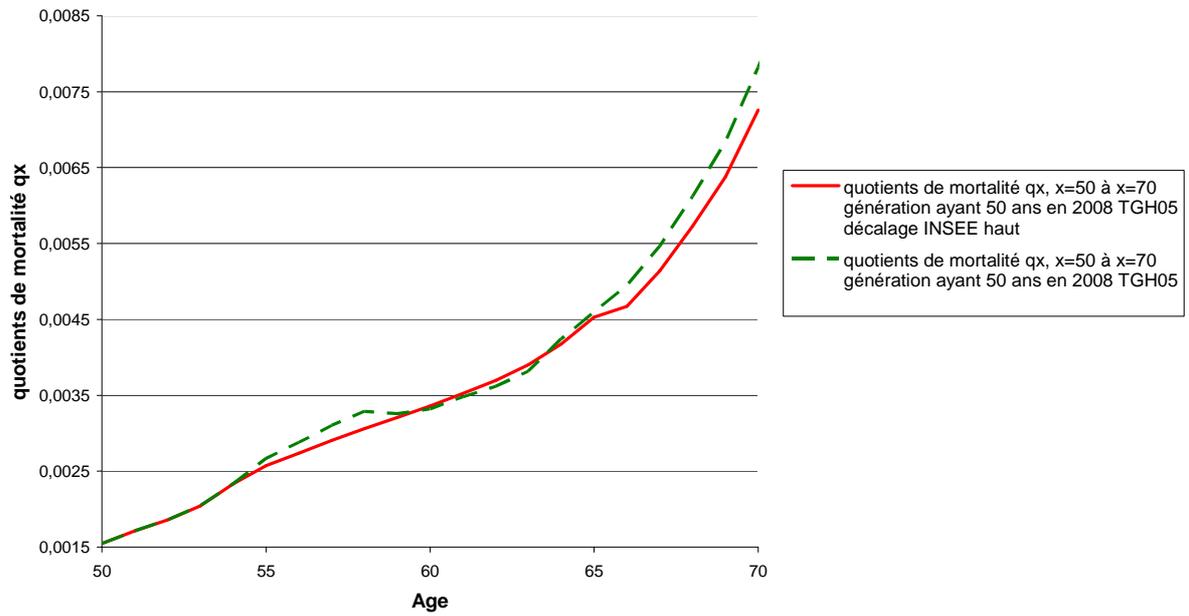
Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 30$  à  $x = 70$ , hommes génération ayant 30 ans en 2008



Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 40$  à  $x = 70$ , hommes génération ayant 40 ans en 2008



Comparaison des quotients de mortalité  $q_x$ ,  $x = 50$  à  $x = 70$ , hommes génération ayant 50 ans en 2008



## 5.2.6 Cohérence par rapport aux espérances de vie à atteindre

Année	Espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2005	25,11	25,11	0,0000
2006	25,27	25,27	0,0000
2007	25,42	25,42	0,0001
2008	25,58	25,56	0,0002
2009	25,73	25,71	0,0003
2010	25,89	25,87	0,0005
2011	26,04	26,02	0,0007
2012	26,20	26,17	0,0009
2013	26,36	26,33	0,0009
2014	26,51	26,48	0,0009
2015	26,67	26,64	0,0009
2016	26,83	26,80	0,0009
2017	26,99	26,96	0,0009
2018	27,15	27,12	0,0008
2019	27,31	27,28	0,0008
2020	27,47	27,44	0,0008
2021	27,63	27,60	0,0008
2022	27,79	27,76	0,0008
2023	27,95	27,92	0,0008
2024	28,11	28,09	0,0008
2025	28,28	28,25	0,0008
2026	28,44	28,41	0,0007
2027	28,60	28,58	0,0008
2028	28,77	28,74	0,0007
2029	28,93	28,90	0,0007
2030	29,10	29,07	0,0007
2031	29,26	29,23	0,0007
2032	29,42	29,40	0,0007
2033	29,59	29,56	0,0007
2034	29,76	29,73	0,0007
2035	29,92	29,90	0,0007
2036	30,09	30,06	0,0006
2037	30,26	30,23	0,0007
2038	30,42	30,40	0,0006
2039	30,59	30,57	0,0006
2040	30,76	30,73	0,0006
2041	30,93	30,90	0,0006
2042	31,09	31,07	0,0006
2043	31,26	31,24	0,0006
2044	31,43	31,41	0,0006
2045	31,60	31,58	0,0006

