



Association internationale de la sécurité sociale

Quinzième Conférence internationale des actuaires et statisticiens de la sécurité sociale

Helsinki, Finlande, 23-25 mai 2007

Méthodes utilisées pour établir les projections relatives à la mortalité

Projections de la mortalité pour les programmes de sécurité sociale du Canada et des États-Unis

Alice Wade

Actuaire en chef adjointe
Bureau de l'Actuaire en chef
Administration de la sécurité sociale
Etats-Unis
et

Jean-Claude Ménard

Actuaire en chef
Bureau de l'Actuaire en chef
Bureau du surintendant des institutions financières Canada
Canada

Méthodes utilisées pour établir les projections relatives à la mortalité future

Projections de la mortalité pour les programmes de sécurité sociale du Canada et des Etats-Unis

Alice Wade

Actuaire en chef adjointe

Bureau de l'Actuaire en chef

Administration de la sécurité sociale

Etats-Unis

et

Jean-Claude Ménard

Actuaire en chef

Bureau de l'Actuaire en chef

Bureau du surintendant des institutions financières Canada

Canada

Avant-propos

A l'échelle internationale, le XXe siècle a suscité d'extraordinaires améliorations de la mortalité à tous les âges, tant chez les hommes que chez les femmes. Combinées au vieillissement de la génération du "baby boom" et à la baisse des taux de fécondité, ces améliorations devraient faire grimper la proportion des plus de 65 ans, au Canada comme aux Etats-Unis, au cours des prochaines décennies. La présente étude examine les tendances historiques de la mortalité au Canada et aux Etats-Unis, de même que la façon dont elles pourraient changer au cours des 75 prochaines années, influant ainsi sur la croissance de la population d'ânés. Les méthodes et les hypothèses décrites dans l'étude ont servi à projeter les taux futurs de mortalité dans nos deux pays et les résultats par pays sont présentés, y compris les hypothèses d'amélioration de la mortalité et les projections à l'égard de l'espérance de vie. L'étude discute également des méthodes stochastiques qui utilisent des séries chronologiques pour quantifier la variabilité des projections des taux de mortalité.

1. Introduction

La population du Canada et celle des Etats-Unis devraient vieillir de façon marquée au cours des prochaines décennies. La progression de l'espérance de vie, le vieillissement de la génération du "baby boom" et la baisse des taux de fécondité sont les principaux facteurs

qui contribueront à l'accroissement de la proportion d'aînés. Il est donc prévu que la population des 65 ans et plus croîtra de façon significative au cours des 30 prochaines années. Les taux de progression des groupes plus âgés seront encore plus élevés.

La perspective d'une longévité accrue est considérée comme un changement positif pour les particuliers et comme un progrès social important, mais elle engendre souvent des préoccupations au sujet de ses répercussions sur les dépenses publiques consacrées au soutien des aînés. Le coût projeté des pensions publiques au Canada et aux États-Unis est directement lié à la croissance prévue de la population d'aînés. De même, la progression de la population d'aînés dépend de la façon que la mortalité actuelle est supposée évoluer à long terme. La projection de la mortalité devient donc un élément clé de toute projection démographique.

Le présent rapport donne un aperçu des méthodes et des hypothèses ayant servi à projeter le volet "mortalité" des projections démographiques, lesquelles servent ensuite à estimer la situation financière du programme de Sécurité de la vieillesse (SV) et du Régime de pensions du Canada (RPC) au Canada, ainsi que du programme "Old Age, Survivors, and Disability Insurance" (OASDI) aux États-Unis.

Au Canada, la SV prend la forme d'une prestation mensuelle offerte à la plupart des Canadiens de 65 ans et plus sous réserve de certains critères de résidence et de revenu. Le programme canadien de la SV englobe un Supplément du revenu garanti (SRG), une prestation mensuelle versée aux résidents du Canada qui reçoivent la pension de base, totale ou partielle de la SV et dont le revenu d'autres sources est faible ou nul. De plus, le RPC procure une pension de retraite mensuelle aux personnes qui ont travaillé et ont cotisé au RPC. Ce dernier sert également de régime d'assurance, accordant des prestations d'invalidité et de survivant aux personnes admissibles. Le RPC offre un revenu mensuel en cas d'invalidité, de même qu'aux conjoints et conjoints de fait survivants.

Aux États-Unis, l'OASDI procure des prestations mensuelles aux travailleurs retraités et handicapés et à leurs personnes à charge, de même qu'aux survivants des travailleurs assurés. L'admissibilité et le montant des prestations sont déterminés par les gains des travailleurs qui sont assurés en vertu du programme. Les prestations sont conçues pour remplacer une partie des gains avant la retraite, l'invalidité ou le décès et constituent un droit acquis pour les travailleurs, leurs familles et leurs survivants. L'admissibilité aux prestations ne repose sur aucun critère de ressources.

Les méthodes et les hypothèses décrites dans le présent rapport reflètent celles comprises dans les plus récents rapports actuariels visant chacun de ces programmes canadiens et américains de sécurité sociale. Le Canada et les États-Unis utilisent des méthodes très semblables de projection de la mortalité. Ces projections couvrent une longue période (75 ans) et insistent davantage sur les tendances historiques que sur celles à court terme.

2. Tendances générales de la mortalité

A l'échelle internationale, le XXe siècle a suscité d'extraordinaires améliorations de la mortalité à tous les âges, tant chez les hommes que chez les femmes. Considérant la période écoulée depuis l'émergence de l'espèce humaine, le XXe siècle a été caractérisé par des taux exceptionnellement élevés d'accroissement de la mortalité. D'après les données sur la mortalité de 1901, près de 50% des Canadiens et 60% des Américains seraient décédés avant d'avoir atteint l'âge de 65 ans. Selon les données actuelles, ce serait le cas de moins de 20% des Canadiens et des Américains. Il est estimé que, au cours du

dernier siècle, l'espérance de vie à la naissance a progressé de 27,9 ans au Canada et de 27,4 ans aux Etats-Unis, la majeure partie de cette augmentation survenant avant 1950. L'espérance de vie à 65 ans a aussi fortement augmenté mais, contrairement à l'espérance de vie à la naissance, le changement est surtout survenu après 1950.

2.1. Tendances de la mortalité au Canada

C'est surtout parce que les taux de mortalité des nourrissons et des enfants ont fortement diminué que la progression de l'espérance de vie à la naissance a ralenti. La vaccination et d'autres interventions d'ordre médical, conjuguées à de meilleures conditions sanitaires et à une meilleure qualité de vie globale, ont toutes nettement contribué à abaisser la mortalité des nourrissons et des enfants. Par conséquent, les groupes d'âge plus jeunes ont déjà bénéficié de la majeure partie de l'accroissement de l'espérance de vie qui risque de les caractériser. Puisque la mortalité au cours des premières années de vie est très faible, il est plus difficile d'augmenter l'espérance de vie à la naissance.

L'écart de l'espérance de vie entre les femmes et les hommes à la naissance s'est creusé pour atteindre plus de sept ans au milieu des années soixante-dix. Depuis, il est en régression puisque l'espérance de vie des hommes a progressé davantage que celle des femmes. L'écart de l'espérance de vie entre les femmes et les hommes à 65 ans s'est également rétréci, mais seulement plus récemment. Selon la plupart des experts, la forte augmentation de l'espérance de vie à la naissance au cours du XXe siècle ne se poursuivra pas et les progrès futurs de l'espérance de vie devront survenir à des âges plus avancés plutôt que plus jeunes.

Tableau 1. *Canada: Espérance de vie à la naissance et à 65 ans*

Année	Espérance de vie à la naissance			Espérance de vie à 65 ans		
	Hommes	Femmes	Ecart	Hommes	Femmes	Ecart
1901	51,4	51,8	0,4	14,2	14,8	0,6
1921	56,9	58,3	1,4	13,3	13,8	0,5
1931	60,0	62,1	2,1	13,0	13,7	0,7
1941	63,0	66,3	3,3	12,8	14,1	1,3
1951	66,4	70,8	4,4	13,3	15,0	1,7
1956	67,6	72,9	5,3	13,4	15,6	2,2
1961	68,4	74,2	5,8	13,5	16,1	2,6
1966	68,8	75,2	6,4	13,6	16,7	3,1
1971	69,4	76,4	7,0	13,7	17,5	3,8
1976	70,2	77,5	7,3	14,0	18,0	4,0
1981	71,9	78,9	7,0	14,6	18,8	4,2
1986	73,0	79,7	6,7	14,9	19,1	4,2
1991	74,6	80,9	6,3	15,7	19,9	4,2
1996	75,4	81,2	5,8	16,0	19,9	3,9
2001	76,9	82,0	5,1	17,0	20,5	3,5
2006*	78,2	82,7	4,5	17,7	20,9	3,2

* Estimation.

2.2. Tendances de la mortalité aux Etats-Unis

Aux Etats-Unis, depuis un siècle, on a constaté de remarquables progrès de la médecine (vaccination et autres interventions d'ordre médical) et du niveau de vie (meilleures conditions sanitaires et qualité de vie globale). L'accès aux services médicaux a été nettement élargi grâce aux programmes "Medicare" et "Medicaid" offerts aux personnes

âgées, de santé fragile et défavorisées, qui interviennent pour la grande majorité des décès. Tout comme au Canada, l'accroissement de l'espérance de vie à la naissance a été beaucoup plus important au début du XXe siècle en raison de la baisse substantielle des taux de décès chez les jeunes.

Aux Etats-Unis, l'écart de l'espérance de vie à la naissance entre les femmes et les hommes était de 3,0 ans en 1901. Cet écart a grimpé à six ans au milieu des années cinquante. Entre le milieu des années cinquante et la fin des années soixante, l'espérance de vie à la naissance des hommes est demeurée stable tandis que celle des femmes a modérément progressé, de sorte que l'écart de l'espérance de vie à la naissance entre les femmes et les hommes a atteint un sommet de 7,7 ans en 1970. Par la suite, l'écart s'est stabilisé au cours des années soixante-dix pour ensuite se résorber après 1979 puisque l'espérance de vie des hommes a augmenté davantage que celle des femmes. L'écart de l'espérance de vie à la naissance s'établissait à 5,3 ans en 2002.

L'écart de l'espérance de vie à 65 ans entre les femmes et les hommes a également diminué, mais seulement plus récemment. L'écart était de moins d'un an en 1901, après quoi il a atteint un peu plus de deux ans en 1950, puis un sommet de presque cinq ans vers 1975 avant de reculer à près de trois ans en 2002.

Tableau 2. *Etats-Unis: Espérance de vie résiduelle à la naissance et à 65 ans*

Année civile	Espérance de vie à la naissance			Espérance de vie à 65 ans		
	Hommes	Femmes	Ecart	Hommes	Femmes	Ecart
1901	47,9	50,9	3,0	11,3	12,0	0,7
1921	57,3	59,3	2,0	12,2	12,8	0,6
1931	58,6	62,0	3,5	12,0	13,1	1,1
1941	61,9	66,5	4,6	12,2	13,8	1,6
1951	65,7	71,4	5,7	12,8	15,2	2,3
1956	66,7	72,9	6,2	13,0	15,7	2,6
1961	67,1	73,6	6,6	13,1	16,1	3,0
1966	66,7	73,9	7,2	12,9	16,3	3,5
1971	67,4	75,1	7,7	13,1	17,1	4,0
1976	69,1	76,8	7,7	13,8	18,1	4,3
1981	70,4	77,9	7,5	14,2	18,6	4,3
1986	71,1	78,3	7,2	14,5	18,7	4,1
1991	72,0	79,0	7,0	15,2	19,2	4,0
1996	73,0	79,2	6,2	15,5	19,1	3,6
2001	74,1	79,5	5,3	16,1	19,1	3,0
2002	74,2	79,5	5,3	16,2	19,1	2,9

3. Projections de la mortalité dans le cadre des programmes de sécurité sociale au Canada

3.1. Méthodologie et hypothèses aux fins des projections de la mortalité de la population générale

La méthodologie et les hypothèses utilisées pour établir les projections de mortalité figurant dans la présente section sont tirées du Rapport actuariel (21e) sur le Régime de pensions

du Canada au 31 décembre 2003 (le "21e Rapport actuariel sur le RPC"). Les hypothèses de mortalité "basées sur la meilleure estimation" reflètent l'application du meilleur jugement de l'actuaire en chef du RPC quant à l'évolution future de la mortalité de la population canadienne selon l'âge et le sexe.

3.1.1. Taux annuels d'amélioration de la mortalité

Les taux de mortalité tirés de la publication de Statistique Canada intitulée Tables de mortalité, Canada, provinces et territoires, 1995-1997 servent de point de départ pour la projection des taux de mortalité. Selon ces tables, l'espérance de vie se situait respectivement à 75,4 et 81,2 pour les hommes et les femmes du Canada de 1995 à 1997. Les plus récentes tables de mortalité (pour la période de 2000 à 2002) n'étaient pas encore disponibles à la date de préparation du 21e Rapport actuariel sur le RPC, en 2004.

La méthode utilisée pour projeter les taux de mortalité exige que l'on formule des hypothèses au sujet des taux annuels d'amélioration de la mortalité selon l'âge et le sexe. Les taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité selon le groupe d'âge et le sexe au Canada pour différentes périodes sont présentés aux tableaux 3 et 4. Puisque les taux annuels d'amélioration de la mortalité ont nettement varié selon l'âge et le sexe par le passé, la mortalité future est projetée en utilisant des taux annuels distincts d'amélioration de la mortalité selon l'âge et le sexe.

Les taux annuels historiques d'amélioration de la mortalité sont dérivés en ajustant une ligne de régression des moindres carrés au logarithme des taux centraux de mortalité. Le taux central de mortalité pour une année civile donnée correspond au rapport entre le nombre de décès au cours de l'année en question et la population correspondante en date du 1er juillet de cette année là. Le taux annuel d'amélioration de la mortalité est ensuite dérivé d'après la pente de la ligne de régression ajustée.

Tableau 3. *Canada: Taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité (hommes)*

Age	1931 - 2001	1931 - 1966	1966 - 2001	1971- 1981	1981- 1991	1991 - 2001	1996 - 2001
0-14	4,2%	4,2%	4,3%	5,1%	3,8%	2,9%	2,2%
15-64	1,1%	0,7%	2,1%	1,8%	2,3%	2,6%	2,7%
65-89	0,7%	0,4%	1,2%	1,2%	1,2%	1,6%	2,6%

Tableau 4. *Canada: Taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité (femmes)*

Age	1931 - 2001	1931 - 1966	1966 - 2001	1971- 1981	1981- 1991	1991 - 2001	1996 - 2001
0-14	4,2%	4,4%	4,1%	5,2%	3,5%	2,7%	2,7%
15-64	2,0%	2,6%	1,7%	1,8%	1,8%	1,6%	2,0%
65-89	1,4%	1,1%	1,3%	2,0%	1,2%	0,8%	1,7%

Les taux de mortalité pour l'année 2001 sont projetés en formulant une hypothèse au sujet des taux annuels d'amélioration de la mortalité pour les années 2002 et suivantes. Les tendances historiques des 70 dernières années montrent que les taux annuels d'amélioration de la mortalité des femmes âgées de moins de 65 ans ont été plus faibles au

cours des 36 dernières années (1966-2001) qu'au cours des 36 années précédentes (1931-1966) et à peu près identiques au cours de ces deux périodes chez les femmes de 65 à 89 ans. Au cours des 36 dernières années, les taux d'amélioration de la mortalité des hommes de 15 ans et plus ont été supérieurs à ceux des femmes, ce qui explique pourquoi l'écart de l'espérance de vie entre les hommes et les femmes a considérablement diminué depuis la fin des années soixante-dix.

En examinant les tendances des 30 dernières années décennie par décennie, il est constaté que les taux d'amélioration de la mortalité des hommes et des femmes ont nettement diminué chez les moins de 15 ans, passant d'environ 5% par année dans les années soixante-dix à près de 3% par année dans les années quatre-vingt-dix. Chez les 15 à 64 ans, les taux d'amélioration de la mortalité des femmes ont été relativement stables à près de 2% par année et inférieurs au taux de 2,5% observé chez les hommes au cours des 20 dernières années. Le taux d'amélioration de la mortalité a sensiblement progressé chez les hommes de 15 à 64 ans entre les années soixante-dix et les années quatre-vingt, mais il est ensuite demeuré stable, à 2,5% par année. Les taux d'amélioration chez les femmes de 65 à 89 ans ont diminué au cours des 30 dernières années (quoiqu'une certaine hausse a été observée pendant les cinq dernières années) tandis que, chez les hommes, ils ont nettement dépassé ceux des femmes au cours des dix dernières années.

