

CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES

Séance plénière du 8 juillet 2021 à 10h00

« Prise en compte de l'espérance de vie dans les modèles de simulation des régimes (2ème volet) »

Annexe n° 2

<i>Document de travail, n'engage pas le Conseil</i>

**La mortalité des pensionnés de l'IRCANTEC - Étude réalisée en 2018 sur
les données 2013-2017 du régime**

IRCANTEC, 2018

La mortalité des pensionnés de l'IRCANTEC

Étude réalisée en 2018 sur les données 2013-2017 du régime

Introduction

Les projections financières à court ou à long terme d'un régime de retraite nécessitent de projeter les évolutions démographiques des populations (actifs et pensionnés) puis les éléments financiers (cotisations et prestations).

Le risque de mortalité est un des facteurs de l'évolution de la démographie de la population observée et par conséquent des projections financières. Plus l'espérance de vie est importante, plus la durée de versement de la pension sera longue et donc plus les engagements du régime seront élevés.

Le choix de tables de mortalité appropriées est donc important pour la précision des projections financières à long terme du régime. Deux types de table de mortalité sont principalement utilisés :

- Les tables de mortalité par génération, on peut citer les tables TGH05 et TGF05 (la première est basée sur l'observation de la mortalité des hommes, la seconde sur celle des femmes). Il s'agit des tables réglementaires utilisées pour la tarification des contrats de rente viagère (applicables aux assureurs, mutuelles et institutions de prévoyance).
- Les tables de mortalité du moment, on peut citer les tables INSEE 2007-2060 ou INSEE 2013-2070 (deux versions : une pour les hommes et une pour les femmes). Ce sont des tables prospectives établies par l'INSEE à partir des statistiques de décès observés de la population française et d'hypothèses d'évolution de la mortalité dans le futur.

Afin d'avoir des projections les plus précises possibles, nous cherchons à ajuster la mortalité des pensionnés de l'Ircantec à une table de mortalité dite de référence, à savoir à une des tables présentées ci-dessus. Pour cela, plusieurs méthodes sont possibles : la méthode du décalage d'années sur les tables de référence ou la méthode d'un coefficient (de minoration ou majoration) applicable sur ces mêmes tables. Dans cette étude, nous n'avons utilisé la méthode du décalage d'années. L'idée sous-jacente est d'évaluer l'écart entre la mortalité des pensionnés de l'Ircantec et celle des tables de référence.

Une première étude réalisée en 2014 montrait que la table qui s'ajuste le mieux est la table INSEE 2007-2060 à laquelle on applique des décalages d'année.

Depuis, une nouvelle table INSEE est parue en 2016 (INSEE 2013-2070) ; table préconisée par le Cor¹ pour les projections tous régimes 2017.

Ainsi, une seconde étude a été réalisée en 2016 sur les données 2010 – 2014 afin de déterminer les meilleurs décalages à appliquer à cette nouvelle table afin d'obtenir le plus faible écart entre la mortalité des pensionnés de l'Ircantec et la table de référence.

Cette nouvelle note est donc une actualisation de l'étude menée en 2016 qui s'appuie sur des données plus récentes puisqu'il s'agit des années 2013 à 2017.

¹ Cor : Conseil d'orientation des retraites

1. RAPPEL MÉTHODOLOGIE

1.1 Quotient de mortalité par exercice

Pour un exercice donné, le quotient de mortalité est défini par le rapport entre le nombre de décès et le nombre de personnes soumises au risque de décès. Ce quotient se calcule par âge² et s'écrit :

$$q_{obs_{x,n}} = \frac{DC_{obs_{x,n}}}{Pop SaR_{x,n}}$$

Avec :

$q_{obs_{x,n}}$: le quotient de mortalité d'âge x en n

$Pop SaR_{x,n} = Stock_{x-1,n-1} + \frac{1}{2} Liq_{obs_{x,n}}$: la population d'âge x soumise au risque de décès en n,

$Stock_{x-1,n-1}$: le stock de pensionnés vivants d'âge x-1 au 31/12 de l'année n-1 (= stock de pensionnés d'âge x en début d'année n),

$Liq_{obs_{x,n}}$: le nombre de liquidations observées d'âge x en n,

$DC_{obs_{x,n}}$: le nombre de décès observés d'âge x en n.

1.2 Quotient de mortalité moyen

Afin de prendre en compte l'évolution de la mortalité dans le temps et de lisser un exercice qui pourrait être exceptionnel en termes de mortalité (exemple : 2003 qui est reconnue comme une année choquée à la hausse pour la mortalité), le quotient de mortalité observé retenu pour la comparaison avec les tables de référence externes est le quotient moyen calculé sur les observations de plusieurs exercices successifs. Nous avons retenu les observations de la mortalité sur 5 exercices à savoir de 2013 à 2017 (la période 2010-2014 avait été retenue pour la précédente étude).

Pour chaque âge x, le quotient observé moyen est défini comme suit :

$$q_{obs_x \text{ moyen}} = \frac{\sum_{n=2013}^{2017} (DC_{obs_{x,n}})}{\sum_{n=2013}^{2017} (PopSaR_{x,n})}$$

1.3 Lissage des quotients de mortalité

Les quotients de mortalité peuvent présenter des irrégularités causées par exemple par des effectifs trop faibles sur des âges élevés. Si tel est le cas, il est donc nécessaire de lisser les quotients de mortalité observés pour obtenir une courbe croissante avec l'âge.

Pour lisser les quotients observés, plusieurs méthodes sont possibles. Nous utiliserons des lissages paramétriques, qui supposent que la courbe des quotients de mortalité est représentée par une fonction mathématique. Les lois de la famille de Gompertz et Makeham seront retenues dans notre étude.

² L'âge retenu est celui calculé en millésime. Par exemple, quel que soit le jour et le mois de naissance d'une personne née en 1951, son âge sera de 59 ans en 2010.

- **Loi de Gompertz**

La fonction de Gompertz s'écrit sous la forme d'une fonction exponentielle :

$$Q(x) = a \times \exp(b \times x)$$

Avec a et b les paramètres à estimer et x l'âge.

Si l'on suppose que les quotients de mortalité suivent cette loi, cela signifie que les points (x, ln(q(x))) ont une tendance linéaire. La mortalité est donc une fonction exponentielle dépendante de l'âge.

- **Loi de Makeham**

La fonction de Makeham s'écrit comme suit :

$$Q(x) = a + b \times c^x$$

Avec a, b et c les paramètres à estimer et x l'âge.

La loi de Makeham repose sur l'hypothèse que le quotient de mortalité est constitué d'une partie dépendante de l'âge ($b \times c^x$) et d'une autre partie indépendante de l'âge (mortalité accidentelle (a)).

La fonction de Makeham est un peu plus fine dans l'estimation que la fonction de Gompertz.

- **Méthode**

- *Estimation des paramètres*

Pour chacune des lois, les paramètres sont estimés à partir des quotients de mortalité observés moyens sur la période 2013-2017 sur une partie de l'intervalle d'âge (là où il n'y a pas d'irrégularité sur la courbe). Le choix de l'intervalle d'âge retenu pour estimer les paramètres est important. Il sera déterminé de manière à ce que la courbe lissée des quotients de mortalité soit la plus proche de la courbe des quotients de mortalité moyen observés. En général, l'intervalle d'âge doit être le plus grand possible.

