



Office of the Superintendent of
Financial Institutions Canada

Bureau du surintendant des
institutions financières Canada

Office of the Chief Actuary

Bureau de l'actuaire en chef

Suivi en matière d'assurance sociale méthodologies et répercussions



Exposé présenté dans le cadre du symposium

Living to 100 International Research, Orlando, États-Unis

Le 8 janvier 2008



OSFI
BSIF

Canada

Plan de l'exposé

- Modélisation stochastique appliquée au 23^e rapport sur le RPC
- Méthodes utilisées pour déterminer les améliorations de la mortalité
 - méthode stochastique
 - méthode 30/30
- Résultats (espérance de vie)
- Comparaison de l'espérance de vie avec les États-Unis et le Royaume-Uni.
- Analyse de sensibilité des améliorations de la mortalité



Modélisation stochastique appliquée au 23^e rapport sur le RPC

- Recommandation du groupe d'examen.
- Il est irréaliste pour le moment de rendre le modèle totalement stochastique
- Intégrer la modélisation stochastique à la détermination d'hypothèses de rechange aux fins de l'analyse de sensibilité
 - Projeter la répartition des probabilités des éventuels résultats
 - Hypothèses à coût élevé et à faible coût

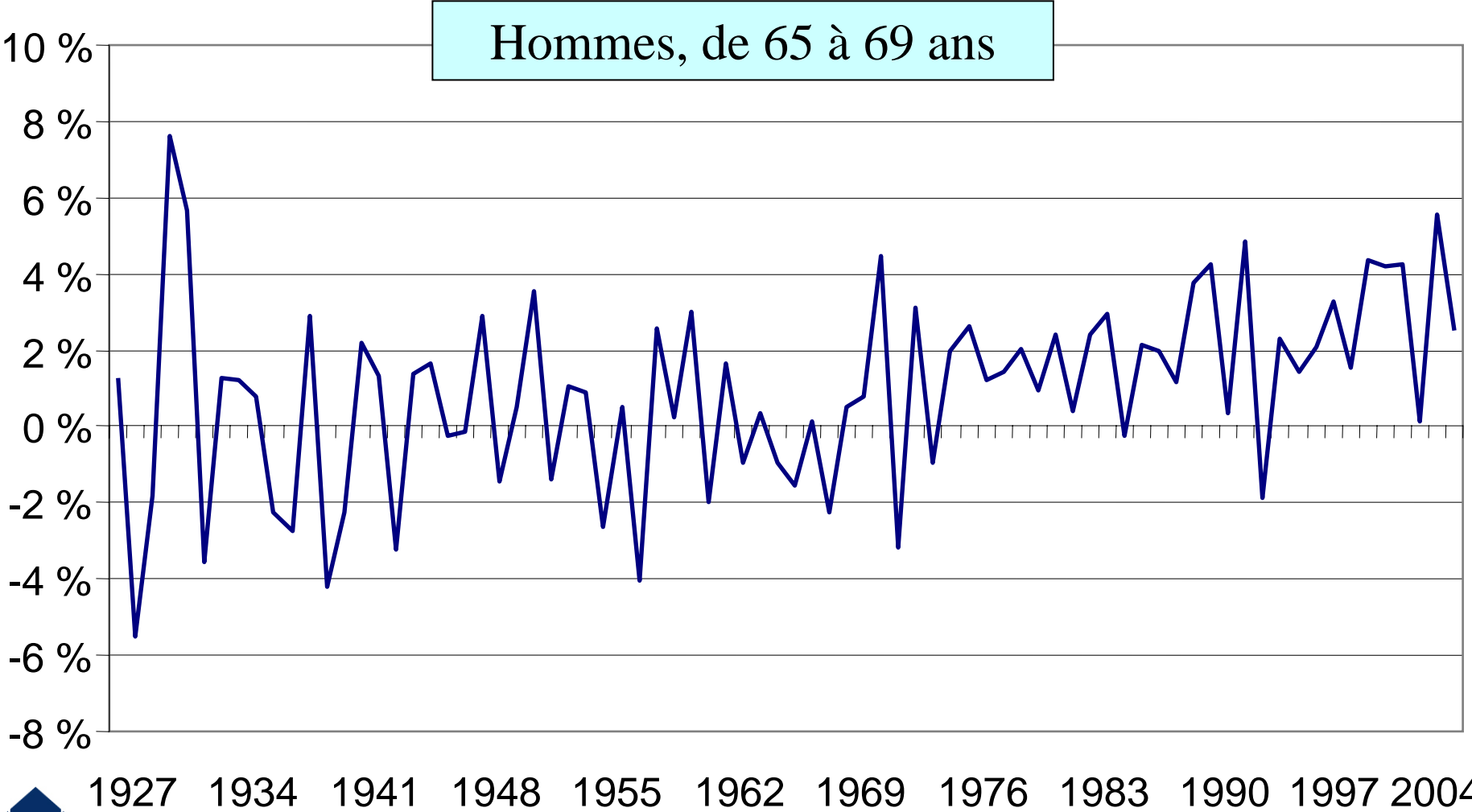


Mortalité

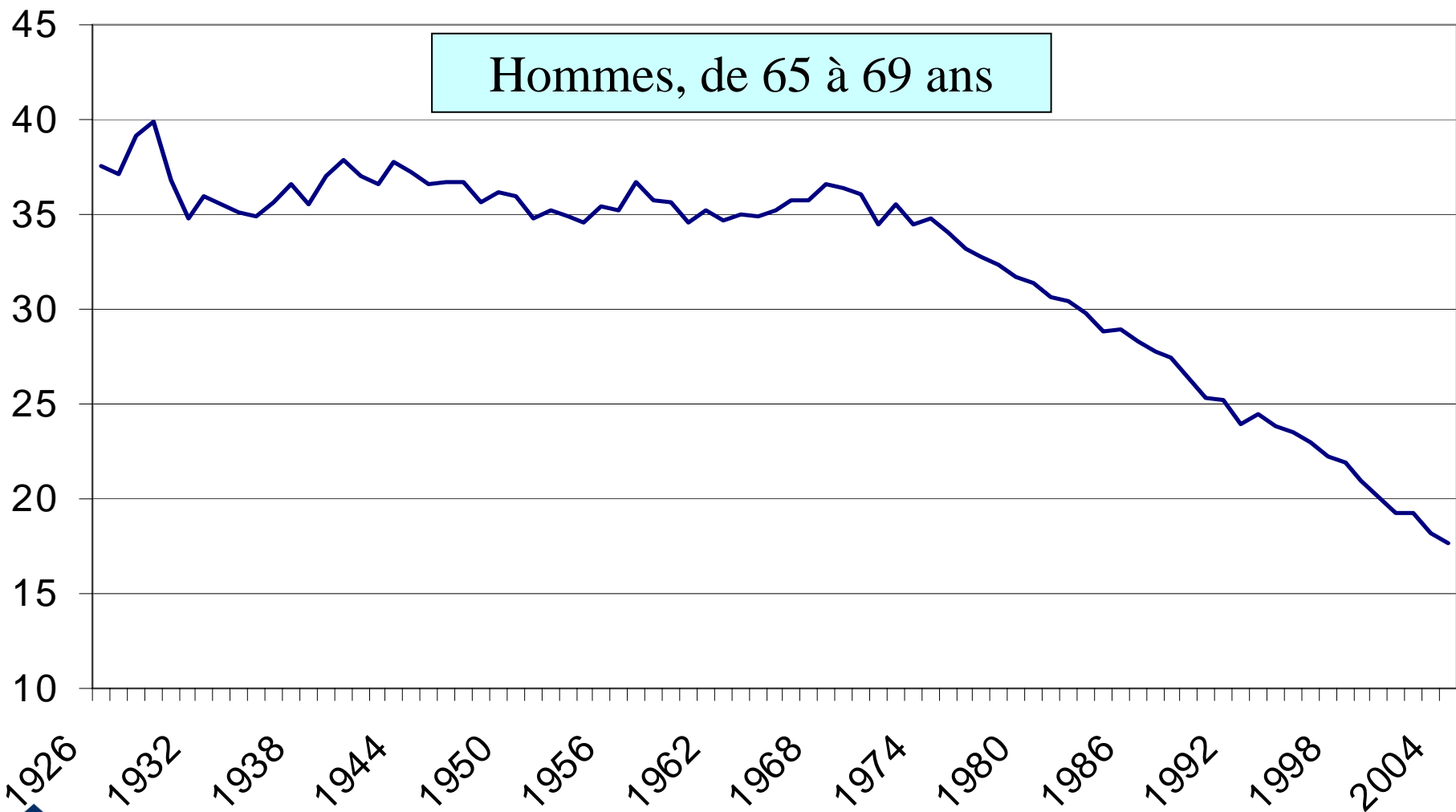
- 40 groupes : hommes et femmes
 - Moins de 1, 1-4, 5-9, 10-14,...85-89, 90 et plus
- Cibler le choix du modèle : 60-64 et 65-69
- On a essayé au départ de faire correspondre les taux d'amélioration de la mortalité
 - Statistiques de mauvaise correspondance → taux de mortalité (décès par 1 000)
- Modéliser les taux de mortalité et reconvertir en améliorations