En raison de l'incertitude quant aux améliorations futures de la mortalité, les taux annuels d'amélioration de la mortalité pour les cinq premières années de la période de projection sont maintenus à ceux observés récemment. Par conséquent, pour les années 2002 à 2006, les taux annuels d'amélioration de la mortalité sont présumés varier selon l'âge et le sexe et sont fixés au même niveau que les taux annuels moyens lissés d'amélioration de la mortalité observés entre 1991 et 2001.

Les taux annuels d'amélioration de la mortalité au-delà des cinq premières années de la période de projection reflètent à la fois les tendances historiques à long terme et une diminution éventuelle de ces taux d'amélioration à des âges plus avancés puisqu'il pourrait bien devenir plus difficile d'enrayer les causes de décès à ces âges. La diminution des taux annuels d'amélioration de la mortalité après 2006 est présumée être linéaire sur une période de 20 ans. Les taux ultimes pour les années 2026 et suivantes sont présumés varier selon l'âge et le sexe seulement, et non selon l'année civile. Les taux ultimes ont été dérivés d'une analyse de ceux observés au Canada et aux États-Unis au cours du dernier siècle. Les taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité procèdent de l'hypothèse que, en Amérique du Nord, les causes de décès et les soins médicaux généralement disponibles ne devraient guère différer à l'avenir entre nos deux pays et que l'écart de mortalité entre les États-Unis et le Canada devrait diminuer au cours de la période de projection.

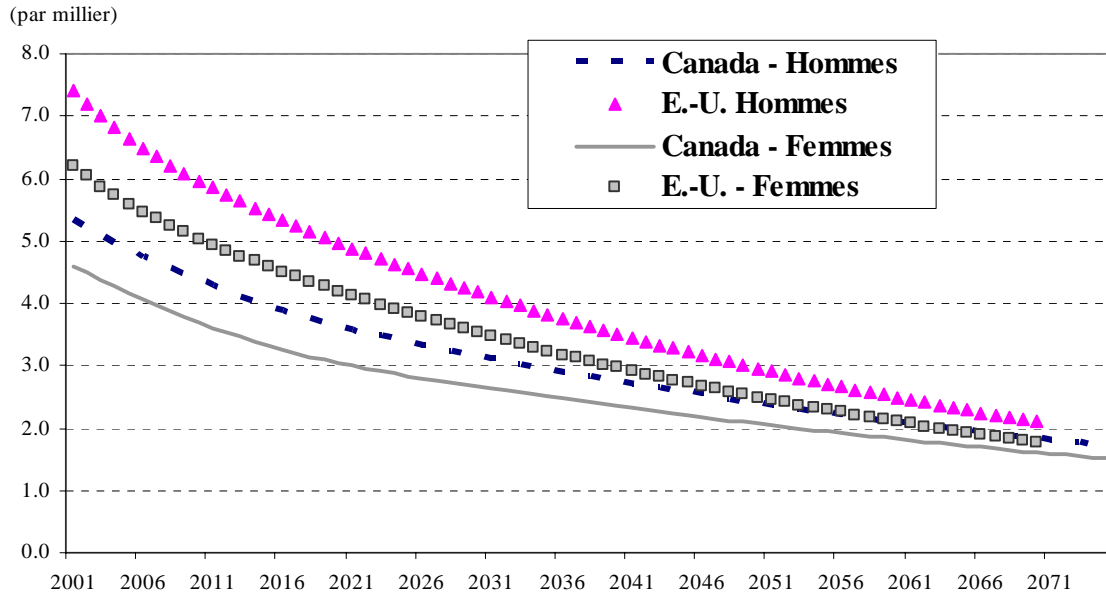
Une description de la façon dont les taux ultimes d'amélioration de la mortalité sont dérivés selon le groupe d'âge est présentée ci-après.

Taux ultimes d'amélioration de la mortalité de la naissance à 1 an

La mortalité au cours de la première année de vie est moins élevée au Canada qu'aux États-Unis. En prenant l'hypothèse que le taux de mortalité au Canada et celui aux États-Unis convergeront au fil du temps, l'hypothèse du taux annuel ultime d'amélioration de la mortalité est de 1,35% pour les hommes et de 1,25% pour les femmes. Ces taux sont inférieurs au taux ultime de 1,7% pour les hommes et les femmes retenus à titre d'hypothèse dans le rapport intitulé "2003 OASDI Trustees Report". Par conséquent, l'écart des taux de mortalité au Canada et aux États-Unis devrait se résorber avec le temps.

Tableau 5. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (de la naissance à 1 an)

	Canada	E.-U.
Hommes	1,35%	1,7%
Femmes	1,25%	1,7%

Graphique 1. Taux de mortalité projetés (de la naissance à 1 an)**Taux ultimes d'amélioration de la mortalité entre 1 et 14 ans**

Dans ce groupe d'âge, les décès sont surtout attribuables à des accidents et à des blessures accidentelles, puis à des cancers et à des anomalies congénitales. En prenant l'hypothèse que les taux de mortalité au Canada et aux États-Unis convergeront au fil du temps, l'hypothèse du taux annuel ultime d'amélioration de la mortalité est fixée à 0,95% pour les hommes et à 0,85% pour les femmes. Ces taux sont inférieurs aux taux ultimes de 1,2% pour les hommes et de 1,3% pour les femmes retenus à titre d'hypothèse dans le rapport intitulé "003 OASDI - Trustees Report"; par conséquent, l'écart entre les taux de mortalité au Canada et aux États-Unis devrait diminuer avec le temps.

Tableau 6. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (entre 1 et 14 ans)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,95%	1,2%
Femmes	0,85%	1,3%

Taux ultimes d'amélioration de la mortalité entre 15 et 44 ans

Chez les 15 à 24 ans, près des trois quarts de tous les décès chez les hommes sont attribuables à des accidents et au suicide. Chez les 25 à 44 ans, le cancer est la principale cause de décès chez les femmes tandis que les blessures accidentelles constituent la cause prédominante de décès chez les hommes. Dans le cas des femmes, les percées médicales devraient favoriser l'amélioration, mais les taux de mortalité sont déjà très faibles. En

prenant l'hypothèse que les taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis convergeront au fil du temps, l'hypothèse du taux annuel ultime d'amélioration de la mortalité est fixée à 0,8% pour les hommes et à 0,7% pour les femmes. Le taux pour les hommes est plus bas que le taux ultime de 0,9% retenu à titre d'hypothèse dans le rapport intitulé "2003 OASDI Trustees Report", tandis qu'il est le même (0,7%) pour les femmes. L'écart entre les taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis devrait donc diminuer davantage chez les hommes que chez les femmes.

Tableau 7. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (15 à 44 ans)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,8%	0,9%
Femmes	0,7%	0,7%

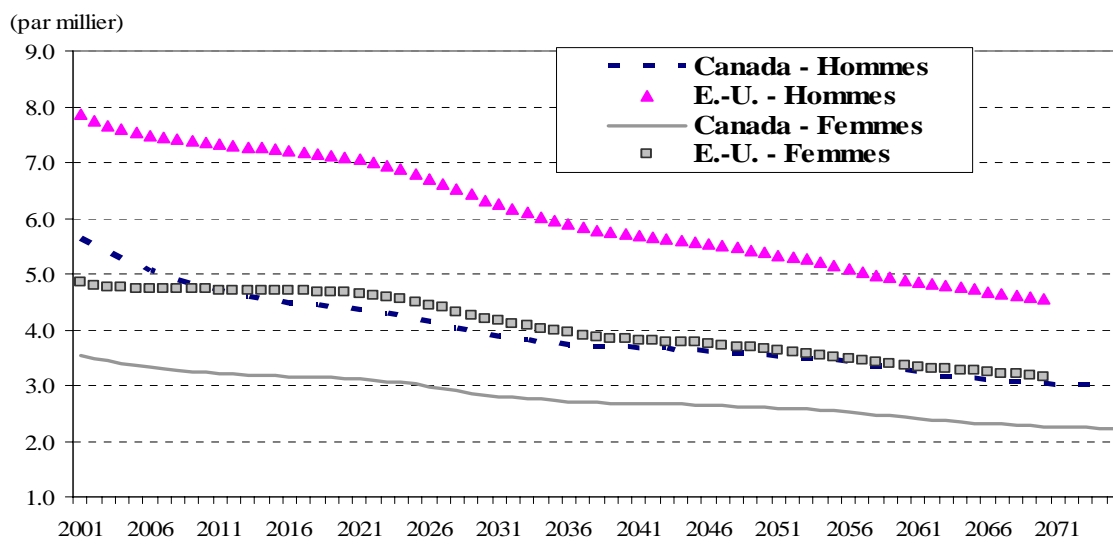
Taux ultimes d'amélioration de la mortalité chez les 45 à 64 ans

Dans ce groupe d'âge, le cancer est la principale cause de décès chez les hommes comme chez les femmes. Par conséquent, les améliorations proviendront principalement de percées dans le domaine médical. La marge d'amélioration de la mortalité est plus grande chez les hommes que chez les femmes parce que les taux de mortalité des hommes sont supérieurs à ceux des femmes. En prenant l'hypothèse que la convergence des taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis, l'hypothèse du taux ultime d'amélioration de la mortalité est fixée à 0,65% pour les hommes et à 0,55% pour les femmes. Ces taux sont inférieurs à l'hypothèse ultime de 0,8% pour les hommes et de 0,7% pour les femmes dans le rapport intitulé "2003 OASDI Trustees Report", de sorte que l'écart entre les taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis devrait diminuer avec le temps.

Tableau 8. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (45 à 64 ans)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,65 %	0,8 %
Femmes	0,55 %	0,7 %

Graphique 2. Taux de mortalité projetés (45 à 64 ans)



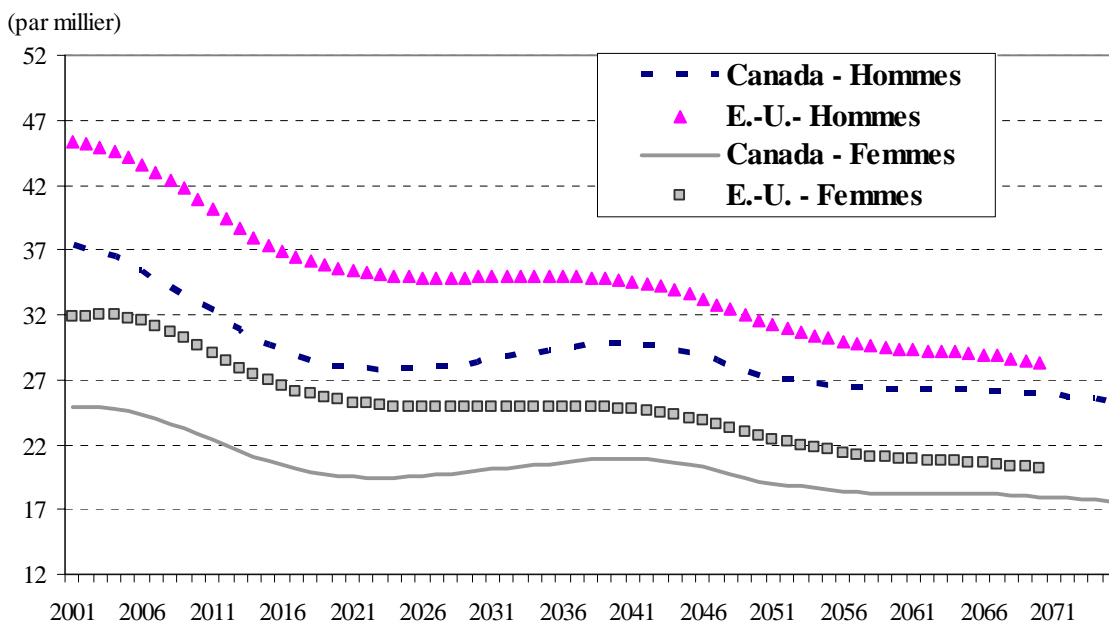
Taux ultimes d'amélioration de la mortalité chez les 65 à 84 ans

Dans ce groupe d'âge, les maladies cardiaques sont la principale cause de décès chez les deux sexes. Dans ce groupe, les améliorations proviendront principalement des percées dans le domaine médical et des changements de mode de vie. En prenant l'hypothèse que la convergence des taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis, l'hypothèse ultime d'amélioration de la mortalité est de 0,5% pour les hommes et les femmes. Ce taux est inférieur mais conforme à l'hypothèse énoncée dans le rapport intitulé "2003 OASDI Trustees Report", dans lequel le taux ultime d'amélioration est fixé à 0,7% pour les hommes comme pour les femmes. Comme dans le cas des groupes d'âge plus jeunes, il est donc prévu que l'écart entre les taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis diminuera avec le temps.

Tableau 9. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (65 à 84 ans)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,5 %	0,7 %
Femmes	0,5 %	0,7 %

Graphique 3. Taux de mortalité projetés (65 à 84 ans)

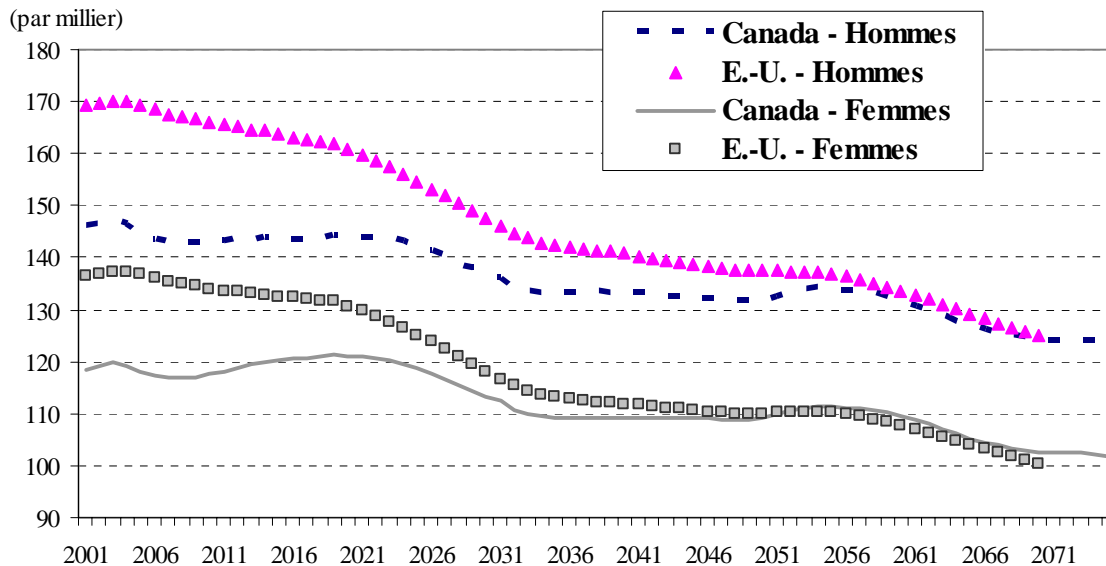


Taux ultimes d'amélioration de la mortalité chez les 85 à 99 ans

Dans le cas du segment démographique d'âge avancé, la qualité des données est une importante préoccupation. Les taux historiques de décès aux Etats-Unis ont été inférieurs à ceux observés au Canada jusqu'à récemment. En prenant l'hypothèse que la convergence des taux de mortalité au Canada et aux Etats-Unis au fil du temps, l'hypothèse ultime d'amélioration de la mortalité est fixée à 0,4% pour les hommes et les femmes. Même si ce taux ultime semble faible par rapport à celui des autres groupes d'âge, il demeure supérieur à ce qui a été observé au cours des 15 dernières années.

Tableau 10. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (85 à 99 ans)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,4%	0,6%
Femmes	0,4%	0,6%

Graphique 4. Taux de mortalité projetés (85 à 99 ans)

Taux ultime d'amélioration de mortalité chez les 100 ans et plus

Pour ce groupe d'âge, le taux ultime d'amélioration de la mortalité est réputé être de 0,25%, ce qui est plus élevé que ce qui a été observé précédemment. L'hypothèse reflète la limitation relative des observations à ces âges.

Tableau 11. Taux annuels ultimes d'amélioration de la mortalité (100 ans et plus)

	Canada	E.-U.
Hommes	0,25%	0,6%
Femmes	0,25%	0,6%

Enfin, les taux d'amélioration pour les années 2007 à 2025 ont été obtenus par interpolation linéaire entre les taux pour 2006 et les taux ultimes d'amélioration indiqués précédemment pour les années 2026 et suivantes.

Il est prévu que les taux annuels d'amélioration de la mortalité diminueront avec l'âge. Cette hypothèse est jugée conforme aux données observées. L'une des raisons expliquant la diminution des améliorations avec l'âge est que la maladie à des âges moins élevés est, de façon plus générale, plus facile à surmonter qu'à des âges plus avancés. Il faudra plus de temps pour enrayer les principales maladies qui affectent les aînés, y compris les troubles cardiaques et respiratoires, le cancer, les accidents cérébraux-vasculaires, le diabète et la démence, puisque nos connaissances demeurent limitées. Le tableau 12 résume les hypothèses.