- *Choix de la loi*

Le choix entre la courbe des quotients de mortalité par une loi de Gompertz ou par une loi de Makeham se fait sur le critère de Khi-Deux d'ajustement suivant :

$$Khi - Deux = \sum_x PoPSaR_x \times \frac{(qobs_x \text{ moyen} - qliss_x)^2}{qobs_x \text{ moyen}}$$

Plus le Khi deux est faible, plus le lissage de la mortalité est proche de l'observé. La courbe lissée retenue sera celle qui minimise ce Khi Deux.

Par la suite, dans l'ajustement de la mortalité observée à la mortalité de référence (tables externes), la courbe des quotients lissés par l'une ou l'autre des méthodes vient remplacer la courbe des quotients moyens observés sur tout ou partie de l'intervalle d'âge.

1.4 Tables de mortalité INSEE

Ces tables sont constituées à partir de l'observation des décès de la population française faite par l'INSEE qui est ensuite projetée sur la période 2007-2060 (ou 2013-2070) sous des hypothèses d'évolution de la mortalité dans le futur (en particulier, une hypothèse de l'augmentation de l'espérance de vie par génération).

Elles se présentent sous la forme bi-dimensionnelle : âge x exercice. Elles couvrent les exercices 2007 à 2060 (ou 2013 à 2070), et sont fermées à l'âge de 120 ans.

Il en existe une pour les femmes et une pour les hommes.

Le quotient de mortalité est défini pour un âge et un exercice donnés :

$$qref_{x,n} = \frac{(l_{x,n} - l_{x+1,n})}{l_{x,n}}$$

$qref_{x,n}$: le quotient de mortalité pour une personne d'âge x l'année n.

$l_{x,n}$: le nombre de survivant fictif d'âge x né en n

Ce quotient de mortalité correspond à la probabilité de décéder pour une personne âgée de x ans l'année n. Il fait le rapport entre le nombre de décès l'année n et la population soumise au risque de décès en début d'année n.

Nous avons fait le choix de compléter la table INSEE 2013-2070 avant 2013 à partir des données sur la mortalité française observées par l'INSEE sur la période 2007-2012.

Les données 2013 et 2014 de cette table sont également basées sur les quotients provisoires observés. La projection des quotients de mortalité commence donc en 2015. Cela peut venir sensiblement modifier les résultats de l'étude, les quotients étant comparés à de la mortalité observée et non plus à de la mortalité projetée comme cela était le cas avec l'ancienne table.

1.5 Méthode d'ajustement

L'idée principale de l'ajustement est de comparer les quotients de mortalité observés du régime aux quotients de mortalité de tables de mortalité existantes dites de référence. Les tables de référence peuvent être par exemple les tables INSEE ou les tables règlementaires pour les rentes viagères.

Nous ne retenons donc que les tables de mortalité INSEE 2013-2070 dans notre étude qui correspondent aux dernières projections démographiques de l'INSEE.

Pour les calculs, il est nécessaire de s'appuyer sur un exercice de référence pour trouver les quotients de mortalité théoriques dans ces tables. Nos quotients de mortalité observés étant recueillis sur la période 2013 à 2017, nous retiendrons l'année 2015 comme référence dans les tables INSEE pour les calculs d'ajustement.

Il existe deux méthodes d'ajustement : le décalage d'année et l'application d'un taux de minoration ou de majoration à la table de référence (Planchet).

Une précédente étude a montré que le décalage d'année permettait un meilleur ajustement sur la plupart des populations. C'est donc cette méthode qui a été développée dans notre modèle de projection Mistral et qui sera présentée dans la suite de notre étude.

- **le décalage d'année**

On recherche le décalage d'année à appliquer dans la table de référence qui permet d'ajuster au mieux les quotients théoriques à ceux observés. Le meilleur ajustement sera défini par le décalage qui minimise l'écart entre les quotients théoriques décalés et les quotients de mortalité observés.

On recherche c qui minimise la statistique de Khi Deux :

$$Khi\ Deux = \sum_x \frac{(DC_{th\ dec,x} - DC_{obs,x})^2}{DC_{th\ dec,x}}$$

Avec $DC_{th\ dec,x} = qth_{x,n+c} \times PopSaR_x$

Un décalage de c années consiste à prendre les quotients de mortalité de l'exercice (n+c) au lieu de ceux de l'année n dans la table de référence. Si ce décalage est positif, cela signifie que l'on prend des quotients de mortalité plus faibles que ceux de l'exercice de référence retenu et, si ce décalage est négatif, cela signifie que l'on prend des quotients de mortalité plus élevés que ceux de l'exercice de référence.

2. APPLICATION A LA MORTALITÉ DES PENSIONNES DE L'IRCANTEC

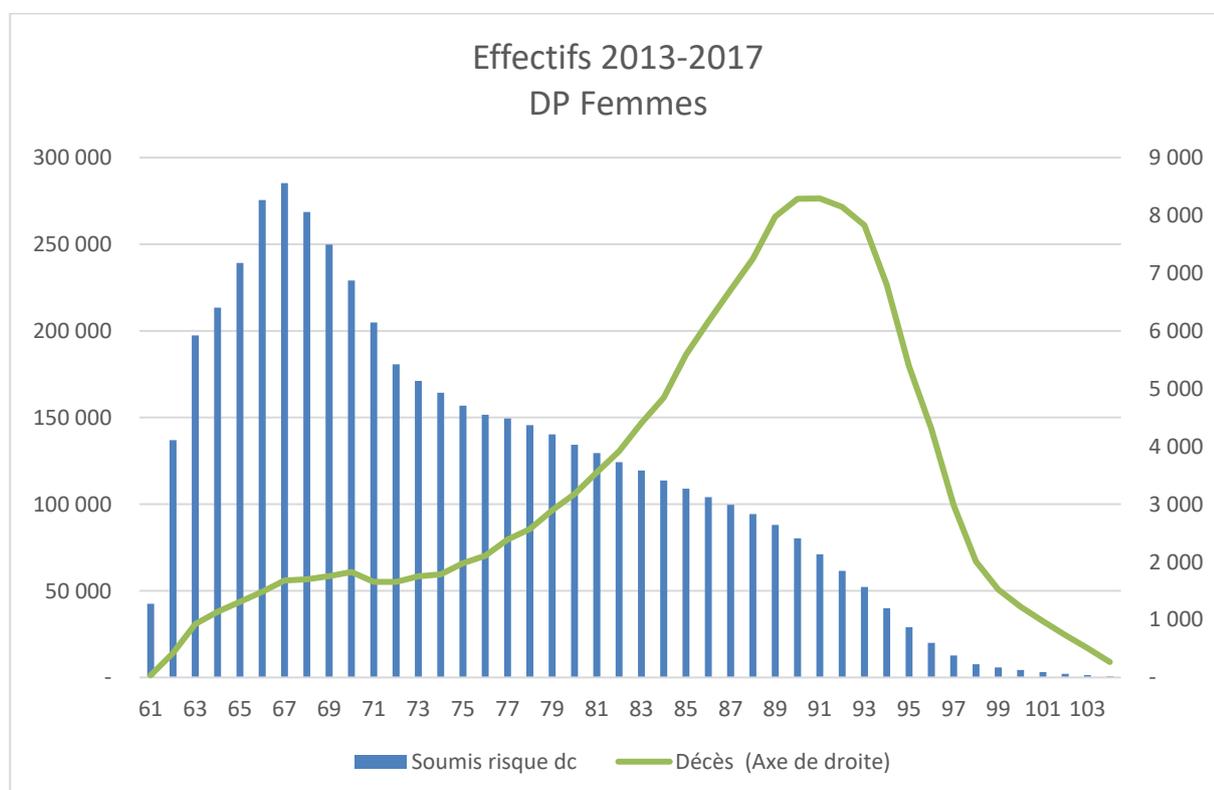
Nous cherchons donc, pour chacune des populations de la segmentation, à situer la mortalité observée à travers le quotient de mortalité observé moyen sur la période 2013-2017 par rapport aux quotients de mortalité de référence, issus des tables de mortalité INSEE 13-70.