Taux d'amélioration de la mortalité : 1927-2004



Taux de mortalité : 1926-2004



Modèle du log ARIMA (0,1,0)

- **1^{ère} différence** : suppose que la moyenne varie avec le temps
- **Transformation logarithmique** : permet au taux de mortalité de s'approcher de zéro, mais non de l'atteindre
 - Statistiques d'excellente correspondance : $R^2 > 0,9$ pour tous les groupes (sauf celui des 90 ans et plus)
- Sans variable d'autorégression ou moyennes mobiles (incidence négligeable sur la correspondance)



Équation des séries chronologiques

La forme générale de l'équation utilisée se présente comme suit :

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

ainsi :

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

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

μ_k = la moyenne des séries transformées (c.-à-d. séries inscrites et différenciées)

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



Meilleure estimation

- **Modèle de mortalité quelque peu déterministe**
 - Valeur prévue = Meilleure estimation (2005-2079)
 - Les scénarios stochastiques génèrent un intervalle de confiance axé sur la meilleure estimation
- En retirant la meilleure estimation, on obtient un nouveau résultat :
 - Valeur prévue = médiane des scénarios simulés
 - La prédiction repose sur le modèle du log ARIMA (0,1,0)



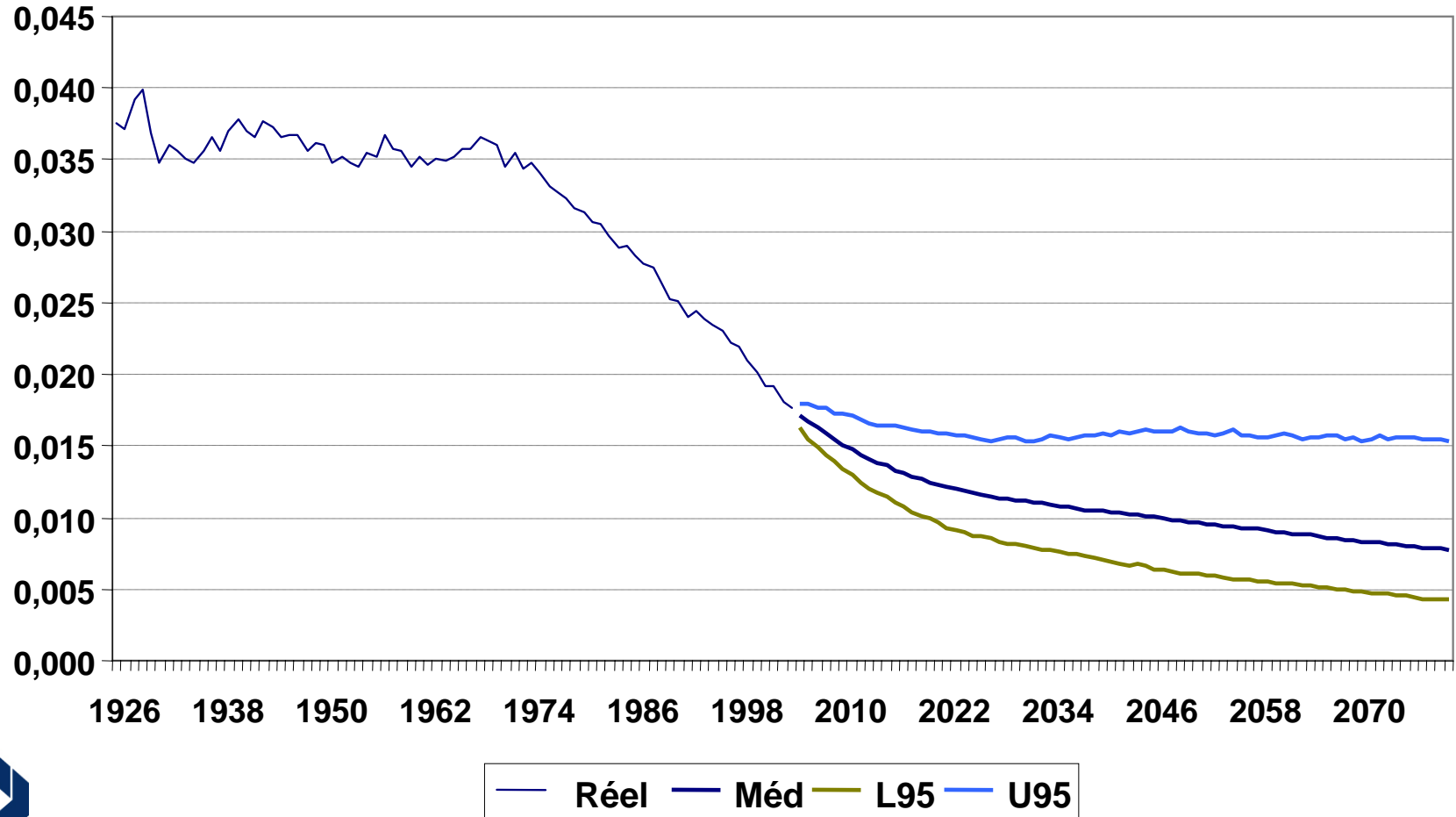
Modèle stochastique

- Modèle du log ARIMA (0,1,0)
- Années 1926 à 2079 (projections pour 2005-2079)
- Les 40 groupes âge-sexe sont corrélés en utilisant la décomposition de Cholesky
- Intervalles de confiance à 95 % et médianes pour les taux de mortalité, taux d'amélioration de la mortalité et espérances de vie à la naissance et à 65 ans
- La limite supérieure pour tous les groupes a été établie à 1 000 décès / 1 000



Processus stochastique

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



Raisons pour intégrer le jugement

- Les résultats antérieurs ne reflètent peut-être pas les résultats futurs
 - L'écart entre les taux de mortalité des hommes et des femmes s'est dernièrement rétréci