Tableau 12. *Canada: Hypothèse des taux annuels d'amélioration de la mortalité*

Age	Hommes		Femmes	
	2002-2006	2026+	2002-2006	2026+
	%	%	%	%
0	2,25	1,35	2,50	1,25
1-14	3,89	0,95	3,36	0,85
15-44	3,13	0,80	1,51	0,70
45-64	2,50	0,65	1,64	0,55
65-84	1,80	0,50	1,06	0,50
85-99	0,11	0,40	0,03	0,40
100+	0,00	0,25	0,00	0,25

3.1.2. Résultats des projections

La présente section indique les taux projetés de mortalité selon l'âge et le sexe et d'autres mesures résultantes de la mortalité.

Au tableau 13, selon les taux de mortalité projetés, une baisse continue est observée au fil du temps. Par exemple, le taux de mortalité d'un homme de 65 ans devrait diminuer, passant de 14,8 décès par 1 000 personnes en 2004 à 7,8 décès par 1 000 personnes en 2075. L'écart entre les taux de mortalité des hommes et des femmes à un âge donné devrait également diminuer à long terme.

Tableau 13. *Canada: Taux de mortalité (décès annuels par 1 000 personnes)*

Age	Hommes				Femmes			
	2004	2025	2050	2075	2004	2025	2050	2075
0	5,0	3,4	2,4	1,7	4,3	2,8	2,1	1,5
10	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
20	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
30	0,9	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
40	1,5	1,0	0,8	0,7	0,9	0,7	0,6	0,5
50	3,3	2,4	2,0	1,7	2,1	1,7	1,5	1,3
60	8,8	6,0	5,1	4,3	5,5	4,2	3,7	3,2
65	14,8	10,4	9,0	7,8	8,9	7,1	6,3	5,5
70	24,4	18,0	15,9	14,0	14,3	12,0	10,6	9,3
75	39,2	30,2	26,6	23,5	23,6	19,7	17,4	15,4
80	64,3	52,8	46,6	41,1	41,3	35,2	31,1	27,4
85	104,6	94,1	84,3	75,5	73,5	68,1	61,0	54,6
90	161,8	154,0	139,3	126,0	126,9	122,1	110,5	100,0
100	368,1	357,4	330,7	306,0	309,8	300,8	278,3	257,6

L'hypothèse est faite que l'espérance de vie des Canadiens et des Canadiennes continuera d'augmenter, mais plus lentement qu'au XXe siècle. L'espérance de vie à la naissance des hommes devrait passer de 77,8 ans en 2004 à 83,4 ans en 2075. Chez les femmes, elle devrait passer de 82,5 ans à 86,5 ans. Ces hypothèses supposent qu'il n'y aura pas

d'améliorations futures de la mortalité. Par contre, en tenant compte de ces améliorations futures, l'espérance de vie des hommes passera de 82,9 ans à 86,8 ans et celle des femmes, de 86,3 ans à 89,7 ans au cours de cette même période. Puisque la mortalité tend à continuer de diminuer, l'espérance de vie avec améliorations futures est jugée plus réaliste que celle qui en fait abstraction.

L'espérance de vie a considérablement augmenté au cours des 25 dernières années, ce qui est reflété dans les projections à court terme. Par la suite, il est prévu que la progression de l'espérance de vie soit ralentie en accord avec l'hypothèse du faible taux d'amélioration de la mortalité à compter de 2026. Il est également prévu que l'écart d'espérance de vie entre les femmes et les hommes continuera de s'amenuiser au fil du temps, sans toutefois disparaître complètement.

Les tableaux 14 et 15 permettent de comparer l'espérance de vie avec et sans améliorations de la mortalité au-delà des années indiquées. Le tableau 14 indique l'espérance de vie projetée à divers âges pour certaines années en supposant qu'il n'y aura pas d'améliorations futures de la mortalité. Le tableau 15 fait état des mêmes chiffres pour l'espérance de vie, mais en tenant compte des améliorations futures de la mortalité. L'évolution historique et projetée de l'espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes, avec et sans améliorations de la mortalité, figure au graphique 5, tandis que le graphique 6 présente une évolution semblable à 65 ans.

Les améliorations de la mortalité ont un impact plus marqué sur l'accroissement prévu de l'espérance de vie à des âges moins élevés qu'à ceux plus avancés puisque les facteurs d'amélioration diminuent avec l'âge. Par exemple, en 2075, les améliorations de la mortalité se traduisent par l'ajout de plus de trois ans à l'espérance de vie des hommes et des femmes à la naissance par rapport à l'espérance de vie en l'absence de ces améliorations (soit 86,8 moins 83,4, ou 3,4 ans pour les hommes, et 89,7 moins 86,5, soit 3,2 ans pour les femmes). A 30 ans, la hausse n'est plus que de deux ans pour les deux sexes et, à 85 ans, elle chute à 0,1 an.

Tableau 14. *Canada: Espérances de vie, sans améliorations après l'année indiquée**

Age	Hommes				Femmes			
	2004	2025	2050	2075	2004	2025	2050	2075
0	77,8	80,7	82,0	83,4	82,5	84,1	85,3	86,5
10	68,3	71,0	72,3	73,6	73,0	74,4	75,6	76,7
20	58,5	61,1	62,4	63,7	63,1	64,5	65,6	66,7
30	48,9	51,4	52,7	53,9	53,3	54,7	55,8	56,8
40	39,4	41,7	42,9	44,1	43,5	44,9	45,9	47,0
50	30,1	32,3	33,4	34,5	34,0	35,3	36,3	37,3
60	21,4	23,3	24,3	25,3	25,0	26,1	27,1	28,0
65	17,5	19,1	20,0	20,9	20,8	21,7	22,6	23,5
70	13,9	15,2	16,0	16,8	16,8	17,6	18,4	19,2
75	10,8	11,7	12,4	13,1	13,1	13,8	14,5	15,2
80	8,0	8,6	9,2	9,8	9,8	10,3	10,9	11,5
85	5,9	6,1	6,6	7,1	7,1	7,3	7,8	8,3

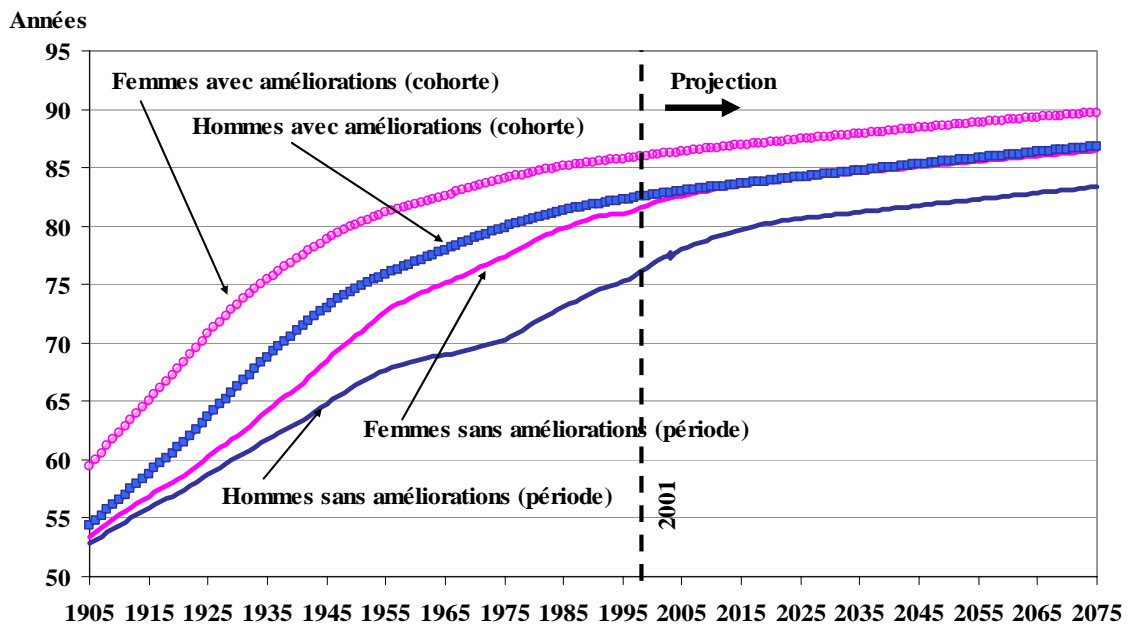
*Espérance de vie basée sur l'année civile d'après les taux de mortalité de l'année donnée.

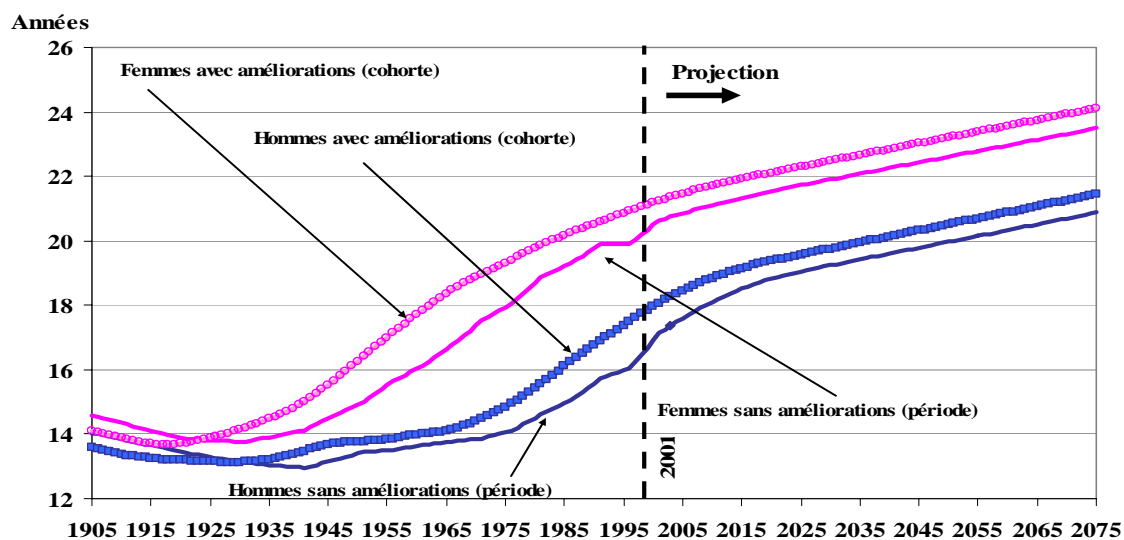
Tableau 15. *Canada: Espérances de vie, avec améliorations après l'année indiquée***

Age	Hommes				Femmes			
	2004	2025	2050	2075	2004	2025	2050	2075
0	82,9	84,2	85,5	86,8	86,3	87,4	88,6	89,7
10	72,9	74,0	75,3	76,5	76,3	77,3	78,4	79,5
20	62,5	63,7	64,9	66,2	66,0	66,9	68,1	69,1
30	52,3	53,4	54,7	55,9	55,7	56,6	57,7	58,8
40	42,1	43,3	44,5	45,6	45,4	46,4	47,5	48,6
50	32,2	33,4	34,5	35,6	35,4	36,4	37,5	38,5
60	22,7	24,0	25,0	26,0	25,9	26,8	27,8	28,8
65	18,4	19,6	20,5	21,4	21,4	22,3	23,2	24,1
70	14,5	15,5	16,4	17,2	17,2	18,0	18,8	19,7
75	11,0	11,9	12,7	13,4	13,3	14,0	14,8	15,5
80	8,1	8,8	9,4	10,0	9,9	10,4	11,1	11,7
85	5,9	6,2	6,7	7,2	7,1	7,4	7,9	8,4

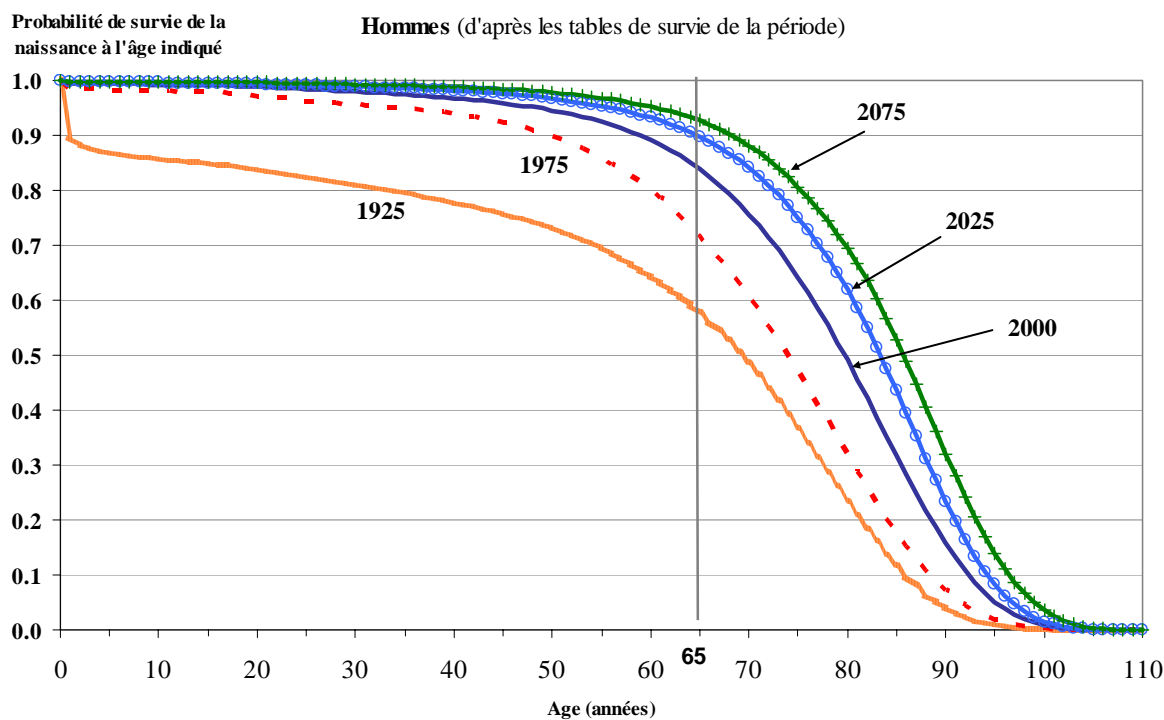
** Espérance de vie de la cohorte tenant compte de l'amélioration future de la mortalité; diffère donc de l'espérance de vie basée sur l'année civile, qui repose sur les taux de mortalité de l'année donnée.

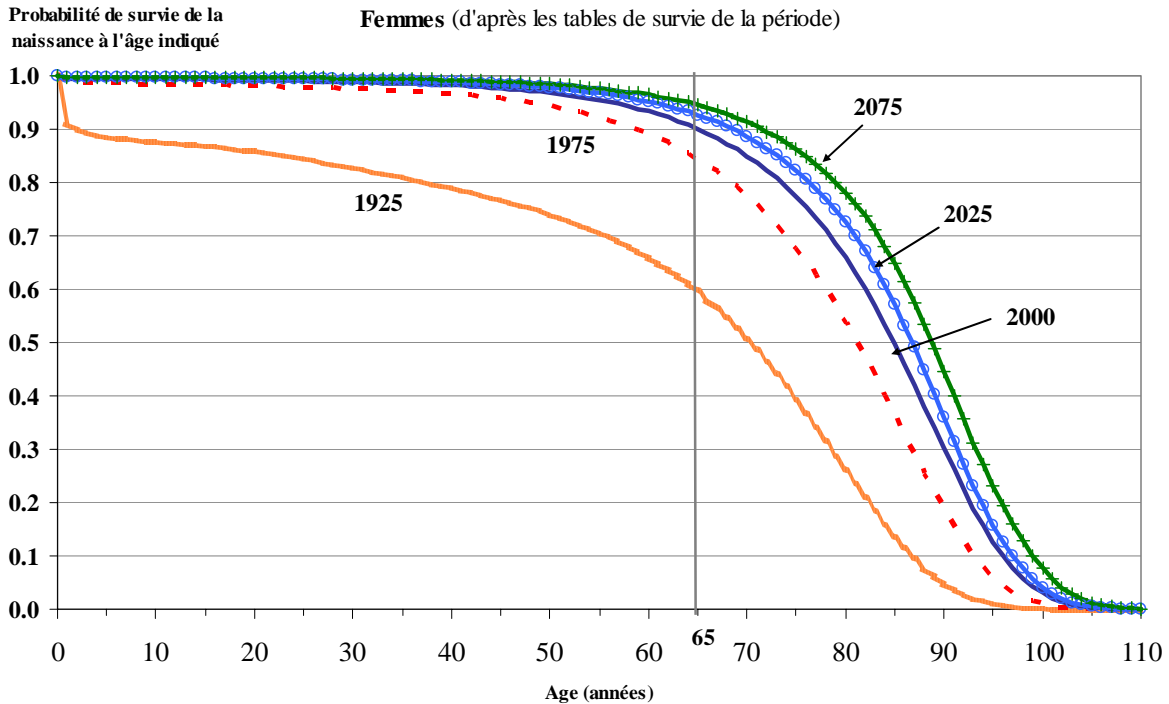
Graphique 5. *Canada: Espérance de vie à la naissance*



Graphique 6. Canada: Espérance de vie des hommes et des femmes à 65 ans

Les courbes de survie du graphique 7 signifient qu'il est peu probable qu'un nouveau-né atteigne un âge très avancé. Une courbe de survie à la naissance indique la probabilité qu'un nouveau-né atteigne un âge donné. La rectangularisation des courbes de survie au fil du temps entre 1925 et 2075 résulte de l'accroissement prévu de l'espérance de vie et du fait que l'âge maximal que l'on puisse atteindre est environ 120 ans. À noter que, d'après les deux graphiques qui suivent, la probabilité à la naissance de survivre au-delà de 110 ans est pratiquement nulle.