Nos quotients de mortalité observés étant recueillis sur la période 2013 à 2017, nous retiendrons l'année 2015 comme référence dans les tables INSEE pour les calculs d'ajustement.

2.1 Droits Propres femmes

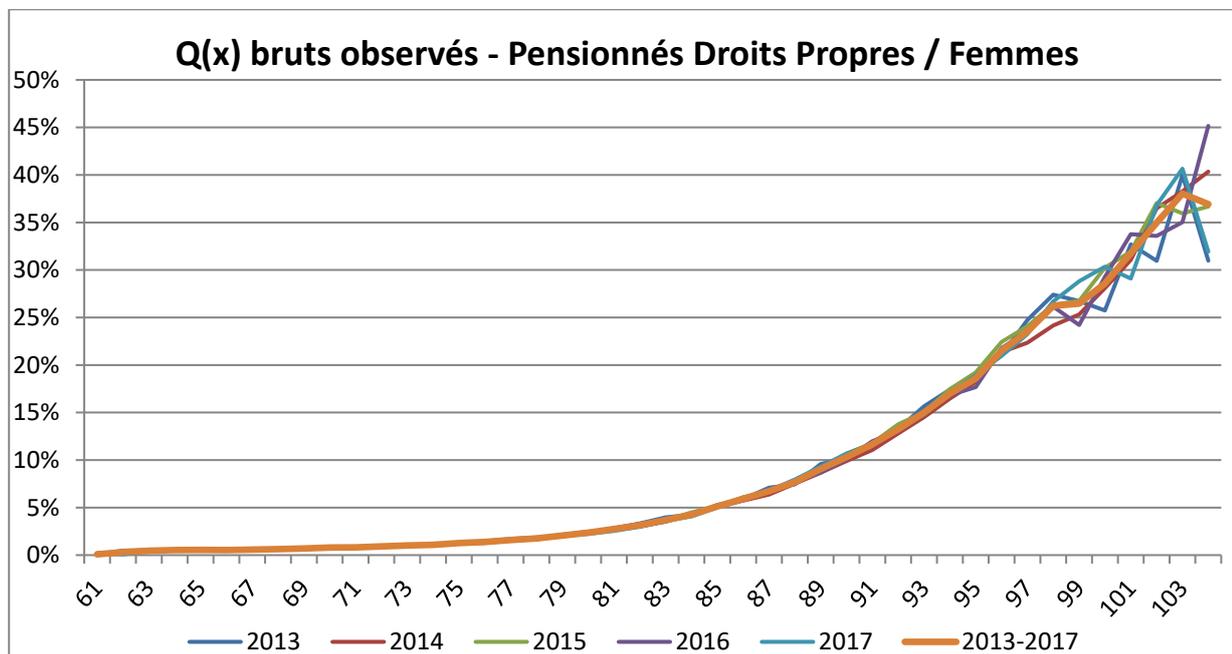
Les femmes pensionnées de droit propre représentent la population la plus importante des retraités de l'Ircantec, avec pas moins de 1,08 millions de pensionnées à fin 2017.

▪ Effectifs soumis au risque décès et nombre de décès sur la période 2013-2017



- **Quotients de mortalité observés 2013-2017**

Le graphique suivant présente les quotients de mortalité observés sur les exercices 2013 à 2017, ainsi que le quotient de mortalité moyen pour les femmes pensionnées de droits propres à l'Ircantec :



La courbe des quotients de mortalité moyens observés sur la période 2013-2017 est plutôt lisse et régulière, hormis entre 98 et 99 ans où un léger plateau apparaît et entre 103 et 104 ans où elle décroît. Par conséquent, nous allons chercher le décalage d'années à appliquer à la table de référence (INSEE 13-70) permettant d'être le plus proche, d'une part de la courbe des taux moyens observés et d'autre part de la courbe lissée. Le meilleur lissage (au regard du test d'ajustement du Khi-deux) retenu est le lissage de Makeham (estimé sur l'intervalle [61 – 102] ans).

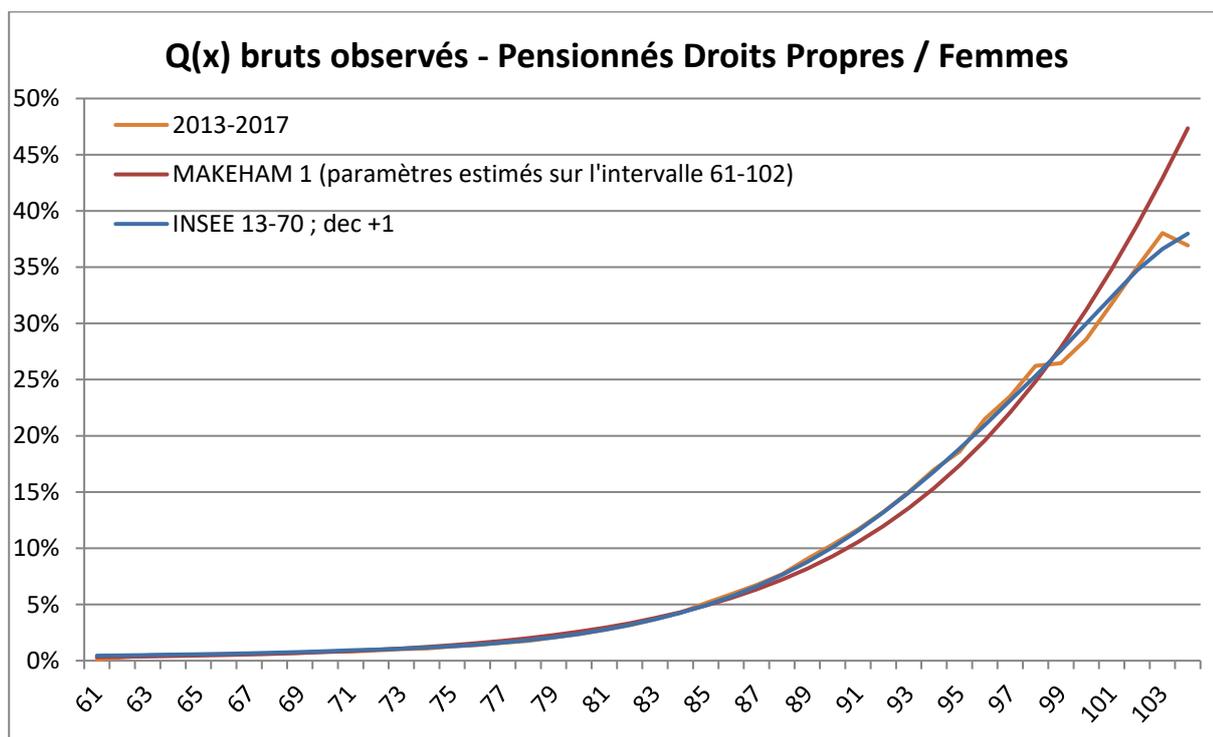
- **Ajustement à la table INSEE 2013-2070**