Année	Espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2046	31,77	31,75	0,0006
2047	31,94	31,92	0,0005
2048	32,11	32,09	0,0006
2049	32,28	32,26	0,0005
2050	32,45	32,43	0,0005
2051	32,62	32,60	0,0005
2052	32,79	32,77	0,0005
2053	32,96	32,94	0,0005
2054	33,13	33,11	0,0005
2055	33,30	33,28	0,0005
2056	33,47	33,45	0,0005
2057	33,64	33,62	0,0005
2058	33,81	33,79	0,0005
2059	33,98	33,96	0,0005
2060	34,15	34,13	0,0005
2061	34,32	34,30	0,0004
2062	34,49	34,47	0,0004
2063	34,66	34,64	0,0004
2064	34,83	34,83	0,0000
2065	35,00	35,00	0,0000
2066	35,17	35,17	0,0000
2067	35,34	35,34	0,0000
2068	35,51	35,51	0,0000
2069	35,68	35,68	0,0000
2070	35,85	35,85	0,0000
2071	36,02	36,02	0,0000
2072	36,19	36,19	0,0000
2073	36,35	36,35	0,0000
2074	36,52	36,52	0,0000
2075	36,69	36,69	0,0000
2076	36,86	36,86	0,0000
2077	37,02	37,02	0,0000
2078	37,19	37,19	0,0000
2079	37,35	37,35	0,0000
2080	37,52	37,52	0,0000
2081	37,68	37,68	0,0000
2082	37,85	37,85	0,0000
2083	38,01	38,01	0,0000
2084	38,18	38,18	0,0000
2085	38,34	38,34	0,0000
2086	38,50	38,50	0,0000

Année	Espérance de vie à 60 ans table TGH05 décalage transversal INSEE haut	Espérance de vie à 60 ans table lissée selon une moyenne mobile 9 ans	Ecart au carré
2087	38,66	<b>38,66</b>	0,0000
2088	38,82	<b>38,82</b>	0,0000
2089	38,98	<b>38,98</b>	0,0000
2090	39,14	<b>39,14</b>	0,0000
2091	39,30	<b>39,30</b>	0,0000
2092	39,46	<b>39,46</b>	0,0000
2093	39,62	<b>39,62</b>	0,0000
2094	39,78	<b>39,78</b>	0,0000
2095	39,93	<b>39,93</b>	0,0000
2096	40,09	<b>40,09</b>	0,0000
2097	40,25	<b>40,25</b>	0,0000
2098	40,40	<b>40,40</b>	0,0000
2099	40,55	<b>40,55</b>	0,0000
2100	40,71	<b>40,71</b>	0,0000
2101	40,86	<b>40,86</b>	0,0000
2102	41,01	<b>41,01</b>	0,0000
2103	41,16	<b>41,16</b>	0,0000
2104	41,31	<b>41,31</b>	0,0000
2105	41,46	<b>41,46</b>	0,0000
2106	41,61	<b>41,61</b>	0,0000
2107	41,75	<b>41,75</b>	0,0000
2108	41,90	<b>41,90</b>	0,0000
2109	42,05	<b>42,05</b>	0,0000
2110	42,19	<b>42,19</b>	0,0000
		<b>S(x)</b>	<b>3,56%</b>

## 6 Formule des Provisions Mathématiques

On note :

${}_tL$  : la différence en valeur actuelle à la date  $t$  entre les engagements de l'assureur et de l'assuré c'est-à-dire :

$${}_tL = VA_t(\text{assureur}) - VA_t(\text{assuré})$$

Nous obtenons ainsi :

$$\text{Provisions Mathématiques} = {}_tV_x = E_{x+t}({}_tL) = VAP_t(\text{assureur}) - VAP_t(\text{assuré})$$

Elles correspondent à l'espérance mathématique de  ${}_tL$  lorsque l'assuré est vivant à l'instant  $t$  pour un assuré d'âge  $x$  en 0 et  $x+t$  en  $t$ .