Graphique 7. Canada: Courbes de survie à la naissance



Comme en témoigne l'intersection du trait vertical à 65 ans et des courbes de survie, la probabilité d'atteindre l'âge de 65 ans a considérablement augmenté par le passé. D'après les tables de survie pour la période de 1925, la probabilité qu'un homme atteigne l'âge de 65 ans était de 58%. En 2000, cette probabilité a augmenté à 85% et, en 2075, elle devrait atteindre 93%. Chez les femmes, la probabilité d'atteindre l'âge de 65 ans était de 60%; elle a augmenté à 91% en 2000 et devrait atteindre 95% en 2075. De façon générale, la probabilité de survivre à un âge plus avancé a augmenté depuis un siècle, et cette tendance devrait se poursuivre à un rythme plus lent.

Une autre façon d'envisager le vieillissement de la population est de considérer l'âge moyen au décès et la proportion de décès au fil du temps (tableaux 16 et 17). Il est prévu que les décès chez les 85 ans et plus constitueront, à terme, la plus forte proportion de décès par rapport aux groupes d'âge plus jeunes, à mesure que les proportions des groupes plus jeunes diminueront. En 2075, plus de 57% de tous les décès surviendront chez les 85 ans et plus. C'est ainsi que l'âge moyen au décès pour les deux sexes devrait être nettement supérieur à 85 ans en 2075.

Tableau 16. *Canada: Age moyen au décès*

Année	Hommes	Femmes
1925	71	72
1950	74	78
1975	75	83
2000	81	86
2025	85	88
2050	86	89
2075	87	90

Tableau 17. *Canada: Distribution des décès, nombre et proportion*

Année civile/ groupe d'âge	Décès					Proportion de décès (%)				
	0-64	65-74	75-84	85+	Total	0-64	65-74	75-84	85+	Total
1925	72 000	15 400	14 300	5 700	107 400	67,0	14,3	13,3	5,3	100,0
1950	58 400	28 000	26 000	11 400	123 700	47,2	22,6	21,0	9,2	100,0
1975	61 200	37 500	41 000	27 200	167 000	36,7	22,4	24,6	16,3	100,0
2000	48 700	43 300	66 500	59 600	218 100	22,3	19,9	30,5	27,3	100,0
2025	45 300	63 500	102 100	122 300	333 200	13,6	19,1	30,7	36,7	100,0
2050	40 000	61 100	131 600	276 600	509 400	7,9	12,0	25,8	54,3	100,0
2075	35 800	54 500	136 200	303 500	530 100	6,8	10,3	25,7	57,3	100,0

Il est également intéressant de considérer, au fil du temps, la fourchette d'âges où un pourcentage donné de décès est anticipé. Par exemple, le tableau 18 indique la progression avec le temps de la fourchette d'âges où 70% des décès sont anticipés. Ce tableau permet de constater les importants progrès historiques de l'espérance de vie. D'après les tables de survie de la période de 1925, on pouvait s'attendre à ce qu'environ 70% des garçons nés cette année là décèdent entre 17 et 83 ans, c'est-à-dire que 15% de ces garçons décèdent prématurément avant l'âge de 17 ans et que les 15% qui sont les plus forts décèdent après l'âge de 83 ans. En 2000, cette fourchette a progressé et est réduite pour s'établir entre l'âge 65 et 91 ans. La fourchette chez les femmes a subi un déplacement et un rétrécissement comparables. Ici encore, il est prévu que cette tendance se poursuivra, mais plus lentement qu'auparavant.

Tableau 18. *Canada: Evolution de la fourchette d'âges dans laquelle un pourcentage donné de décès est prévu*

Année	Fourchette des hommes			Fourchette des femmes		
	15 %	70 %	15 %	15 %	70 %	15 %
1925	(0-16)	(17-83)	(84+)	(0-23)	(24-84)	(85+)
1950	(0-49)	(50-85)	(86+)	(0-55)	(56-87)	(88+)
1975	(0-55)	(56-86)	(87+)	(0-63)	(64-91)	(92+)
2000	(0-64)	(65-91)	(92+)	(0-70)	(71-94)	(95+)
2025	(0-68)	(69-92)	(93+)	(0-72)	(73-95)	(96+)
2050	(0-70)	(71-94)	(95+)	(0-73)	(74-96)	(97+)
2075	(0-71)	(72-95)	(96+)	(0-75)	(76-97)	(98+)

Même s'il est prévu que l'espérance de vie continuera d'augmenter, il est possible que des facteurs liés à la santé et à l'environnement freinent cette progression. L'incidence croissante de l'obésité chez les enfants et les adultes et le risque de complications connexes plus tard dans la vie comme le diabète et les maladies cardiaques qui en découlent, pourraient atténuer la progression future projetée de l'espérance de vie. La menace de

pandémies mondiales résultant de formes plus virulentes de maladies infectieuses est également une réalité qui peut avoir une incidence sur la mortalité.

3.2. Processus stochastique

Une nouvelle méthode a été mise au point pour déterminer l'évolution, ainsi que la volatilité, des taux de mortalité. Ces derniers seront analysés à l'aide d'un modèle de série chronologique stochastique. Un processus stochastique comporte une variation aléatoire, qui est généralement basée sur des fluctuations observées dans des données historiques comparativement à un modèle ajusté, pour une période particulière antérieure à l'année courante qui est modélisée. Un modèle de série chronologique stochastique peut inclure les valeurs des variables des périodes antérieures, les termes d'erreur des périodes antérieures et un terme d'erreur aléatoire. La distribution des résultats possibles est établie d'après un grand nombre de simulations, comportant chacune une variation aléatoire des variables. Les Etats des variables à un point particulier dans le temps ne sont pas décrits par des valeurs uniques, mais plutôt par des lois de probabilité qui accroissent l'information disponible comparativement au modèle déterministe.

Les taux de mortalité annuels historiques sont calculés pour 40 groupes âge-sexe (moins de 1 an, de 1 à 4 ans, de 5 à 9 ans, de 10 à 14 ans, ..., de 80 à 84 ans, de 85 à 89 ans, et 90 ans et plus; hommes et femmes), pour la période allant de 1926 à 2003, sous la forme du ratio du nombre annuel de décès au chiffre de population pour chaque groupe âge-sexe. Les données sur les nombres annuels de décès et sur la population du Canada ont été fournies par Statistique Canada. La première année pour laquelle des données sont disponibles pour l'analyse est 1926.

Le modèle de série chronologique utilisé pour reproduire les taux de mortalité annuels est un modèle log ARIMA (0, 1, 0), qui correspond à la différence entre les logarithmes des termes adjacents. Ce modèle a été choisi parce que la série obtenue après la transformation logarithmique et la différenciation des termes adjacents est stationnaire et qu'une analyse des statistiques d'ajustement, y compris R2, pour tous les groupes âge-sexe indique que ce modèle donne un très bon ajustement aux données réelles. D'autres modèles de série chronologique ont été testés, mais aucun n'a produit un aussi bon ajustement que le log ARIMA (0, 1, 0). En fait la valeur de R2 était supérieure à 0,9 pour tous les groupes âge-sexe sauf un. En outre, le recours à la transformation logarithmique élimine la nécessité d'une borne inférieure nulle, puisque les logarithmes des taux de mortalité seront toujours positifs.

La forme générale de l'équation utilisée est:

$$\ln(Y_{k,t}) = \ln(Y_{k,t-1}) + \mu_k + \varepsilon_{k,t}$$

Donc,

$$Y_{k,t} = Y_{k,t-1} e^{\mu_k} e^{\varepsilon_{k,t}}$$

où: $Y_{k,t}$ = nombre de décès pour 1 000 pour le groupe k durant l'année t

μ_k = moyenne de la série transformée (c.-à-d. série logarithmique et différenciée)

$\varepsilon_{k,t}$ = un terme d'erreur pour le groupe k durant l'année t

Bien que le taux de mortalité pour un groupe ne dépende pas des taux de mortalité pour les autres groupes, il existe sans doute un certain degré de corrélation entre les groupes. Cette corrélation doit être reflétée dans les taux projetés, ce qui est réalisé en corrélant les termes d'erreur des 40 groupes âge-sexe en utilisant la décomposition de Cholesky.

Des termes d'erreur aléatoire suivant la loi uniforme (0,1) sont générés à l'aide d'un générateur de nombres aléatoires. Afin de refléter la corrélation entre ces termes, il faut les convertir à une loi normale (0, \mathbf{V}), où \mathbf{V} est la matrice de variance-covariance des résidus, c'est-à-dire les écarts entre les points de données historiques réels et les points de données estimés (en utilisant le modèle ARIMA choisi). Les termes d'erreur aléatoire sont d'abord convertis à une loi normale (0,1). L'étape finale consiste à convertir les termes d'erreur obéissant à la loi normale centrée réduite à une loi normale multivariée avec matrice de variance-covariance \mathbf{V} . La décomposition de Cholesky est utilisée pour décomposer la matrice \mathbf{V} en une matrice triangulaire inférieure \mathbf{L} telle que $\mathbf{V} = \mathbf{L}\mathbf{L}^T$. À titre d'exemple, considérons le cas où il est nécessaire de corrélérer les termes d'erreur de trois variables, dénotées x , y et z . Soit la matrice de variance-covariance \mathbf{V} de la forme :

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} 36 & -36 & 18 \\ -36 & 117 & -72 \\ 18 & -72 & 189 \end{bmatrix} \quad \text{où} \quad \mathbf{V} = \begin{bmatrix} \sigma_X^2 & \sigma_{XY} & \sigma_{XZ} \\ \sigma_{YX} & \sigma_Y^2 & \sigma_{YZ} \\ \sigma_{ZX} & \sigma_{ZY} & \sigma_Z^2 \end{bmatrix}$$

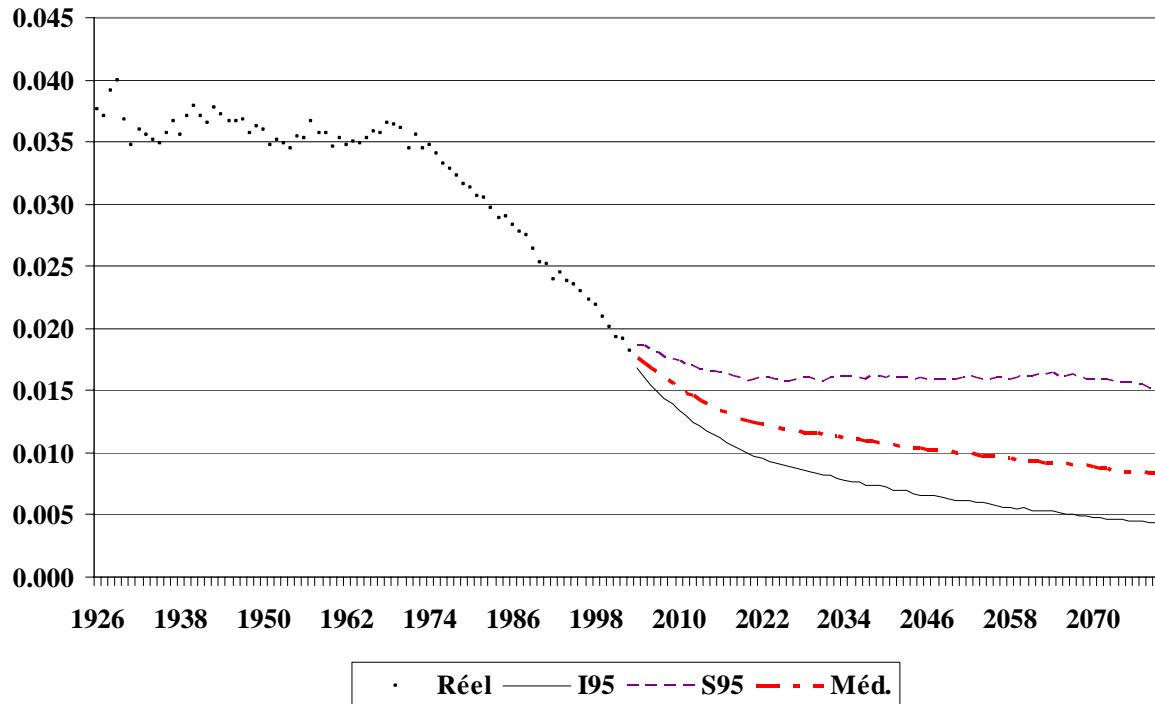
Alors, \mathbf{V} est décomposée en la matrice triangulaire inférieure \mathbf{L} telle que $\mathbf{V} = \mathbf{L}\mathbf{L}^T$,

$$\text{où } \mathbf{L} = \begin{bmatrix} 6 & 0 & 0 \\ -6 & 9 & 0 \\ 3 & -6 & 12 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \mathbf{L}^T = \begin{bmatrix} 6 & -6 & 3 \\ 0 & 9 & -6 \\ 0 & 0 & 12 \end{bmatrix}$$

En multipliant la matrice de Cholesky \mathbf{L} par le vecteur de termes d'erreur, $\boldsymbol{\varepsilon}^U$, obéissant à la loi normale (0,1), nous obtenons un vecteur de termes d'erreur corrélés, $\mathbf{L}\boldsymbol{\varepsilon}^U$, qui suivent la loi normale multivariée requise. Ces termes d'erreur sont alors utilisés dans la projection des futurs taux de mortalité.

Lorsque l'équation est déterminée et que la décomposition de Cholesky est effectuée, les taux de mortalité futurs sont projetés, pour chaque groupe âge-sexe, 75 années dans le futur pour 1 000 scénarios. Le taux de mortalité résultant est le taux de mortalité médian sur les 1 000 scénarios. En outre, les intervalles de confiance à 95% sont calculés pour donner une idée de la fourchette de valeurs possibles des taux de mortalité.

Le graphique qui suit illustre les taux de mortalité historiques et projetés pour les hommes de 65 à 69 ans. La courbe du milieu représente le taux de mortalité médian calculé sur les 1 000 scénarios exécutés, tandis que les courbes supérieure et inférieure représentent les bornes de l'intervalle de confiance à 95%.

Graphique 8. Canada: Taux de mortalité, hommes de 65 à 69 ans (1926-2079)

Une fois que les taux de mortalité sont projetés pour chaque groupe âge-sexe, l'étape suivante consiste à convertir les valeurs obtenues en facteurs d'amélioration de la mortalité. L'équation utilisée à cette fin est :

$$MIR_{k,t} = (MR_{k,t} \div MR_{k,t-1}) - 1$$

où $MIR_{k,t}$ = facteur d'amélioration de la mortalité pour le groupe k au temps t

$MR_{k,t}$ = taux de mortalité pour le groupe k au temps t.

Les facteurs d'amélioration de la mortalité sont calculés pour chaque groupe âge sexe par projection de 75 années dans le futur pour les 1 000 scénarios. Les résultats semblent indiquer que les taux d'amélioration de la mortalité sont assez constants sur la période de projection, les fluctuations étant faibles.

Il convient de tenir compte du fait qu'un modèle ARIMA ne peut pas représenter explicitement un processus stochastique avec déplacement de la moyenne en fonction du temps. Or, les données historiques sur la mortalité présentent certain déplacement de la moyenne en fonction du temps. Le but de la différenciation des logarithmes des taux de mortalité est d'éliminer ce déplacement et de transformer les données afin que la moyenne soit stationnaire. Or, cette transformation pourrait ne pas éliminer entièrement le déplacement de la moyenne en fonction du temps, ce qui entraînerait une sous-estimation du degré d'incertitude dans les lois de probabilité simulées des taux de mortalité.

En outre, lors de la projection des futurs taux de mortalité, il pourrait être imprudent de s'appuyer uniquement sur les données historiques. Au cours du XXe siècle, les profils de

mortalité ont subi des changements structurels qui ont amoindri la validité des données historiques comparativement au passé récent et aux nouvelles tendances. Il pourrait donc être nécessaire de s'en remettre au jugement pour déterminer quels sont les facteurs d'amélioration de la mortalité appropriés.