Le tableau ci-dessous indique les résultats du test d'ajustement du Khi-Deux pour les femmes pensionnées de droits propres à l'Ircantec :

	[61 ans – 95 ans]	[61 ans – 104 ans]
Sans lissage	944 DEC + 1	957 DEC + 1
Makeham [61 ans – 102 ans]	1 078 DEC + 3	1 142 DEC + 3

Le meilleur ajustement à la table INSEE 2013-2070 consiste à retenir la courbe non lissée des quotients de mortalités observés et à effectuer un décalage de +1 année sur la table de référence (l'étude menée en 2016 conduisait à un décalage de + 2 ans).

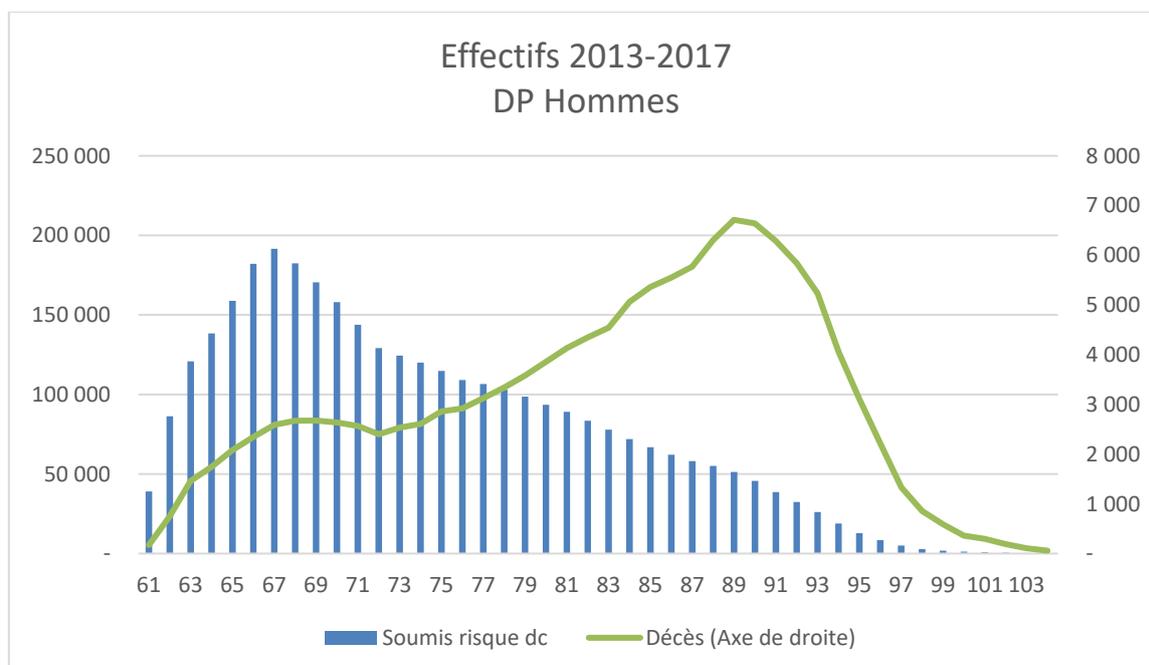
Le graphique ci-dessous présente les différents quotients de mortalité : observés, lissés et les taux de la table INSEE 13-70 décalés de +1 ans :



2.2 Droits Propres Hommes

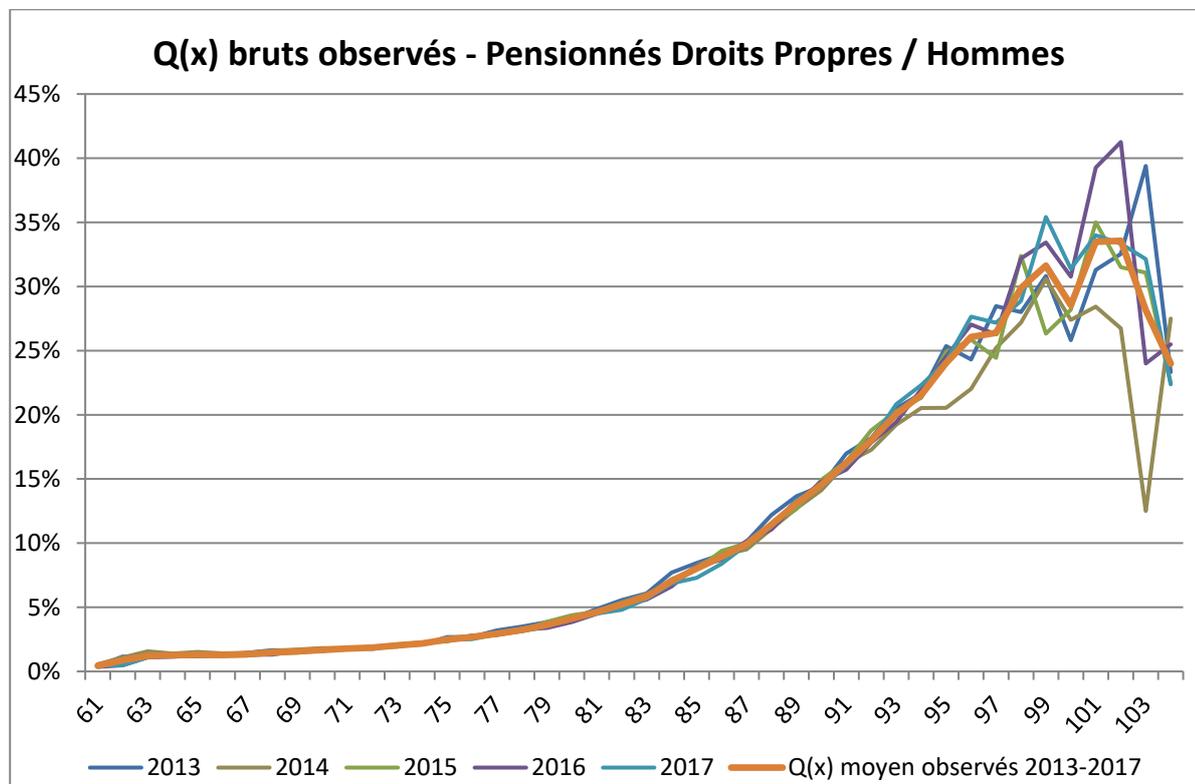
À fin 2017, les hommes pensionnés de droit propre représentait 705 000 retraités au sein de l'Ircantec.