- Limites du modèle ARIMA



Taux annuels d'amélioration de la mortalité (1974-2004)

	Femmes		Hommes	
	1974-1989	1989-2004	1974-1989	1989-2004
0-14	4.9	2.4	4.9	2.8
15-44	2.8	1.4	2.8	2.6
45-64	1.9	1.5	2.6	2.4
65-84	1.6	1.2	1.2	2.0
85-89	1.5	0.4	0.8	0.8
90+	0.1	-0.1	-0.6	0.0
65+	1.3	0.8	1.0	1.6
0-44	3.4	1.7	3.2	2.6
0-64	2.3	1.5	2.8	2.4
0-84	1.8	1.3	1.8	2.2

Remarque : Des résultats semblables sont générés en utilisant la Human Mortality Database et l'approche stochastique



Taux annuels d'amélioration de la mortalité

- Depuis toujours, les taux baissent avec l'âge et sont peu élevés ou même négatifs à compter de 90 ans
 - Avant 65 ans :
 - Ralentissement marqué constaté tant chez les hommes que chez les femmes au cours des 30 dernières années, spécialement chez les femmes
 - À compter de 65 ans :
 - Ralentissement significatif observé chez les femmes au cours des 30 dernières années tandis que les taux d'amélioration chez les hommes ont augmenté
 - Les taux chez les hommes rattrapent ceux chez les femmes (ce qui explique le rétrécissement de l'écart de l'espérance de vie entre les hommes et les femmes)



Hypothèses relatives aux taux annuels d'amélioration de la mortalité

- L'approche choisie repose sur les tendances constatées au cours des 30 dernières années et sur le jugement
 - **Initial (2005-2009)** : Taux annuels d'amélioration de la mortalité fondés sur les résultats réels au cours des 15 dernières années (1989-2004) selon l'âge et le sexe.
 - **Ultime (à compter de 2029)** : Fondé sur les tendances historiques projetées au titre des taux d'amélioration chez les femmes selon l'âge au cours des 30 dernières années. Les taux d'amélioration sont actuellement plus élevés pour les hommes que pour les femmes, mais sont supposés être les mêmes à compter de 2029.
 - **2010-2028** : Interpolation linéaire entre les taux en 2009 et 2029



Espérance de vie

(sans améliorations futures)

Pour un nouveau-né

	Processus stochastique		RPC 23	
	2007	2050	2007	2050
Hommes	78.2	82.5	78.5	83.0
Femmes	82.6	85.6	82.9	86.1