Par conséquent, l'étape suivante est l'intégration d'un certain degré de jugement dans le processus. On analyse pour cela l'évolution d'une moyenne mobile sur 15 ans des taux d'amélioration historiques au cours du temps, puis on la compare aux facteurs d'amélioration de la mortalité produits par le modèle afin d'établir la meilleure estimation des facteurs d'amélioration de la mortalité pour chaque groupe d'âge.

Ensuite, les meilleures estimations des facteurs d'amélioration de la mortalité susmentionnés sont appliquées à la Table de mortalité du Canada de 2001 afin d'établir la meilleure estimation des taux de mortalité pour l'avenir. Enfin, on suit un processus stochastique pour projeter 1 000 trajectoires de taux de mortalité qui sont centrées autour de la meilleure estimation. L'espérance de vie est alors calculée pour chacune des 1 000 trajectoires et la meilleure estimation de l'espérance de vie est égale à la médiane des 1 000 espérances de vie. Les tableaux qui suivent montrent la meilleure estimation de l'espérance de vie à 0 et à 65 ans comparativement aux valeurs tirées du 21^e Rapport actuariel sur le RPC, ainsi que les intervalles de confiance à 95% de ces espérances de vie.

Tableau 19. *Espérances de vie pour le Canada, sans amélioration après l'année présente*

		21^e Rapport actuariel sur le RPC	Processus stochastique	IC à 95% Borne inférieure	IC à 95% Borne supérieure
Hommes, âge 0	2005	78,0	77,4	76,8	78,0
	2025	80,7	80,4	78,1	82,5
	2050	82,0	82,0	77,9	85,6
	2075	83,4	83,3	77,9	87,5
Hommes, âge 65	2005	17,6	17,5	17,0	18,0
	2025	19,1	19,3	17,3	21,1
	2050	20,0	20,5	17,1	23,5
	2075	20,9	21,5	17,1	25,0
Femmes, âge 0	2005	82,6	82,2	81,6	82,7
	2025	84,1	83,9	80,7	86,5
	2050	85,3	85,2	79,8	89,3
	2075	86,5	86,3	78,8	91,2
Femmes, âge 65	2005	20,9	20,8	20,2	21,2
	2025	21,7	21,9	19,0	24,3
	2050	22,6	22,9	18,0	26,3
	2075	23,5	23,8	17,6	28,0

Tableau 20. *Espérances de vie pour le Canada, avec améliorations après l'année présentée*

		21 ^e Rapport actuariel sur le RPC	Processus stochastique	IC à 95% Borne inférieure	IC à 95% Borne supérieure
Hommes, âge 0	2005	83,0	83,0	78,1	87,0
	2025	84,2	84,4	78,7	88,4
	2050	85,5	85,5	80,4	89,5
	2075	86,8	87,0	82,1	90,2
Hommes, âge 65	2005	18,5	18,6	17,0	20,0
	2025	19,6	19,9	17,1	22,3
	2050	20,5	21,1	16,9	24,2
	2075	21,4	22,1	17,3	25,5
Femmes, âge 0	2005	86,4	86,2	79,5	90,8
	2025	87,4	87,3	79,8	92,0
	2050	88,6	88,4	81,3	92,7
	2075	89,7	89,5	83,0	93,2
Femmes, âge 65	2005	21,5	21,5	19,2	23,5
	2025	22,3	22,5	18,4	25,5
	2050	23,2	23,5	17,7	27,5
	2075	24,1	24,4	17,4	28,5

4. Projections de la mortalité pour les programmes de sécurité sociale aux Etats-Unis

4.1. Méthodologie et hypothèses des projections de la mortalité de la population générale

La méthodologie et les hypothèses présentées pour les Etats-Unis reposent sur les projections intermédiaires du rapport annuel de 2006 du Board of Trustees¹. Ces projections intermédiaires reflètent les meilleures estimations des fiduciaires quant aux résultats futurs.

La méthodologie servant à projeter les taux de mortalité requiert des hypothèses au sujet des taux annuels d'amélioration de la mortalité selon l'âge, le sexe et la cause de décès. La première étape d'établissement de cette projection consiste à calculer les taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité selon l'âge, le sexe et la cause de décès. Ces taux servent à déterminer l'hypothèse ultime du taux annuel d'amélioration de la mortalité. Les précisions au sujet de la méthodologie se trouvent dans l'"Actuarial Study Number 120" (<http://www.ssa.gov/OACT/NOTES/s2000s.html>).

4.1.1. Taux annuels historiques d'amélioration de la mortalité et valeurs de départ

Dans le cas des Etats-Unis, l'année de référence des projections de la mortalité est 2002. Pour cette année là et toutes les autres années antérieures, les taux sont d'abord calculés en utilisant les données sur les décès provenant du "National Center for Health Statistics" et le nombre de résident dans la population du "US Bureau of Census". Pour les années 1968

¹ Ce rapport est disponible à l'adresse suivante: <http://www.ssa.gov/OACT/TR/TR06/index.html>

et suivantes, le nombre de décès et de participants des programmes "Medicare" est utilisé pour déterminer les taux de mortalité des 65 ans et plus. Au lieu d'utiliser comme point de départ des projections de mortalité les taux de mortalité de la dernière année à l'égard de laquelle des données existent (l'année civile 2002), les niveaux de départ des taux de mortalité sont calculés de façon à refléter la tendance inhérente des 12 dernières années pour lesquelles des données existent, soit 1991 à 2002. Cette approche réduit l'impact des fluctuations parfois importantes des données annuelles sur le point de départ des projections de la mortalité.

Les taux annuels d'amélioration de la mortalité sont calculés de la même manière qu'au Canada. Ils sont dérivés en ajustant une ligne de régression des moindres carrés au logarithme des taux centraux de mortalité. Le taux central de mortalité pour une année civile correspond au ratio du nombre de décès au cours de cette année à la population correspondante au 1er juillet de la même année. Le taux annuel d'amélioration de la mortalité est ensuite dérivé à partir de la pente de la ligne de régression ajustée².

Les taux annuels moyens d'amélioration de la mortalité aux Etats-Unis pour diverses périodes historiques sont présentés par groupe d'âge pour les hommes au tableau 21, et pour les femmes au tableau 22. Les périodes sont choisies en fonction de taux annuels similaires d'amélioration tout au long de la période.

Tableau 21. *E.-U.: Taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité (hommes)*

Age	1900-2002	1900-1936	1936-1954	1954-1968	1968-1982	1982-2002
0-14	3,3%	2,9%	4,8%	1,7%	4,3%	2,9%
15-64	1,3%	1,0%	1,9%	-0,2%	2,3%	1,5%
65+	0,6%	0,2%	1,2%	-0,4%	1,5%	0,8%
Tous les âges	0,9%	0,7%	1,6%	-0,2%	1,8%	1,0%

Note: Les taux indiqués reflètent l'ajustement, selon l'âge et le sexe, de la distribution de la population des Etats-Unis en 2000.

Tableau 22. *E.-U.: Taux annuels moyens historiques d'amélioration de la mortalité (femmes)*

Age	1900-2002	1900-1936	1936-1954	1954-1968	1968-1982	1982-2002
0-14	3,3%	3,1%	5,1%	1,7%	4,2%	2,6%
15-64	1,6%	1,2%	3,5%	0,6%	2,2%	0,9%
65+	0,8%	0,3%	1,8%	0,7%	2,1%	0,1%
Tous les âges	1,2%	0,8%	2,4%	0,7%	2,2%	0,3%

Note: Les taux indiqués reflètent l'ajustement, selon l'âge et le sexe, de la distribution de la population des Etats-Unis en 2000.

Entre 1900 et 1936, le taux annuel moyen d'amélioration de la mortalité a été d'environ 0,7% pour les hommes et de 0,8% pour les femmes. Au cours de la période suivante (1936-1954), l'amélioration a été plus rapide (grâce aux antibiotiques et à d'autres progrès de la

² Le taux annuel moyen d'amélioration de la mortalité est égal au complément de l'exponentielle de la pente de la ligne de régression des moindres carrés tirée dans le logarithme des taux centraux de mortalité.

médecine), atteignant en moyenne 1,6% par année pour les hommes et 2,4% par année pour les femmes. Entre 1954 et 1968, l'amélioration a été beaucoup plus lente, s'établissant à 0,7% par année pour les femmes; elle a même reculé de 0,2% par année chez les hommes. Pour la période de 1968 à 1982, les taux annuels moyens d'amélioration de la mortalité ont bondi (grâce aux programmes "Medicare" et "Medicaid") pour s'établir à 1,8% pour les hommes et 2,2% pour les femmes. Entre 1982 et 2002, les taux d'amélioration de la mortalité ont diminué pour s'établir en moyenne à 1,0% par année pour les hommes et à 0,3% pour les femmes.

Pour la période de 1982 à 2002, le taux annuel moyen d'amélioration de la mortalité des femmes a été beaucoup plus faible que chez les hommes. Pour toutes les autres périodes susmentionnées, l'inverse est vrai, c'est à dire que le taux annuel moyen d'amélioration de la mortalité des hommes est inférieur à celui des femmes. Même en tenant compte de variations annuelles normales, il est évident que, à partir du début du siècle précédent, les femmes ont bénéficié d'améliorations généralement plus importantes de la mortalité jusqu'en 1980 environ. Or, il est également évident que l'amélioration de la mortalité des femmes a généralement été égale ou inférieure à celle des hommes à partir de 1980 environ.

Les tableaux qui précèdent montrent que les taux annuels moyens d'amélioration de la mortalité entre 1900 et 2002 sont plus élevés à des âges plus jeunes. Le taux annuel moyen dépasse 3% chez les 0 à 14 ans et diminue pour chaque groupe d'âge plus élevé successif, atteignant moins de 1% chez les 65 ans et plus. Pour ce même groupe d'âge, le taux d'amélioration observé entre 1900 et 2002 a été en moyenne de 0,6% pour les hommes et de 0,8% pour les femmes tandis que, entre 1982 et 2002, il a été de 0,8% pour les hommes et de seulement 0,1% pour les femmes. Par conséquent, même si le taux moyen d'amélioration de la mortalité des hommes au cours des 20 dernières années a été légèrement supérieur à celui de toute la période comprise entre 1900 et 2002, le taux moyen d'amélioration de la mortalité des femmes pour la plus récente période a été beaucoup plus faible que pour toute la période comprise entre 1900 et 2002.

L'amélioration de la mortalité dans le passé a beaucoup varié selon la cause de décès. Pour évaluer l'historique et les améliorations futures possibles de la mortalité, il est utile de comprendre les variations de la mortalité selon la cause de décès. Entre 1979 et 2002, la diminution annuelle moyenne des taux centraux de mortalité selon le groupe d'âge et le sexe pour six grands groupes de causes de décès sont analysés. A l'échelle de tous les âges et des deux sexes, les diminutions les plus importantes, à un peu plus de 2,1% par année, se retrouvent dans les catégories des maladies vasculaires et des maladies cardiaques. Les décès de nature violente ont diminué en moyenne d'environ 0,9% par année. Les décès attribuables au cancer ont baissé d'environ 0,1% par année. En revanche, les décès attribuables aux maladies respiratoires, au diabète et à d'autres causes ont augmenté dans des proportions variant entre 1,1 et un peu plus de 2,2% par année en moyenne.

4.1.2. Hypothèses des taux futurs d'amélioration de la mortalité

Les pourcentages annuels ultimes de réduction des taux centraux de mortalité selon le sexe, le groupe d'âge et sept causes de décès sont réputés s'appliquer à compter de 2030. Les diminutions annuelles selon l'âge, le sexe et la cause de décès entre la première année de la période de projection (2002) et 2005 sont réputées égales à la diminution annuelle

moyenne observée entre 1982 et 2002³. Après 2005, la baisse des taux centraux de mortalité est réputée changer rapidement et passer des niveaux initiaux, soit le taux moyen observé entre 1982 et 2002, à l'hypothèse ultime d'amélioration de la mortalité pour les années 2030 et suivantes.

Le pourcentage annuel ultime de réduction des taux centraux de mortalité selon l'âge et le sexe (toutes causes confondues) figurent au tableau 23. Ces pourcentages sont déterminés d'après les tendances historiques et de nombreux facteurs qui affectent la mortalité. Les taux prévus d'amélioration de la mortalité selon la cause de décès sont pris en compte dans le choix des hypothèses ultimes d'amélioration de la mortalité. Même si ces taux par cause de décès n'ont effectivement pas "de contrôle" sur le résultat en ce qui touche les hypothèses d'amélioration des taux selon toutes causes confondues, ils servent de points de départ important pour l'analyse des tendances historiques et pour l'évaluation de la vraisemblance des hypothèses futures.

Tableau 23. *E.-U.: Hypothèse des taux annuels moyens d'amélioration de la mortalité*

Age	Hommes		Femmes	
	2002-2030	2030-2080	2002-2030	2030-2080
Moins de 15 ans	1,89%	1,54%	1,85%	1,57%
15 à 49 ans	0,93%	0,86%	0,73%	0,73%
50 à 64 ans	1,12%	0,82%	0,87%	0,72%
65 à 84 ans	0,90%	0,72%	0,68%	0,68%
85 ans et plus	0,49%	0,62%	0,43%	0,61%

Parce que les taux de réduction de la mortalité ont beaucoup varié selon l'âge par le passé, le taux ultime de diminution des décès ont été choisis de façon à varier selon le groupe d'âge. Historiquement, les taux de réduction ont été très élevés aux âges les plus jeunes, tandis que les réductions aux âges les plus avancés (85 ans et plus) ont été très faibles. Pendant des années, les hypothèses traduisaient l'idée que ni l'un ni l'autre de ces extrêmes ne persiste indéfiniment à l'avenir. Les hypothèses ont reflété des améliorations plus lentes de la mortalité à des âges plus jeunes que ce qui a été observé au cours du dernier siècle, et des améliorations plus rapides aux âges les plus élevés (85 ans inclus) que ce qu'indiquent les données historiques.

L'extrapolation des tendances moyennes observées au cours du dernier siècle (ou de toute autre période) afin de projeter les taux futurs de mortalité suppose que ces taux présenteront une constance à l'avenir qu'ils n'avaient pas auparavant. A notre avis, il est crucial d'étudier non seulement les taux historiques variables d'amélioration de la mortalité pour différentes périodes, mais aussi les conditions qui y ont contribué. Ce n'est qu'après avoir considéré comment les conditions futures différeront du passé qu'il est possible de spéculer au sujet de l'amélioration future de la mortalité.

³ La méthode actuelle fait correspondre le niveau de départ de l'amélioration de la mortalité au taux moyen d'amélioration observé au cours des 20 dernières années. En outre, si le taux moyen d'amélioration pour une combinaison donnée de cause, d'âge et de sexe pour la période de 1982 à 2002 est négatif, l'hypothèse correspond à 75% de ce taux moyen.

Certains changements extrêmement importants ont contribué à l'amélioration généralement rapide de la mortalité au cours du dernier siècle, y compris:

- l'accès de l'ensemble de la population à des soins médicaux primaires (plus particulièrement grâce à la couverture des soins de santé pour les personnes âgées, handicapées et pauvres par le biais des programmes "Medicare" et "Medicaid");
- la découverte et la disponibilité à grande échelle d'antibiotiques et de vaccins;
- l'approvisionnement en eau potable et l'élimination des déchets;
- l'accélération rapide de la croissance du niveau de vie dans son ensemble.

Chacun de ces facteurs devrait contribuer de façon nettement moins substantielle aux taux annuels futurs d'amélioration de la mortalité. L'affaiblissement de l'effet de ces facteurs se manifeste depuis 1982.

Les améliorations futures de la mortalité dépendront notamment des facteurs suivants:

- le développement et l'application de nouveaux outils diagnostiques, chirurgicaux et de maintien de la vie;
- la présence de substances polluantes dans l'environnement;
- les changements du volume et du type d'activité physique;
- les améliorations au plan de la nutrition;
- l'incidence de la violence et du suicide;
- la circonscription et le traitement des causes de maladies;
- l'émergence de nouvelles formes de maladies;
- l'évolution des formes existantes de maladies;
- l'amélioration des soins prénataux;
- la prévalence de l'obésité;
- la prévalence du tabagisme;
- l'abus de médicaments (et de l'alcool);
- la mesure où les gens prennent leur santé en main;
- l'éducation du public en matière de santé;
- l'évolution de notre perception quant à la valeur de la vie.