▪ Effectifs soumis au risque décès et nombre de décès sur la période 2013-2017



▪ **Quotients de mortalité observés 2013-2017**

Le graphique suivant présente les quotients de mortalité observés sur les exercices 2013 à 2017, ainsi que le quotient de mortalité moyen pour les hommes pensionnés de droits propres à l'Ircantec :



Il existe des disparités entre les courbes observées à partir de 95 ans, qui deviennent même très erratiques au-delà de 100 ans compte tenu du faible nombre d'observations pour ces âges. Néanmoins, la courbe des taux de mortalité moyens est régulière pour les âges inférieurs à 95 ans. Ainsi, nous allons chercher le décalage d'année à appliquer à la table INSEE 13-70 qui permet le meilleur ajustement, d'une part aux taux de mortalité observés sur la période 2013-2017 et, d'autre part, à la courbe lissée de ces quotients observés.

Plusieurs lissages ont été mis en œuvre, le critère du Khi-deux nous amène à retenir le lissage de Makeham estimé sur l'intervalle [61 ans – 99 ans].

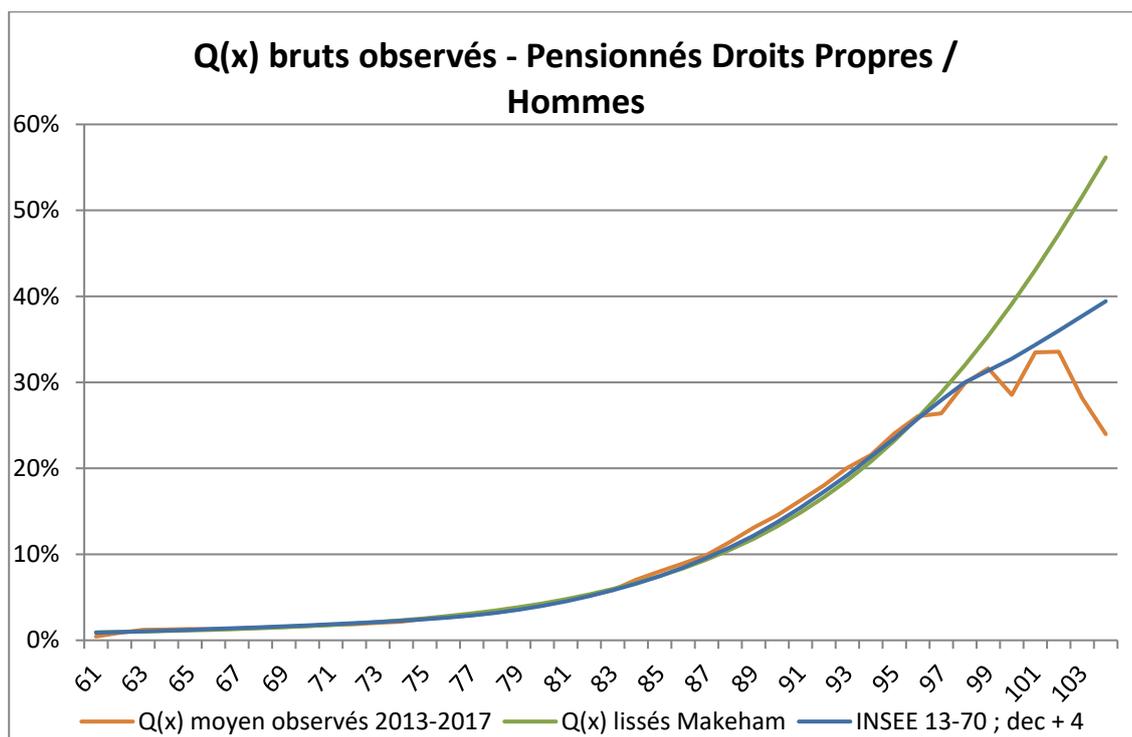
▪ **Ajustement à la table INSEE 2013-2070**

Le tableau ci-dessous indique les résultats d'ajustement pour les hommes pensionnés de droits propres à l'Ircantec :

	[61 ans – 95 ans]	[61 ans – 104 ans]
Sans lissage	417 DEC + 3	470 DEC + 3
Makeham (Paramètres estimés sur l'intervalle 61-99 ans)	250 DEC + 4	334 DEC + 4

Le meilleur ajustement à la table INSEE 2013-2070 consiste à retenir la courbe lissée des quotients de mortalités observés et à effectuer un décalage de +4 années sur la table de référence (l'étude menée en 2016 conduisait à un décalage de + 4 ans).

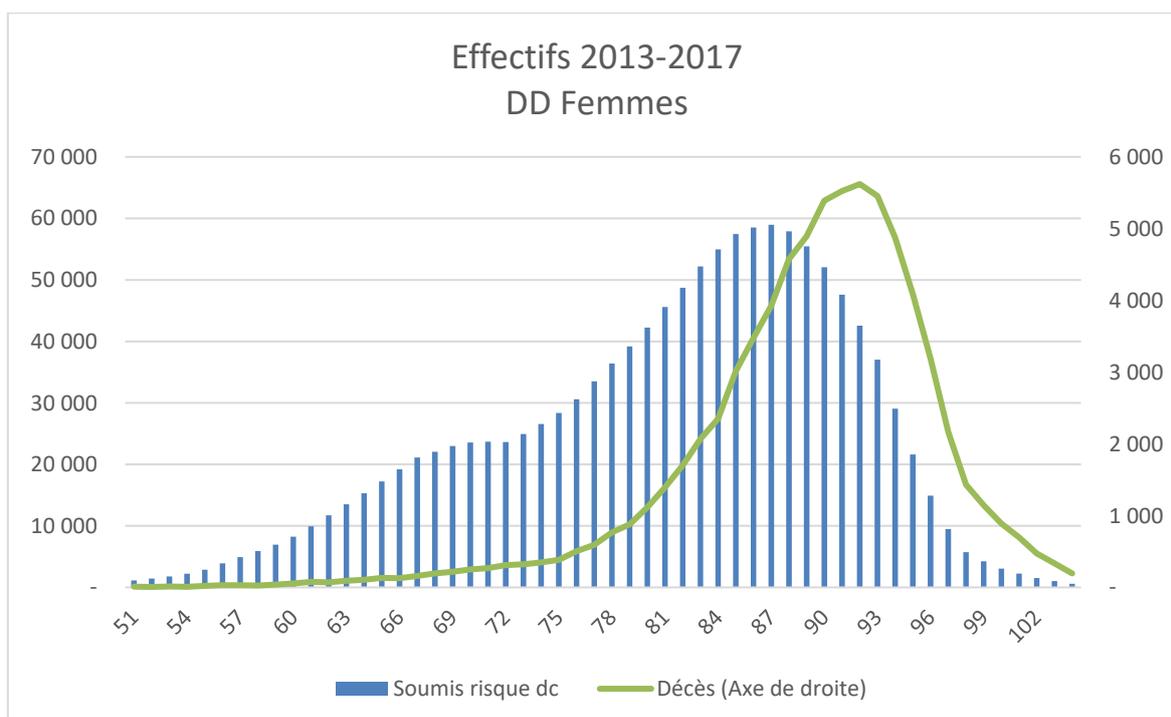
Le graphique ci-dessous représente les quotients de mortalité observés et lissés ainsi que la table INSEE 2013-2070 décalée de +4 années :