Pour une personne de 65 ans

	Processus stochastique		RPC 23	
	2007	2050	2007	2050
Hommes	18.0	21.0	18.2	21.1
Femmes	21.1	23.4	21.2	23.4



Espérance de vie

(avec améliorations futures)

Pour un nouveau-né

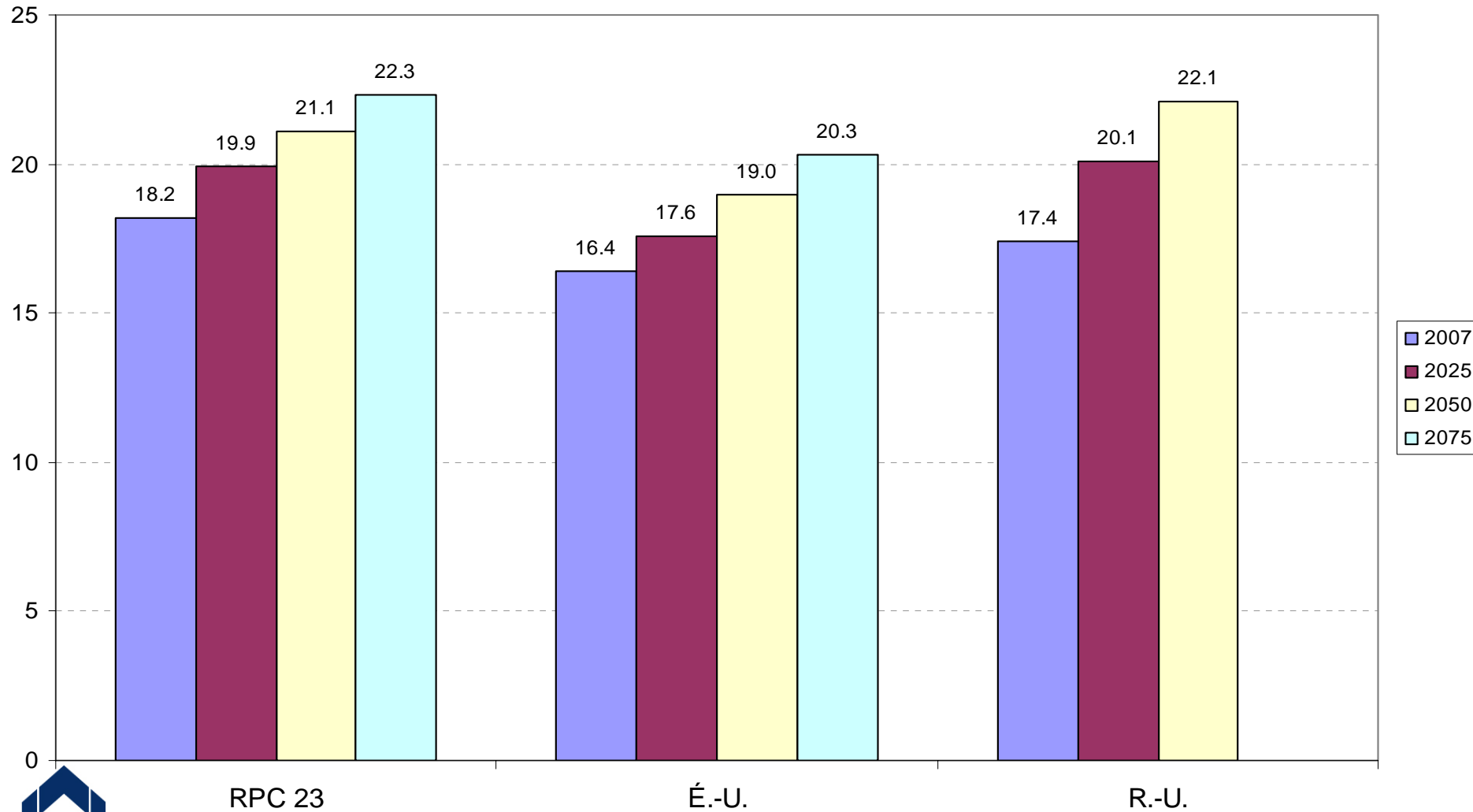
	Processus stochastique		RPC 23	
	2007	2050	2007	2050
Hommes	83.9	86.5	84.5	87.4
Femmes	87.1	89.1	87.7	90.2