Lorsqu'on examine la liste qui précède, l'évolution future de certains facteurs peut sembler douteuse si l'on tient compte de statistiques récentes. De récents communiqués du *National Center for Health Statistics* (NCHS) font état d'une importante poussée de la prévalence de l'obésité et du diabète, d'une détérioration de la qualité de l'air ambiant et d'une augmentation des effets secondaires négatifs des procédures chirurgicales envahissantes. Par ailleurs, il y a fort à parier que l'on pourra compter à l'avenir sur des progrès substantiels de la technologie et des traitements médicaux. La mesure où ces nouvelles technologies auront des effets purement positifs (comme une amélioration des conditions sanitaires) plutôt que des effets mitigés (comme dans le cas de la chimiothérapie) déterminera leur contribution potentielle à l'amélioration de la mortalité. En terminant, il faut toutefois considérer la capacité et la volonté de notre société de financer le développement de nouveaux traitements et de nouvelles technologies pour ensuite les mettre à la disposition de l'ensemble de la population. A notre avis, une comparaison de la base des améliorations de la mortalité passées avec la base des améliorations futures prévues montrent que les améliorations de la mortalité des moins de 65 ans se poursuivront probablement, mais plus lentement qu'au cours de la période exceptionnelle du siècle dernier. Il semble cependant plus raisonnable de s'attendre à ce que le taux d'amélioration de la mortalité des 65 ans et plus au cours des 75 prochaines années soit plus proche de celui observé au cours du siècle dernier.

L'éducation et le revenu sont des facteurs bien corrélés avec les variations de mortalité au sein de la population. Une scolarisation plus poussée et un revenu plus élevé sont associés à une mortalité plus faible. La question de savoir si, en ce qui touche l'accès aux meilleures possibilités de scolarisation et d'emploi, cette corrélation est largement attribuable aux avantages qu'offre un revenu plus élevé et une scolarisation plus poussée, ou à la "sélection" de personnes mieux nanties (et donc en meilleure santé) n'est pas entièrement claire. Si le premier facteur est important, le relèvement de la scolarité et du revenu dans l'ensemble de la population procurerait peut-être d'autres avantages, mais nettement moins que par le passé.

Enfin, il faut savoir que les améliorations de la mortalité et la prolongation de la longévité au cours du siècle dernier ont été relativement non contraintes par les limites de la sénescence et par la détérioration graduelle des systèmes biologiques. Même si nous ne souscrivons pas à l'idée que la longévité humaine est assujettie à une limite fixe, il est vrai que la durée moyenne de la vie humaine a progressé davantage que la durée de vie maximum observée. Cela signifie que, malgré la poursuite des progrès technologiques, les limites inhérentes quant à la capacité de l'organisme et de l'esprit humain de fonctionner avec succès au-delà de 110 ans freineront progressivement les améliorations de la mortalité. La durée de vie maximum observée devrait continuer de progresser, mais à un rythme très modeste.

4.1.3. Résultats des projections

La présente section indique les taux centraux de mortalité projetés selon l'âge et le sexe, de même que les espérances de vie résultantes et d'autres mesures de la mortalité.

Les taux centraux de mortalité présentés au tableau 24 font état d'une baisse continue pendant la période de projection. Par exemple, le taux central de mortalité des hommes de 65 à 69 ans devrait diminuer, passant de 22,0 décès par 1 000 personnes en 2006 à 12,7 décès par 1 000 personnes en 2075. Pour la période comprise entre 2006 et 2075, l'âge 0 est celui auquel les taux de décès centraux devraient chuter le plus, soit de 71%. Chez les 65 à 69 ans et les 70 à 74 ans, le recul prévu au cours de cette période est de 42% pour les hommes et de 37% pour les femmes. Les groupes d'âge les plus avancés sont ceux dont les taux centraux de mortalité devraient diminuer le moins (de 33% environ).

Tableau 24. *E.-U.: Taux centraux de mortalité selon le groupe d'âge, le sexe et l'année civile (par millier)*

(par millier)								
Sexe et groupe d'âge	Hommes				Femmes			
	2006	2025	2050	2075	2006	2025	2050	2075
0	6,7	4,6	3,0	1,9	5,6	3,8	2,5	1,6
1-4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
5-9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
10-14	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
15-19	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2
20-24	1,3	1,1	0,9	0,7	0,4	0,4	0,3	0,3
25-29	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
30-34	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4
35-39	1,9	1,6	1,3	1,0	1,2	1,0	0,9	0,7
40-44	2,9	2,5	2,0	1,6	1,8	1,6	1,3	1,1
45-49	4,3	3,6	2,9	2,3	2,5	2,1	1,7	1,5
50-54	5,9	4,8	3,8	3,1	3,5	3,0	2,5	2,1
55-59	8,8	7,1	5,7	4,7	5,7	4,8	3,9	3,3
60-64	13,8	11,2	9,0	7,4	9,1	7,8	6,4	5,4
65-69	22,0	18,3	15,1	12,7	14,8	13,0	10,9	9,3
70-74	35,0	29,3	24,2	20,4	23,7	20,9	17,4	14,9
75-79	55,0	46,1	37,8	31,9	38,1	33,4	27,6	23,5
80-84	90,6	77,0	62,8	52,6	64,9	56,6	46,1	38,8
85-89	153,6	137,4	116,4	100,2	113,7	103,1	87,7	75,9
90-94	251,5	229,5	193,9	166,7	197,3	180,9	152,9	131,7

L'espérance de vie est le nombre moyen d'années prévu avant le décès. L'espérance de vie aux Etats-Unis est présentée de deux façons: le tableau 25 fait état de l'espérance de vie résiduelle et le tableau 26, de l'espérance de vie par cohorte. L'espérance de vie résiduelle est calculée pour une année donnée à partir des taux prévus de décès à chaque âge pour cette année. Par conséquent, elle ne représente pas l'espérance de vie d'une cohorte particulière d'individus. Elle constitue plutôt une statistique utile afin de résumer les taux de décès pour tous les âges d'une année donnée. En revanche, l'espérance de vie par cohorte reflète bel et bien l'espérance de vie d'une cohorte réelle. Elle est calculée à partir des taux de décès pour la série d'années au cours desquelles la cohorte atteindra effectivement chaque âge successif.

Le tableau 25 montre que l'espérance de vie résiduelle à l'âge 0 aux Etats-Unis devrait continuer d'augmenter, mais beaucoup plus lentement que depuis 1940. Chez les hommes, elle était de 61,4 ans en 1940 et devrait atteindre 75,0 ans en 2006 puis 81,4 ans en 2075. Chez les femmes, elle devrait passer de 65,7 ans en 1940 à 79,7 ans en 2006, puis à 84,8 ans en 2075.

L'espérance de vie résiduelle à 60 ans aux Etats-Unis devrait également continuer de progresser, mais un peu plus lentement que depuis 1940. L'espérance de vie à 60 ans des hommes était de 14,8 ans en 1940; elle devrait atteindre 20,1 ans en 2006 puis 24,4 ans en

2075. Chez les femmes, elle devrait passer de 16,8 ans en 1940 à 23,1 ans en 2006, puis à 26,9 ans en 2075.

Les hypothèses d'amélioration de la mortalité ont davantage d'impact sur la progression de l'espérance de vie à des âges plus jeunes qu'à des âges plus avancés puisque les facteurs d'amélioration diminuent avec l'âge. Par exemple, entre 2006 et 2075, l'hypothèse d'amélioration de la mortalité ajoute plus de 5 ans à l'espérance de vie des hommes et des femmes à l'âge 0. Toutefois, à 60 ans, cette hausse recule à près de 4 ans pour les deux sexes et, à 85 ans, elle est inférieure à 2 ans.

Tableau 25. *E.-U.: Espérances de vie résiduelles*

Age	Hommes				Femmes			
	2006	2025	2050	2075	2006	2025	2050	2075
0	75,0	77,1	79,4	81,4	79,7	81,2	83,1	84,8
10	65,6	67,5	69,7	71,6	70,2	71,6	73,4	75,0
20	55,9	57,8	59,9	61,8	60,4	61,7	63,5	65,1
30	46,5	48,3	50,4	52,2	50,6	51,9	53,7	55,3
40	37,2	38,9	40,9	42,6	41,1	42,3	44,1	45,6
50	28,4	30,0	31,8	33,3	31,8	33,0	34,6	36,1
60	20,1	21,5	23,0	24,4	23,1	24,1	25,6	26,9
70	13,0	14,0	15,3	16,4	15,3	16,1	17,4	18,5
85	5,2	5,6	6,2	6,9	6,3	6,7	7,4	8,1

Le tableau 26 montre l'espérance de vie par cohorte à certains âges, selon le sexe et l'année de naissance. Si l'espérance de vie est calculée selon la cohorte, compte tenu des taux annuels de décès selon l'âge des personnes nées au cours de certaines années civiles, l'espérance de vie à la naissance en 2006 devrait être de 80,7 ans chez les hommes et de 84,6 ans chez les femmes. Dans le cas des personnes nées en 2075, l'espérance de vie devrait atteindre 85,6 ans pour les hommes et 88,6 ans pour les femmes.

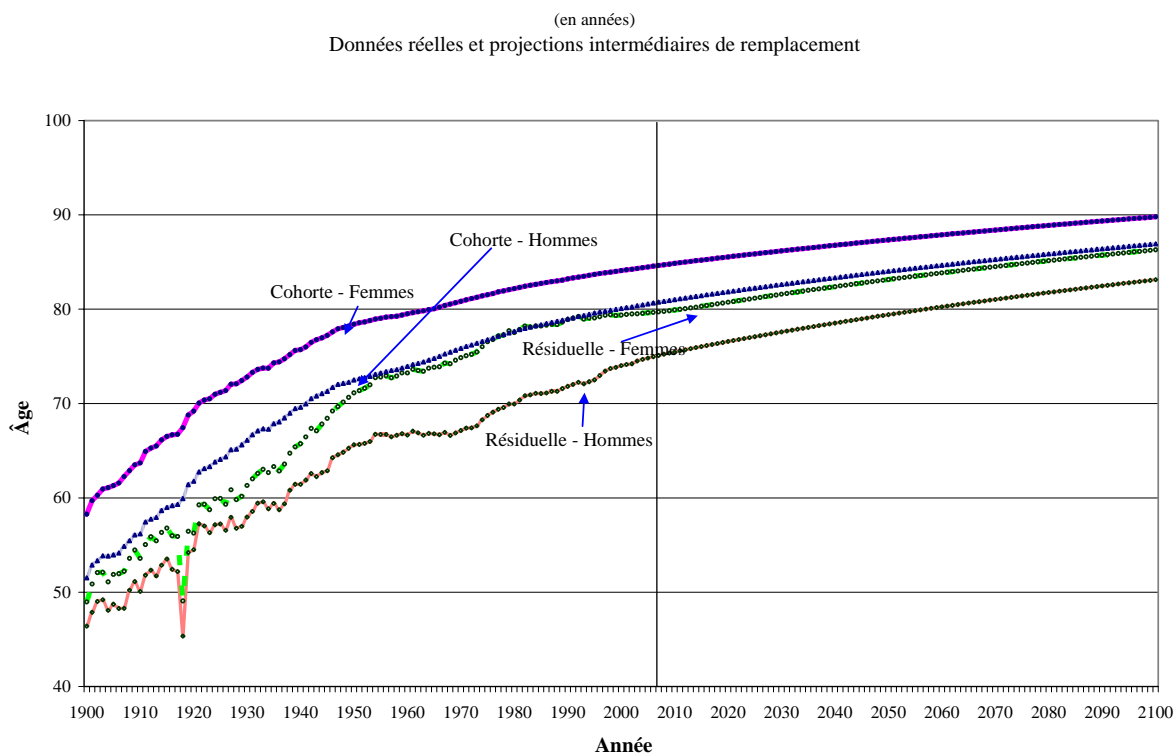
Tableau 26. *E.-U.: Espérances de vie par cohorte pour certaines années de naissance*

Age	Hommes				Femmes			
	2006	2025	2050	2075	2006	2025	2050	2075
0	80,7	82,2	84,0	85,6	84,6	85,9	87,4	88,6
10	71,3	72,7	74,4	75,8	75,1	76,3	77,6	78,8
20	61,6	63,0	64,6	66,0	65,3	66,4	67,7	68,9
30	52,2	53,5	55,0	56,3	55,5	56,6	57,9	59,1
40	42,7	43,9	45,4	46,6	45,9	46,9	48,2	49,3
50	33,6	34,7	36,0	37,2	36,5	37,5	38,7	39,7
60	24,9	25,8	27,0	28,0	27,4	28,3	29,4	30,4
70	17,0	17,8	18,7	19,6	19,1	19,9	20,8	21,7
85	7,5	7,9	8,6	9,1	8,8	9,3	9,9	10,5

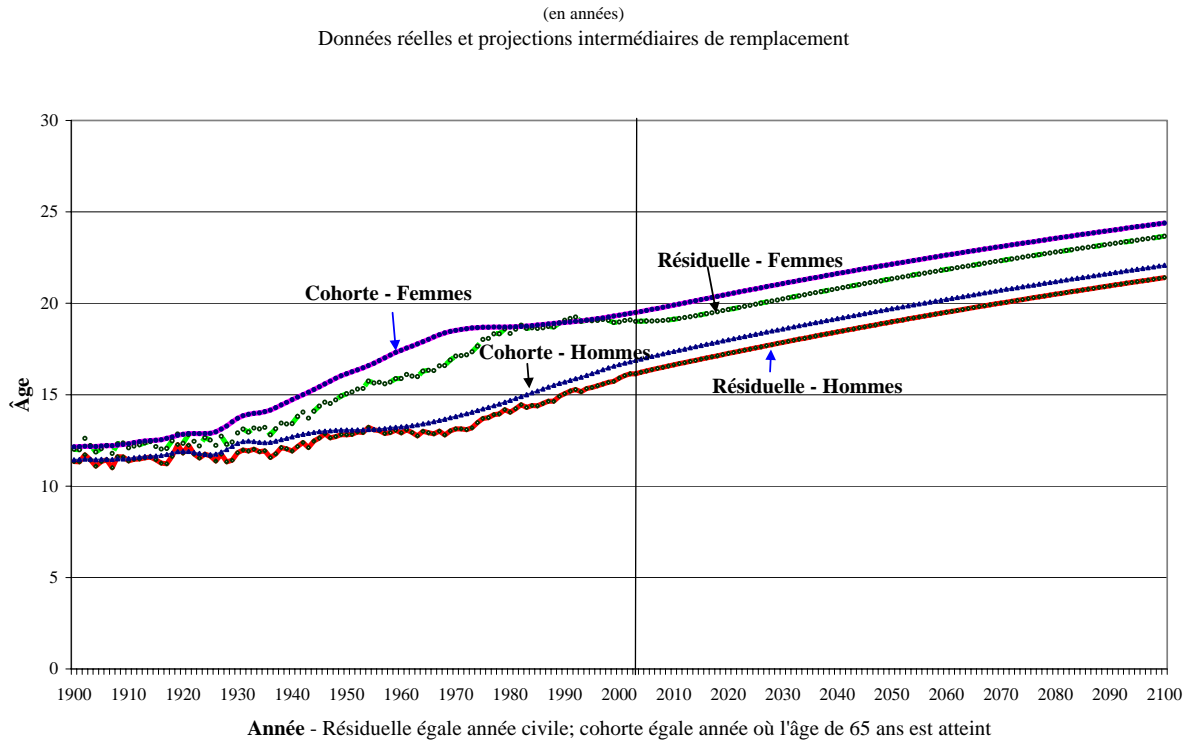
Les graphiques 9 et 10 comparent l'espérance de vie résiduelle et l'espérance de vie par cohorte. Le graphique 9 fait état des espérances de vie historiques et projetées à l'âge 0 chez les hommes et les femmes. En outre, le graphique 10 montre les mêmes données à 65 ans. Pour les données par cohorte du graphique 10, l'année indiquée sur l'axe horizontal correspond à l'année au cours de laquelle l'âge de 65 ans est atteint.

L'espérance de vie par cohorte à un âge donné pour une année donnée repose sur les taux de décès à cet âge au cours de cette année et pour chaque âge plus élevé au cours de chaque année successive. L'espérance de vie par cohorte tend à fluctuer moins d'une année à l'autre que l'espérance de vie résiduelle en raison d'événements soudains et temporaires, comme une épidémie de grippe, qui peut toucher l'ensemble de la population pendant une courte période d'un an ou deux mais affectent les données sur la mortalité pendant un ou deux ans pour chacune des cohortes vivant au cours de la période considérée. Par conséquent, les espérances de vie par cohorte sont plus utiles pour analyser les tendances générationnelles subtiles et graduelles de la mortalité.