2.3 Droits Dérivés femmes

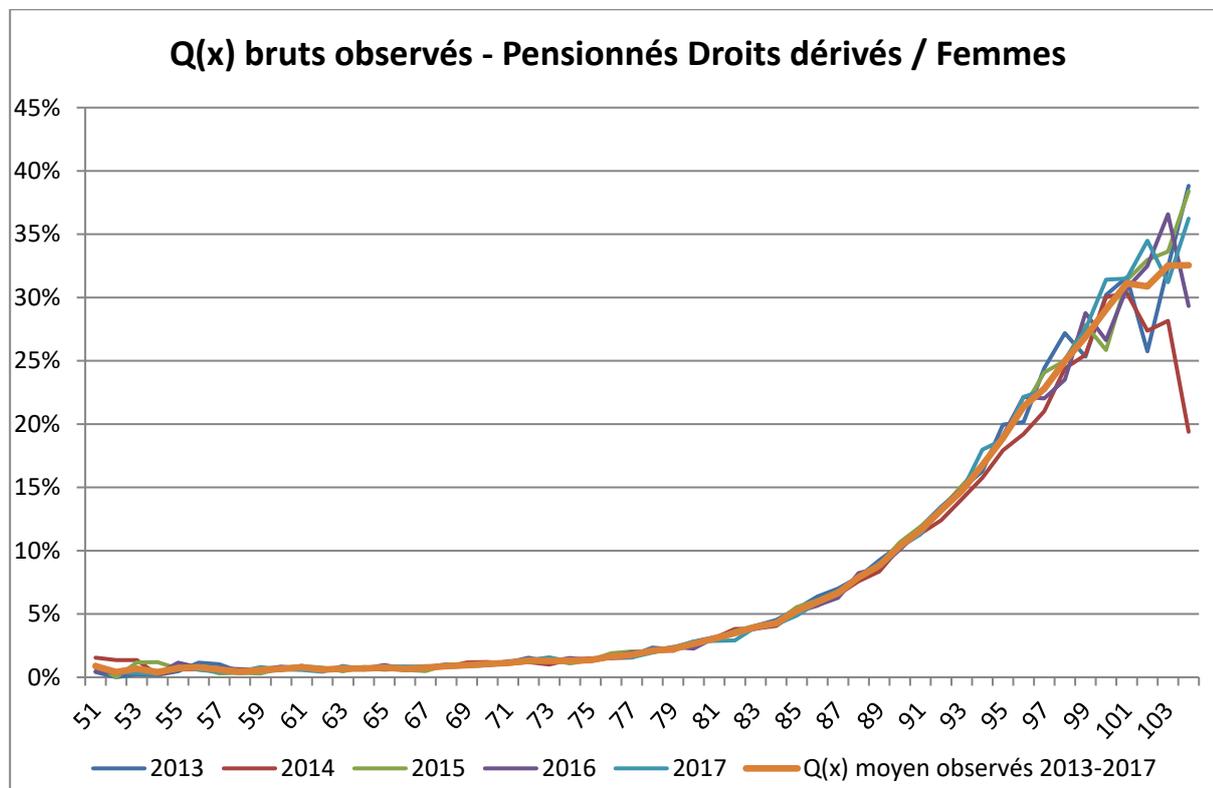
À fin 2017, les femmes pensionnées de droit dérivé représentaient presque 241 000 pensionnés au sein de l'Ircantec.

- **Effectifs soumis au risque décès et nombre de décès sur la période 2013-2017**



- **Quotients de mortalité observés 2013-2017**

Le graphique suivant présente les quotients de mortalité observés sur les exercices 2013 à 2017, ainsi que le quotient de mortalité moyen pour les femmes pensionnées de droits dérivés à l'Ircantec :



La courbe des taux de mortalités moyens observés est régulière pour les âges inférieurs à 100 ans. Cependant elle devient erratique pour les âges plus élevés. Par conséquent, nous allons rechercher le décalage d'années à appliquer à la table INSEE 2013-2070 permettant le meilleur ajustement, d'une part aux taux bruts observés et, d'autre part, à la courbe lissée de ces taux bruts.

Plusieurs lissages ont été mis en œuvre. À partir du critère du Khi-Deux, nous retenons le modèle conduisant au meilleur lissage de la courbe des taux bruts : Il s'agit du modèle de Makeham ajusté sur l'intervalle [51 ans – 98 ans].

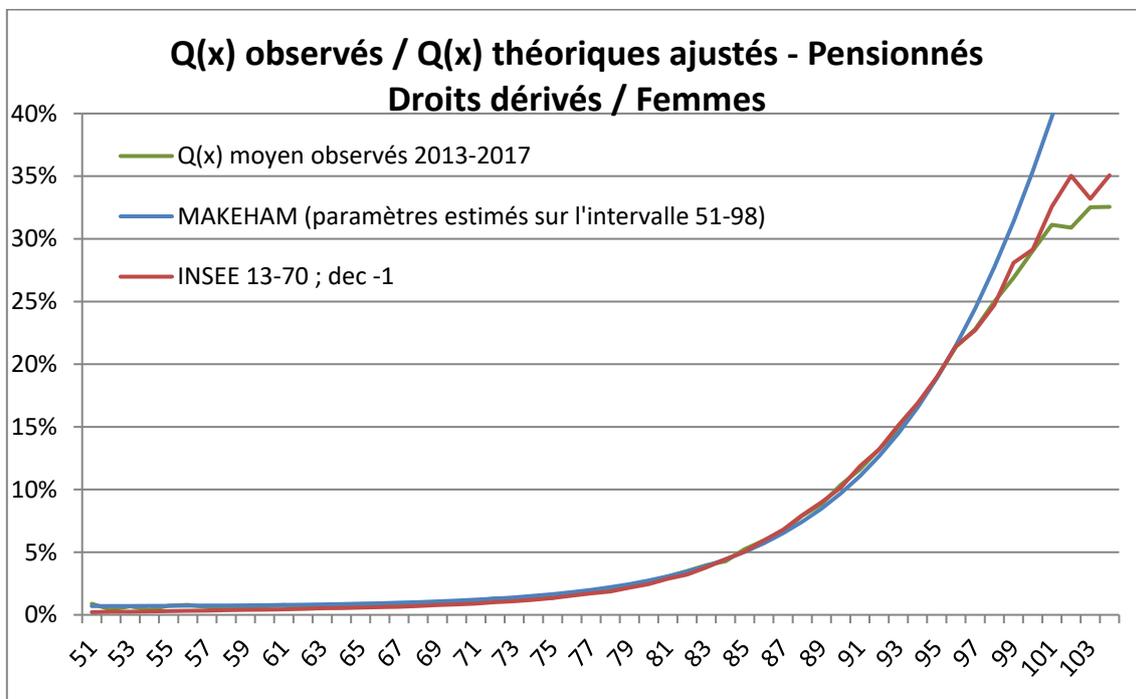
- **Ajustement à la table INSEE 2013-2070**

Le tableau ci-dessous indique les résultats d'ajustement pour les femmes pensionnées de droits dérivés à l'Ircantec :

	[51 ans – 95 ans]	[51 ans – 104 ans]
Sans lissage	214 DEC - 1	228 DEC - 1
Makeham estimé sur [51 ans – 98 ans]	551 DEC - 1	761 DEC + 1

Le meilleur ajustement à la table INSEE 2013-2070 consiste à retenir la courbe des quotients de mortalités observés (sans lissage) et à effectuer un décalage de -1 années sur la table de référence (l'étude menée en 2016 conduisait également à un décalage de - 1 an).