Graphique 9. E.-U.: Espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes



Graphique 10. E.-U.: Espérance de vie des hommes et des femmes à 65 ans

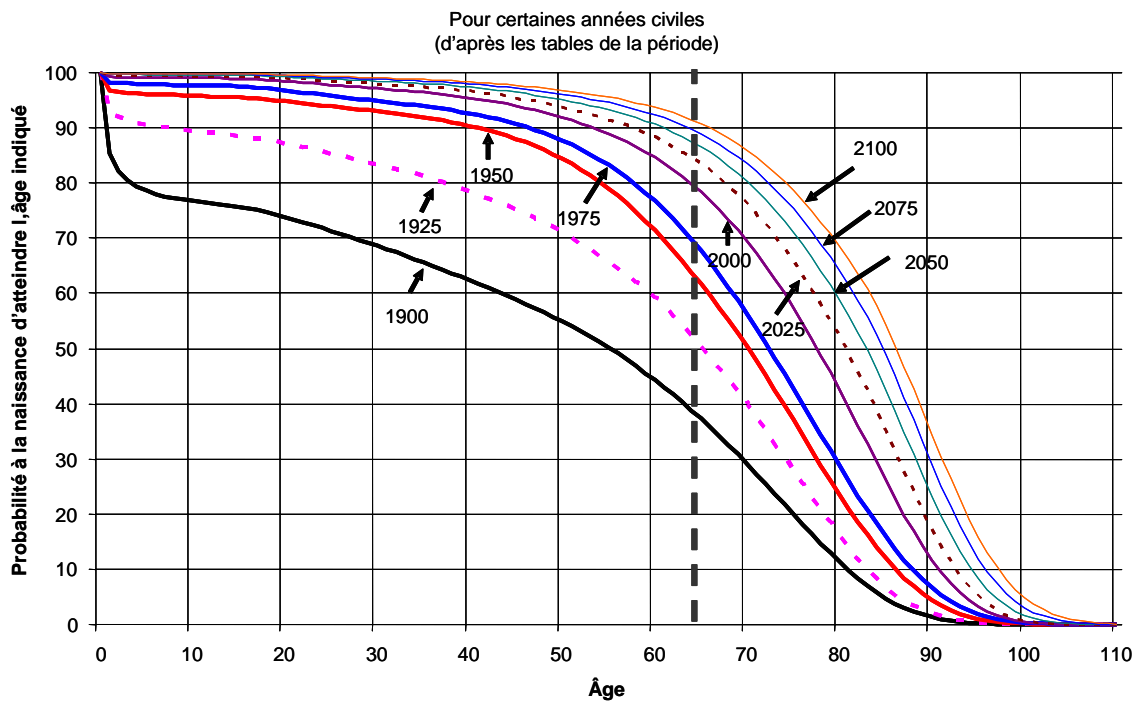


Les graphiques 11 et 12 indiquent les courbes de survie d'après les tables de survie pour certaines années civiles. De grands progrès ont été faits au cours du XXI^e siècle pour éliminer les dangers pour la survie à de très jeunes âges au début des années 1900. Les taux de survie à ces jeunes âges ne pourront guère augmenter encore. Les taux de survie aux âges plus avancés devraient continuer d'augmenter de façon soutenue.

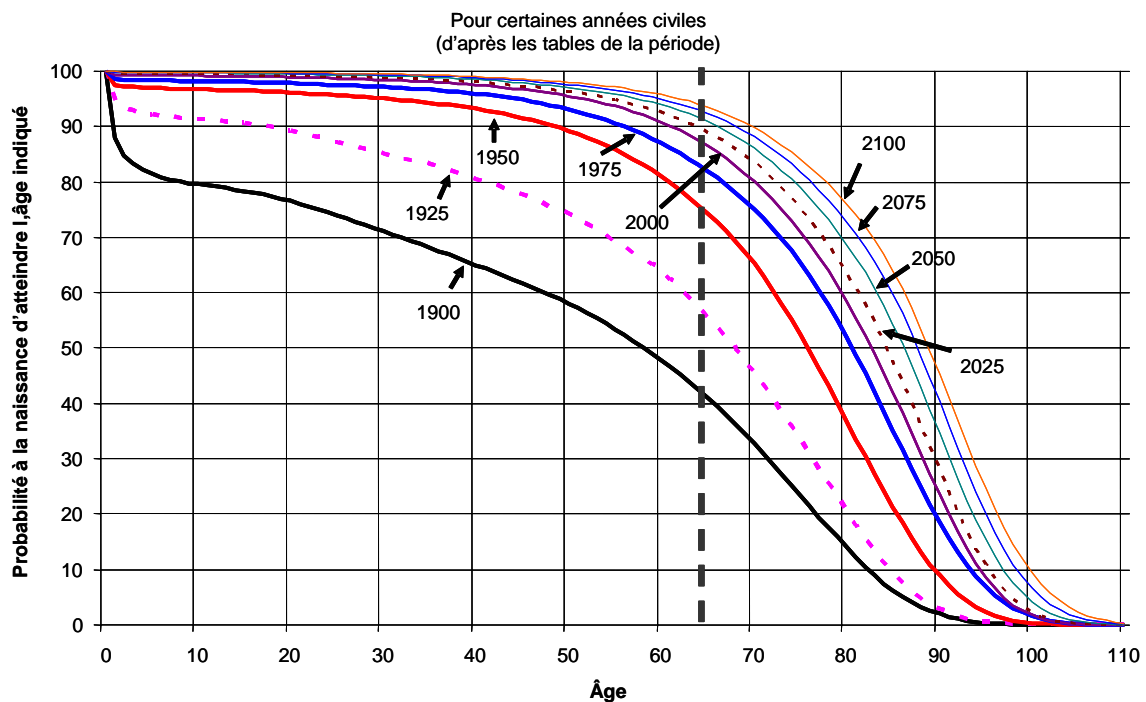
Même si la forme de la courbe de survie est devenue un peu plus rectangulaire (moins diagonale) au fil du temps, il semble que cette rectangularisation ne s'accroîtra pas beaucoup parce que les taux de survie sont déjà tellement élevés chez les jeunes et devraient continuer d'augmenter à des âges plus élevés. Même s'il compte beaucoup d'adeptes, le concept de la "rectangularisation" ne peut tout simplement pas être justifié par la réalité mathématique de la mortalité. L'âge auquel la courbe de survie s'approche de zéro avec l'accumulation des probabilités de survie par année d'âge a considérablement progressé au cours du XX^e siècle et continuera d'augmenter au fil des progrès face aux maladies dégénératives. Le fait que les taux de mortalité continuent de baisser, à chaque âge pour lequel des données adéquates existent, montre qu'aucune limite absolue d'espérance de vie de l'espèce humaine n'a encore été atteinte, et qu'une telle limite n'existe probablement pas.

Comme le montrent les graphiques par l'intersection des lignes verticales à 65 ans avec les courbes de survie, la probabilité d'atteindre l'âge de 65 ans a progressé de façon substantielle depuis un siècle. En 1900, les hommes avaient 37% de chances d'atteindre l'âge de 65 ans. En 2000, cette probabilité atteignait 78%, et elle devrait s'établir à 91% en 2100. Chez les femmes, d'après les données de mortalité de 1900, les chances d'atteindre l'âge de 65 ans s'établissaient à 41%. Ce chiffre a grimpé à 87% en 2000 et devrait atteindre 94% en 2100. De façon générale, la probabilité d'atteindre des âges plus avancés s'est accrue depuis un siècle, et cette tendance devrait se poursuivre à un rythme plus lent.

Graphique 11. E.-U.: Courbes de survie – Hommes



Graphique 12. E.-U.: Courbes de survie – Femmes

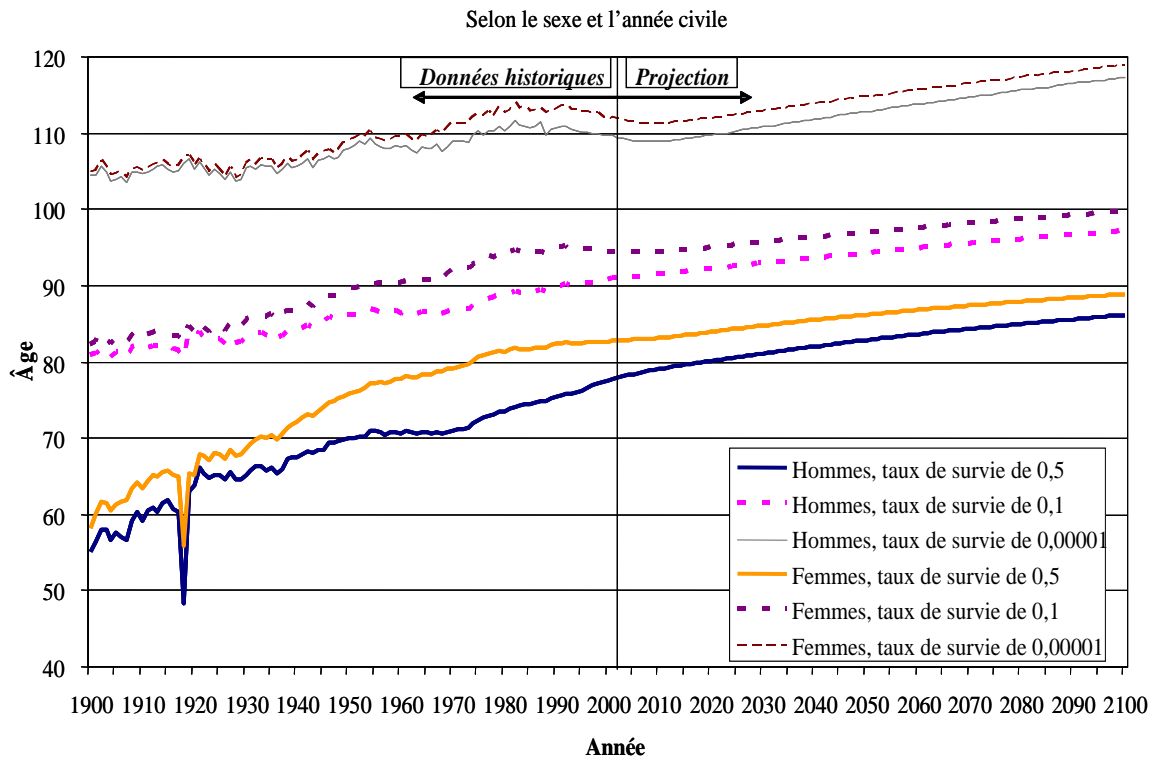


Le graphique 13 montre l'âge, par période, pour trois taux de survie choisis, selon le sexe et l'année civile. L'âge moyen au décès correspond à l'âge auquel le taux de survie est de 0,5. L'âge moyen a augmenté de 22,7 ans, passant de 55,2 ans chez les hommes en 1900 à 77,9 ans en 2002. Chez les femmes, la hausse a été de 24,7 ans, l'âge moyen passant de 58,2 ans en 1900 à 82,9 ans en 2002. La progression de l'âge moyen au décès entre 2002 et 2100 devrait être de 8,3 ans chez les hommes et de 6,0 ans chez les femmes.

Pour un taux de survie égal à 0,1, l'âge correspondant chez les hommes a augmenté de 10,1 ans, passant de 80,9 ans en 1900 à 91,0 ans en 2002 tandis que, chez les femmes, il a augmenté d'environ 12,2 ans, passant de 82,3 ans à 94,5 ans. Entre 2002 et 2100, l'âge devrait augmenter de 6,2 ans chez les hommes et de 5,2 ans chez les femmes.

Les données historiques servent à calculer les taux de mortalité jusqu'à l'âge de 95 ans environ. Après cet âge, la probabilité de décéder est réputée augmenter graduellement à chaque âge successif. D'après cette approche, l'âge correspondant à un taux de survie égal à 0,00001 peut être déterminé. Chez les hommes, cet âge a augmenté, passant de 104,4 ans en 1900 à 109,4 ans en 2002. Chez les femmes, il est passé de 104,9 à 111,9 ans. Ces résultats contredisent l'idée fort répandue selon laquelle l'âge atteint par les membres les plus âgés de la population n'a guère augmenté, voire pas du tout, au XXe siècle. L'âge avancé extrême, auquel le taux de survie est de 0,00001, a très peu progressé entre 1900 et 1930. Il a toutefois augmenté rapidement entre 1930 et 1954, puis entre 1963 et 1982. Depuis 1982, il a diminué tant chez les hommes que chez les femmes. Pour la période comprise entre 2002 et 2100, cet âge avancé extrême devrait augmenter de 7,9 ans chez les hommes et de 7,0 ans chez les femmes.

Graphique 13. E.-U.: Age correspondant à certains taux de survie



4.2. Modélisation stochastique

Il importe de donner aux décideurs une idée de l'ampleur des variations des projections financières qui pourraient survenir si les hypothèses intermédiaires ne se concrétisent pas. Il est d'usage de fournir des estimations supplémentaires à l'aide d'hypothèses déterminées à coût bas et à coût élevé afin de refléter l'incertitude. Les hypothèses retenues aux fins des estimations à coût bas produisent un effet financier favorable beaucoup plus prononcé. Autrement dit, les taux de mortalité sont généralement plus élevés que ceux indiqués par les hypothèses intermédiaires. De même, les hypothèses retenues aux fins des estimations à

coût élevé produisent un effet financier défavorable beaucoup plus prononcé. Selon les hypothèses à coût élevé, les taux de mortalité sont généralement plus bas que ceux indiqués par les hypothèses intermédiaires. Ces hypothèses supplémentaires procurent une fourchette de résultats probables des projections. Elles ne donnent toutefois aucune indication de la probabilité que les résultats futurs réels se situeront à l'intérieur ou à l'extérieur de cette fourchette. Nous nous appuyons donc sur les résultats des modèles stochastiques pour estimer la distribution probable de la mortalité future. Il faut noter que ce modèle est sujet à d'autres modifications. Les améliorations et les modifications à venir risquent davantage d'étendre plutôt que de réduire la fourchette d'incertitudes indiquée.

Les descriptions du processus stochastique qui suivent reposent sur le rapport annuel de 2004 du *Board of Trustees*. On trouvera des précisions à l'égard de ce processus dans l'*Actuarial Study Number 117* (<http://www.ssa.gov/OACT/NOTES/s2000s.html>).

4.2.1. Particularités du processus stochastique

Les taux centraux de mortalité ont été calculés pour 42 groupes d'âge et de sexe (moins de 1 an, 1 à 4 ans, 5 à 9 ans, 10 à 14 ans, ..., 85 à 89 ans, 90 à 94 ans et 95 ans et plus, pour les hommes et les femmes) pour chaque année comprise entre 1900 et 2000. Des taux annuels de déclin ont été calculés à partir de ces données. À l'aide d'une analyse de séries chronologiques des données pour toute la période considérée, une équation a été retenue afin de projeter les taux annuels de déclin du taux central de mortalité pour chaque groupe d'âge et de sexe. L'équation retenue utilise la variation des taux annuels de déclin au cours de la période historique pour estimer les variations futures. La forme générale de cette équation est la suivante:

$$MR_{k,t} = MR_{k,t}^{TR} + \varphi_k mr_{k,t-1} + \varepsilon_{k,t},$$

où:

- $MR_{k,t}$ représente le taux annuel de déclin du taux central de mortalité du groupe k au cours de l'année t ;
- $MR_{k,t}^{TR}$ représente le taux annuel projeté de décès d'après le taux central de mortalité du groupe k pour l'année t d'après les hypothèses intermédiaires;
- $mr_{k,t}$ représente la déviation du taux annuel de décès par rapport à celui des hypothèses intermédiaires pour le groupe k au cours de l'année $t-1$ (l'année précédente); et
- $\varepsilon_{k,t}$ représente l'erreur aléatoire du groupe k pour l'année t .

Afin d'uniformiser la projection des 42 taux annuels de déclin, la décomposition de Cholesky a été utilisée à partir des reliquats des 42 équations ajustées. La matrice de Cholesky de 42 sur 42 comprenant des groupes d'âge par ordre ascendant et une alternance entre les hommes et les femmes a été utilisée.

4.2.2. Résultats du processus stochastique

Les tableaux 27 et 28 comparent les espérances de vie résiduelles à la naissance d'après le Rapport annuel de 2004 à celles obtenues par modélisation stochastique. On y compare les espérances de vie en 2078, la progression entre 2004 et 2078 des espérances de vie résultantes (augmentation de 75 ans) et la progression entre 2029 et 2078 des espérances de vie résultantes (augmentation de 50 ans). La limite supérieure de l'intervalle de confiance

de 90% en 2078 est presque égale à celle des hypothèses à coût élevé (85,8 contre 85,9 ans pour les hommes et 89,5 contre 89,2 ans pour les femmes). En outre, la limite inférieure n'est que légèrement plus basse que celle des hypothèses à coût bas (77,5 contre 78,0 ans pour les hommes et 81,6 contre 82,1 ans pour les femmes).

Tableau 27. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à la naissance des hommes (en années)

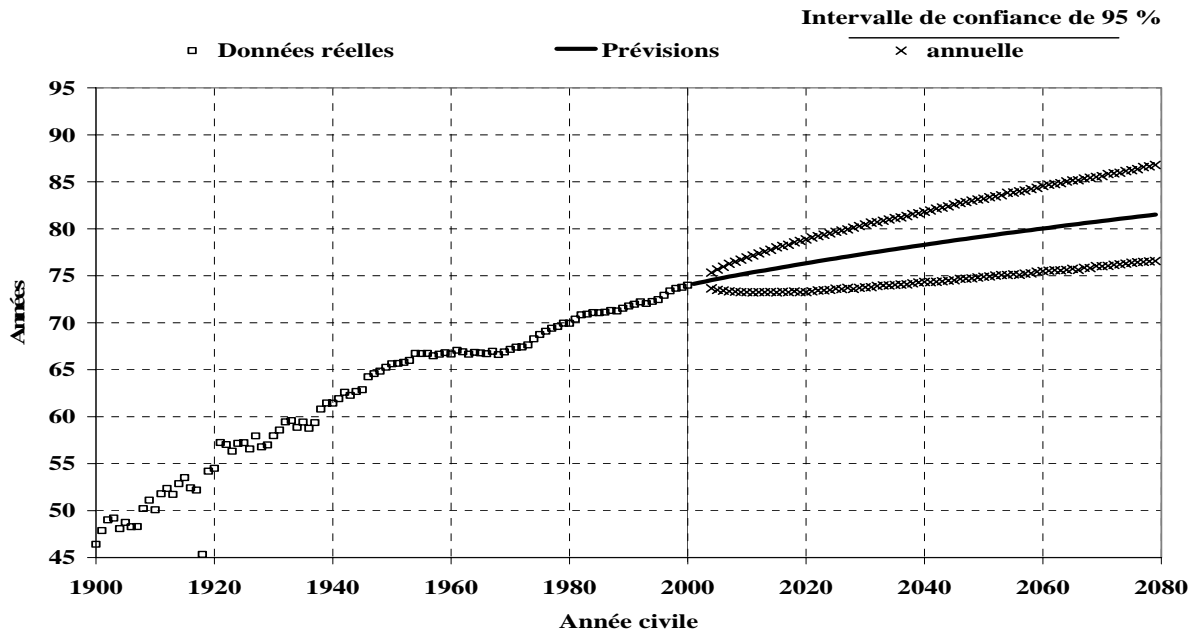
	Hypothèses intermédiaires – rapport des fiduciaires	Processus stochastique : moyenne	Hypothèses à coût bas – rapport des fiduciaires	Hypothèses à coût élevé – rapport des fiduciaires	Intervalles de confiance selon le processus stochastique					
					95 %		90 %		80 %	
Valeur en 2078	81,4	81,8	78,0	85,9	76,5	86,6	77,5	85,8	78,6	84,9
Augmentation de 75 ans	6,9	7,4	3,6	11,3	2,9	11,3	3,7	10,6	4,7	9,8
Augmentation ultime de 50 ans	4,1	4,4	2,2	6,8	2,8	6,4	3,1	6,0	3,4	5,5

Tableau 28. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à la naissance des femmes (en années)

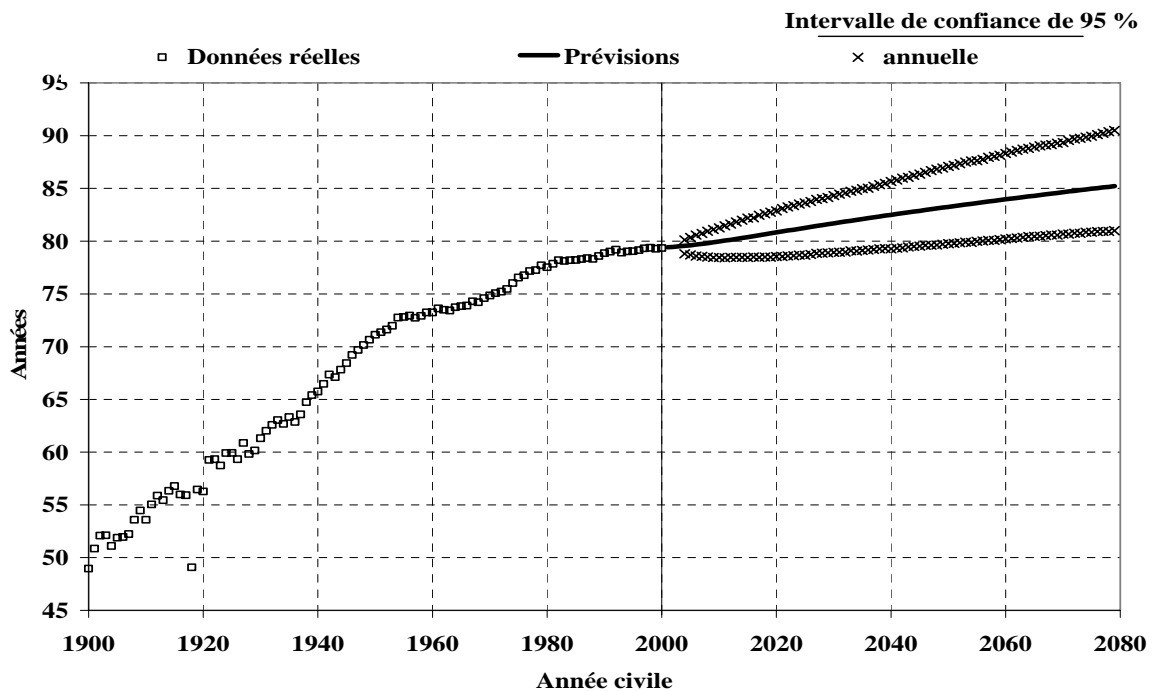
	Hypothèses intermédiaires – rapport des fiduciaires	Processus stochastique : moyenne	Hypothèses à coût bas – rapport des fiduciaires	Hypothèses à coût élevé – rapport des fiduciaires	Intervalles de confiance selon le processus stochastique					
					95 %		90 %		80 %	
Valeur en 2078	85,2	85,4	82,1	89,2	80,9	90,4	81,6	89,5	82,4	88,6
Augmentation de 75 ans	5,6	5,9	2,6	9,6	2,1	10,2	2,7	9,5	3,4	8,7
Augmentation ultime de 50 ans	3,6	3,8	1,8	5,9	2,0	6,2	2,3	5,8	2,6	5,3

Les graphiques 14 et 15 indiquent les espérances de vie résiduelles à la naissance des hommes et des femmes tout au long de la période historique et de la période de projection.

Graphique 14. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à la naissance des hommes, années civiles 1900 à 2078



Graphique 15. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à la naissance des femmes, années civiles 1900 à 2078



Les tableaux 29 et 30 comparent les espérances de vie résiduelles résultantes à 65 ans selon le rapport annuel de 2004 à celles du modèle stochastique. Les valeurs indiquées dans ces tableaux sont semblables à celles ayant trait à l'espérance de vie à la naissance. La limite supérieure de l'intervalle de confiance de 80% en 2078 est proche de celle des hypothèses à coût élevé (23,2 contre 23,6 ans pour les hommes, et 26,3 contre 26,1 ans pour les femmes), tandis que la limite inférieure est légèrement plus élevée que d'après les

hypothèses à coût bas (18,4 contre 17,7 ans pour les hommes, et 20,7 contre 20,3 ans pour les femmes).

Tableau 29. E.-U.: Espérances de vie résiduelles des hommes à 65 ans

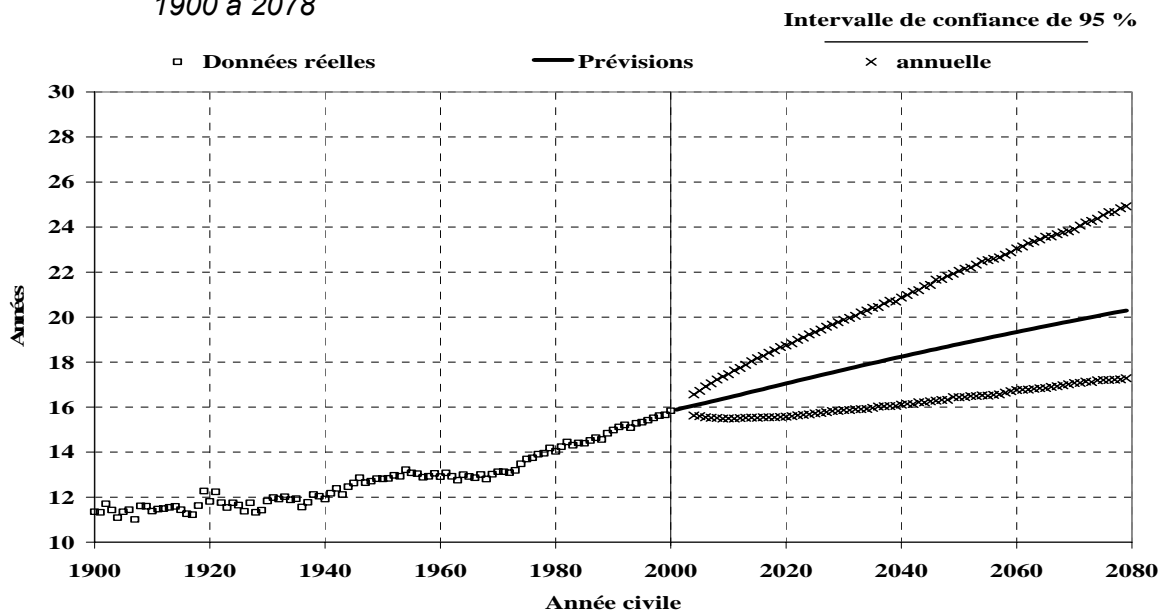
	Hypothèses intermédiaires – rapport des fiduciaires	Processus stochastique : moyenne	Hypothèses à coût bas – rapport des fiduciaires	Hypothèses à coût élevé – rapport des fiduciaires	Intervalles de confiance selon le processus stochastique					
					95 %		90 %		80 %	
Valeur en 2078	20,3	20,6	17,7	23,6	17,2	24,8	17,7	24,0	18,4	23,2
Augmentation de 75 ans	4,2	4,5	1,7	7,5	1,6	8,3	2,0	7,6	2,6	6,8
Augmentation ultime de 50 ans	2,7	2,9	1,1	4,8	1,4	5,1	1,6	4,6	1,9	4,2

Tableau 30. E.-U.: Espérances de vie résiduelles des femmes à 65 ans

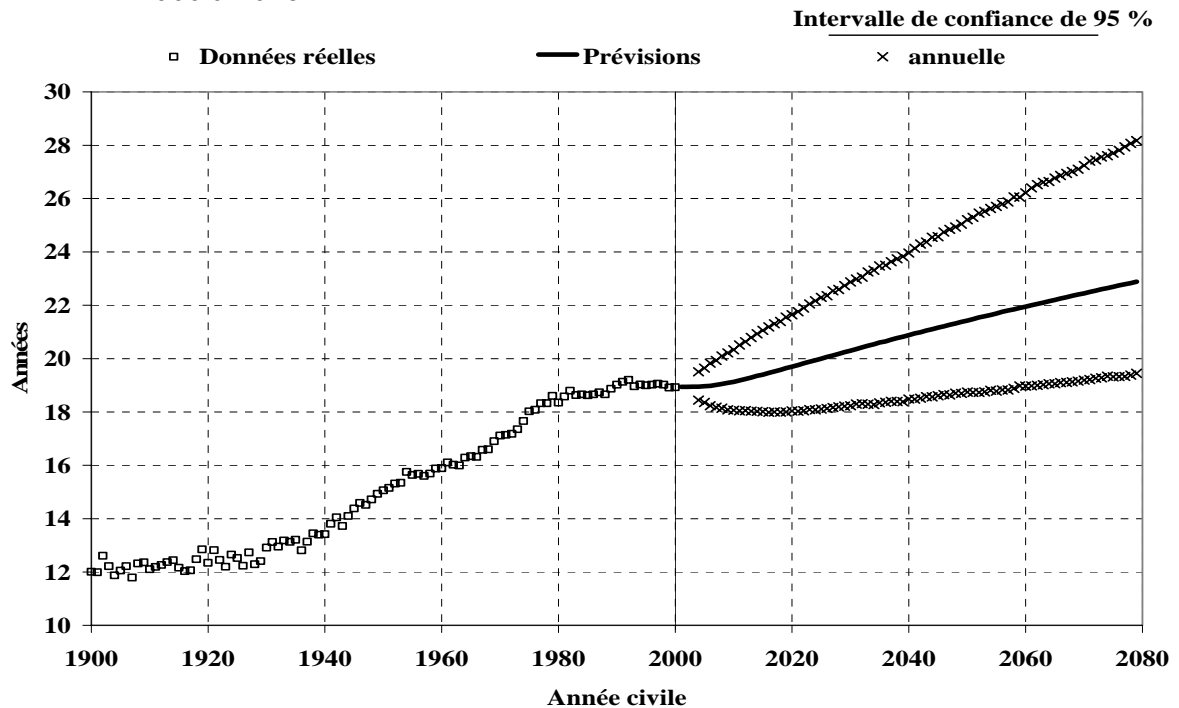
	Hypothèses intermédiaires – rapport des fiduciaires	Processus stochastique : moyenne	Hypothèses à coût bas – rapport des fiduciaires	Hypothèses à coût élevé – rapport des fiduciaires	Intervalles de confiance selon le processus stochastique					
					95 %		90 %		80 %	
Valeur en 2078	22,8	23,3	20,3	26,1	19,4	28,1	19,9	27,3	20,7	26,3
Augmentation de 75 ans	3,9	4,3	1,4	7,1	0,9	8,6	1,4	7,9	2,1	7,0
Augmentation ultime de 50 ans	2,6	2,9	1,1	4,6	1,2	5,3	1,4	5,0	1,8	4,4

Les graphiques 16 et 17 indiquent les espérances de vie résiduelles à la naissance des hommes et des femmes tout au long de la période historique et de la période de projection.

Graphique 16. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à 65 ans des hommes, années civiles 1900 à 2078



Graphique 17. E.-U.: Espérances de vie résiduelles à 65 ans des femmes, années civiles 1900 à 2078



5. Conclusion

La mortalité au Canada et aux États-Unis a sensiblement diminué au cours du XXe siècle à tous les âges, tant chez les hommes que les femmes. En fait, au cours du dernier siècle, l'espérance de vie à la naissance a progressé de quelque 27,9 ans au Canada et de 27,4 ans aux États-Unis. Tant au Canada qu'aux États-Unis, l'espérance de vie des femmes a été supérieure à celle des hommes. Toutefois, l'écart entre les deux sexes a varié au fil du temps. Au Canada, il a atteint un sommet d'un peu plus de 7 ans au milieu des années soixante-dix. Depuis, il s'est rétréci pour s'établir à 5,1 ans en 2001 parce que l'amélioration de la mortalité des hommes a été supérieure à celle des femmes. Aux États-Unis, l'écart des espérances de vie entre les femmes et les hommes à la naissance a atteint un sommet de 7,7 ans en 1970. Il s'est résorbé depuis et s'établissait à 5,3 ans en 2002.

Dans le 21e Rapport actuariel sur le RPC, les facteurs ultimes d'amélioration de la mortalité pour les années 2026 et suivantes varient selon l'âge et le sexe et sont tirés d'une analyse des données observées au Canada et aux États-Unis au cours du dernier siècle. Les taux ultimes d'amélioration annuelle de la mortalité reposent sur l'hypothèse que les causes de décès et les soins médicaux généraux ne devraient pas différer beaucoup à l'avenir entre nos deux pays et que l'écart des taux de mortalité entre les États-Unis et le Canada devrait se résorber au cours de la période de projection. Il est prévu que l'écart des espérances de vie entre les femmes et les hommes continueront de diminuer avec le temps, mais qu'il ne disparaîtra pas entièrement.

Tant au Canada qu'aux États Unis, il est supposé que la mortalité continuera de diminuer au cours de la période de projection de 75 ans. Au Canada, la progression des espérances de vie devrait être plus lente que celle observée au XXe siècle. Aux États-Unis, les améliorations futures de la mortalité des moins de 65 ans devraient se poursuivre, mais plus

lentement qu'au XXe siècle. Cependant, chez les 65 ans et plus, l'amélioration future de la mortalité devrait avoisiner celle observée au cours du dernier siècle.

Enfin, tant au Canada qu'aux Etats-Unis, des méthodes ont été développées faisant appel à des modèles stochastiques de séries chronologiques afin d'illustrer l'évolution et la volatilité des taux de mortalité. Une projection stochastique a pour principal avantage de chiffrer de façon raisonnable la fourchette d'incertitudes entourant la projection centrale (basée sur la meilleure estimation). Plus particulièrement, les résultats de la modélisation stochastique des Etats-Unis montrent que les hypothèses à coût bas et à coût élevé saisissent une fourchette de variabilité raisonnable.