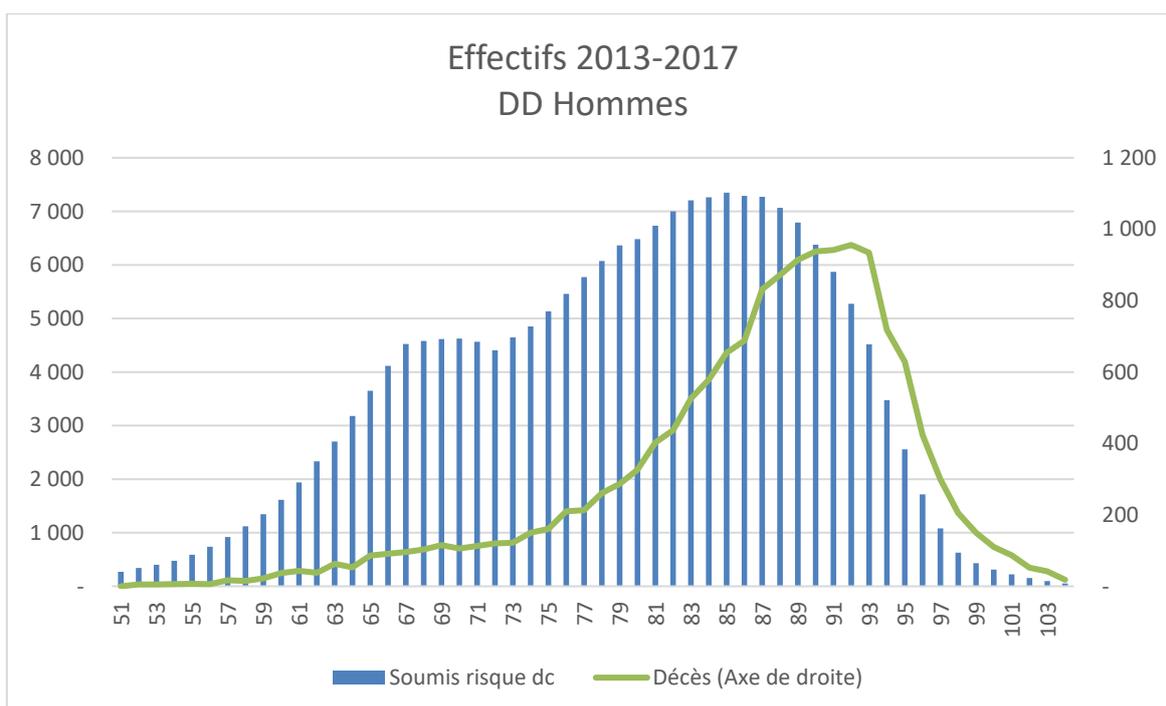
Le graphique ci-dessous présente les différents quotients de mortalité : observés, lissés ainsi que les taux de la table INSEE 13-70 décalés de -1 an :



2.4 Droits Dérivés Hommes

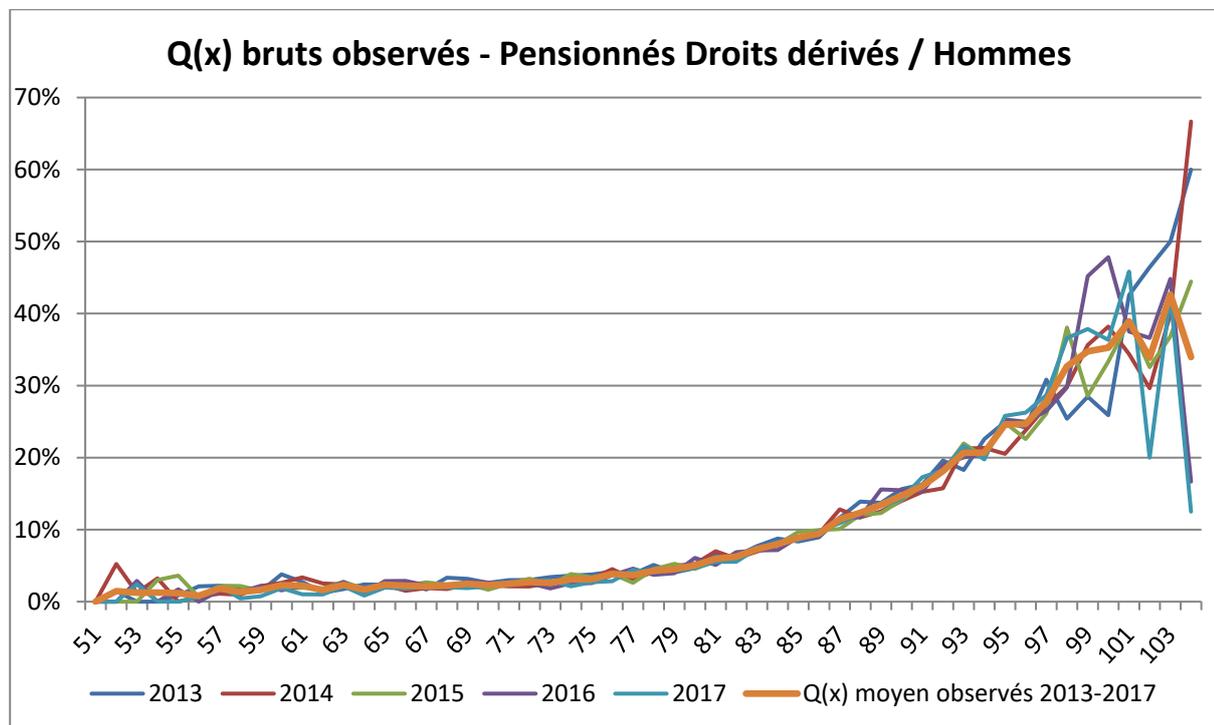
A fin 2017, les hommes pensionnés droits dérivés représentaient 38 000 retraités au sein de l'Ircantec.

- **Effectifs soumis au risque décès et nombre de décès sur la période 2013-2017**



▪ **Quotients de mortalité observés 2013-2017**

Le graphique suivant présente les quotients de mortalité observés sur les exercices 2013 à 2017, ainsi que le quotient de mortalité moyen pour les hommes pensionnés de droits dérivés à l'Ircantec :



Sur les plus jeunes âges (avant 65 ans) et sur les âges plus élevés (au-delà de 95 ans), les quotients observés par exercice sont très erratiques. En conséquence, la courbe des quotients moyens ne croît pas toujours avec l'âge. Cela est dû principalement aux trop faibles effectifs observés :

- Les âges inférieurs à 65 ans concentrent seulement 9,2% (17 965 personnes sur 194 554) de la population soumise au risque décès et 2,1% des décès (317 sur 15 285)
- Les âges supérieurs à 95 ans concentrent 2,4% (4 695 personnes sur 194 554) de la population soumise au risque décès et 9,1% des décès (1 387 personnes sur 15 285).

La population des hommes pensionnés de droits dérivés à l'Ircantec est la moins nombreuse des quatre populations observées dans cette étude. Par conséquent, nous allons rechercher le décalage d'années à appliquer à la table INSEE 2013-2070 permettant le meilleur ajustement, d'une part aux taux bruts observés et, d'autre part, à la courbe lissée de ces taux bruts.

Plusieurs lissages ont été mis en œuvre. A partir du critère du Khi-Deux, nous retenons le modèle conduisant au meilleur lissage de la courbe des taux bruts : Il s'agit du modèle de Makeham ajusté sur l'intervalle [51 ans – 98 ans].

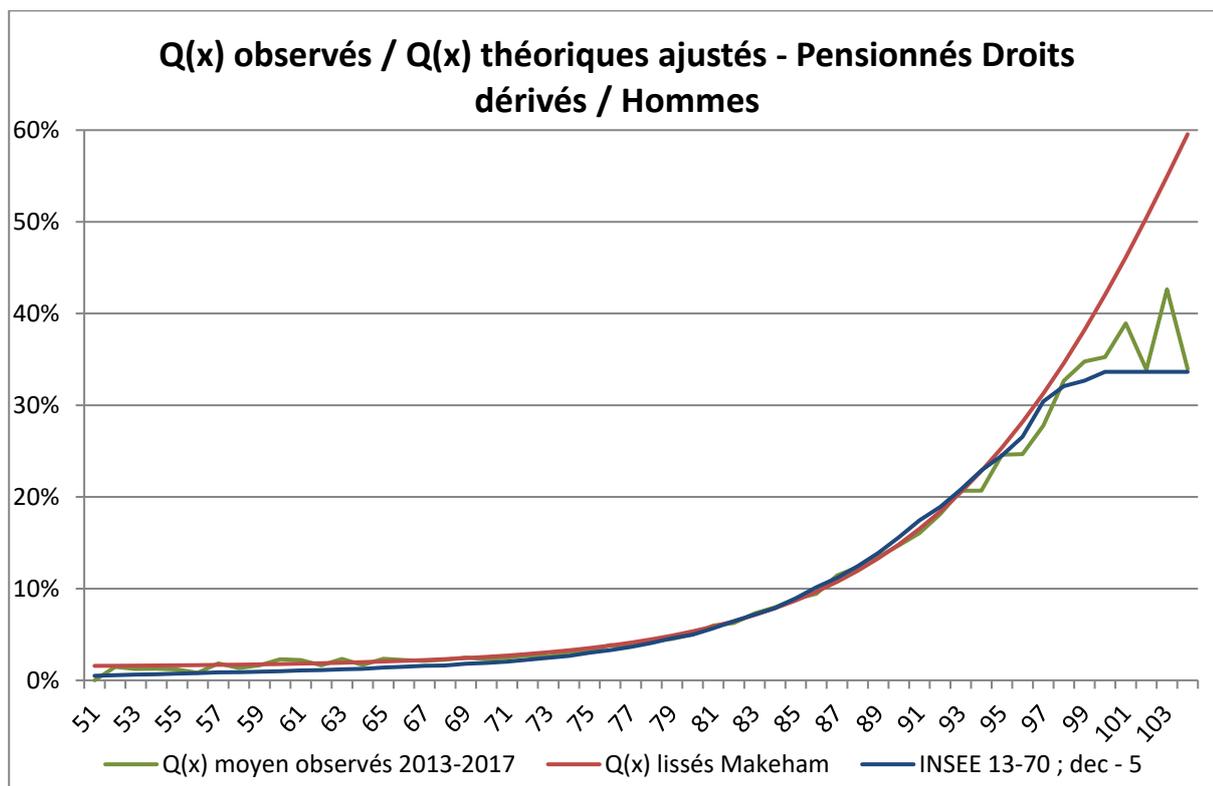
- **Ajustement à la table INSEE 2013-2070**

Le tableau ci-dessous indique les résultats d'ajustement pour les hommes pensionnés de droits dérivés à l'Ircantec :

	[51 ans – 95 ans]	[51 ans – 104 ans]
Sans lissage	155 DEC - 5	165 DEC - 5
MAKEHAM (Paramètres estimés sur l'intervalle 51-98)	230 DEC - 5	256 DEC - 8

Compte-tenu du caractère erratique des quotients de mortalité pour les âges élevés, nous retenons le meilleur ajustement sur l'intervalle [51 ans – 95 ans]. Le meilleur ajustement à la table INSEE 2013-2070 consiste à retenir la courbe des quotients de mortalités observés (sans lissage) et à effectuer un décalage de -5 année sur la table de référence (l'étude menée en 2016 conduisait également à un décalage de - 4 ans).

Le graphique ci-dessous présente les différents quotients de mortalité : observés, lissés et INSEE 2013-2070 décalés de - 5 ans :



CONCLUSION

Les pensionnés de droits directs à l'Ircantec (femmes et hommes) ont en moyenne une mortalité observée un peu plus faible que celle de la population française. Nous serons donc amenés à décaler les tables INSEE 2013-2070 de + 1 an pour les femmes et de + 4 ans pour les hommes (contre respectivement +2 et +4 ans dans l'étude menée en 2016 sur les données 2010 – 2014).

Enfin, les pensionnés de droits dérivés (hommes et femmes) ont en moyenne une mortalité observée plus élevée que celle de la population française de la table INSEE 2013-2070. Nous appliquerons donc un décalage négatif de 1 an pour les femmes et 5 ans pour les hommes à cette table de mortalité (contre respectivement -1 et -4 ans dans l'étude menée en 2016 sur les données 2010 – 2014).

Le tableau ci-dessous présente les décalages à appliquer à table INSEE 13-70 :

	Résultats de l'étude menée en 2016	Résultats de l'étude menée en 2018
Droits Propres - Femmes	+ 2	+ 1
Droits Propres - Hommes	+ 4	+ 4
Droits Dérivés – Femmes	- 1	- 1
Droits Dérivés - Hommes	- 4	- 5

BIBLIOGRAPHIE

Jérôme Béhar, L'ajustement des tables de mortalité des régimes de retraites : application à la population de la CNRA, *Questions Retraite*, n° 2005.67, avril 2005, 28 pages.

Frédéric Planchet, Modèles de durée – Tables de mortalité, Support de cours 2013-2014, Octobre 2013, 50 pages.