Pour une personne de 65 ans

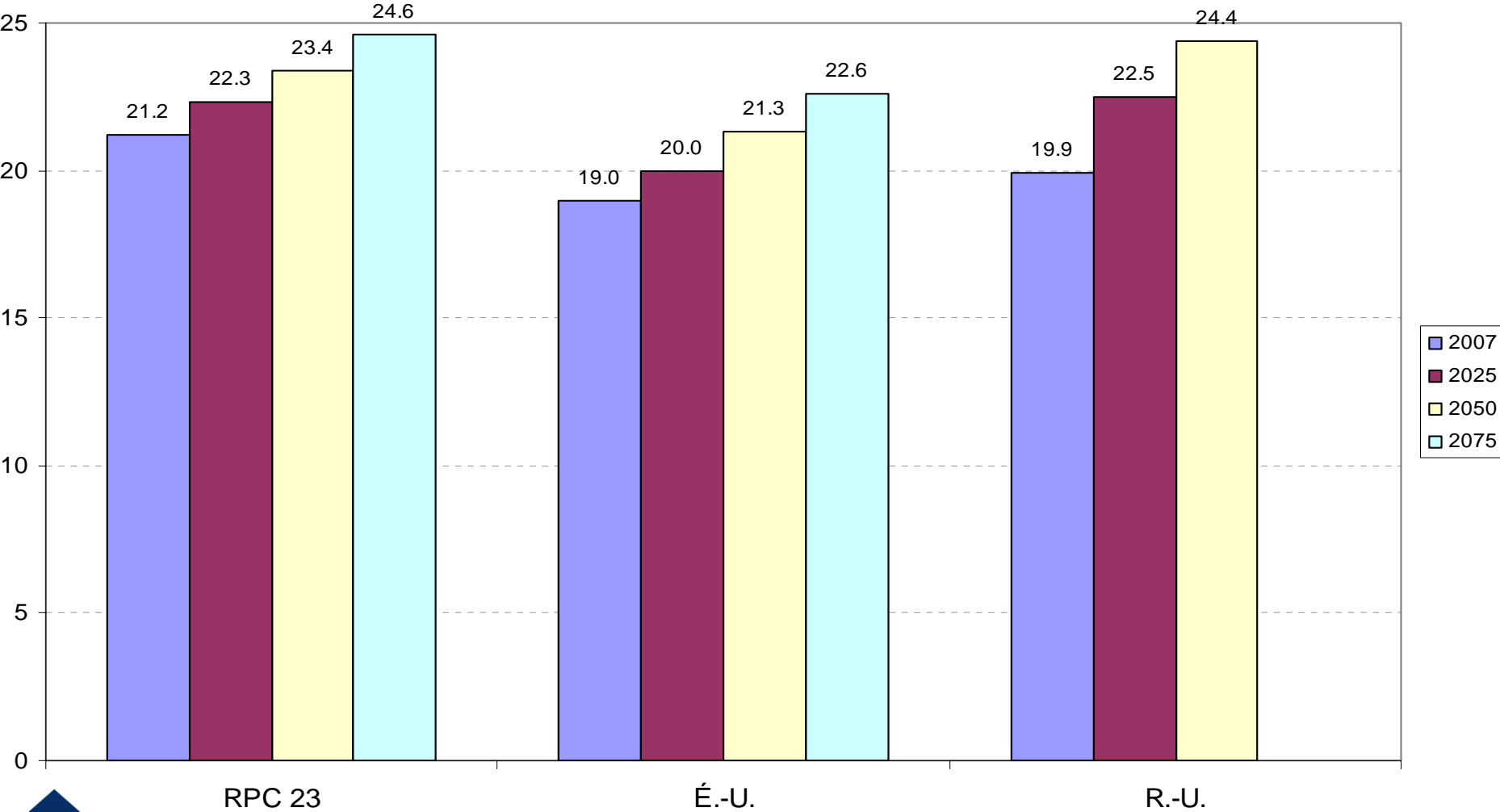
	Processus stochastique		RPC 23	
	2007	2050	2007	2050
Hommes	19.2	21.6	19.3	21.9
Femmes	21.9	24.1	22.0	24.2



Comparaison de l'espérance de vie chez les hommes à 65 ans (sans améliorations futures)



Comparaison de l'espérance de vie chez les femmes à 65 ans (sans améliorations futures)



Analyse de sensibilité en utilisant le processus stochastique

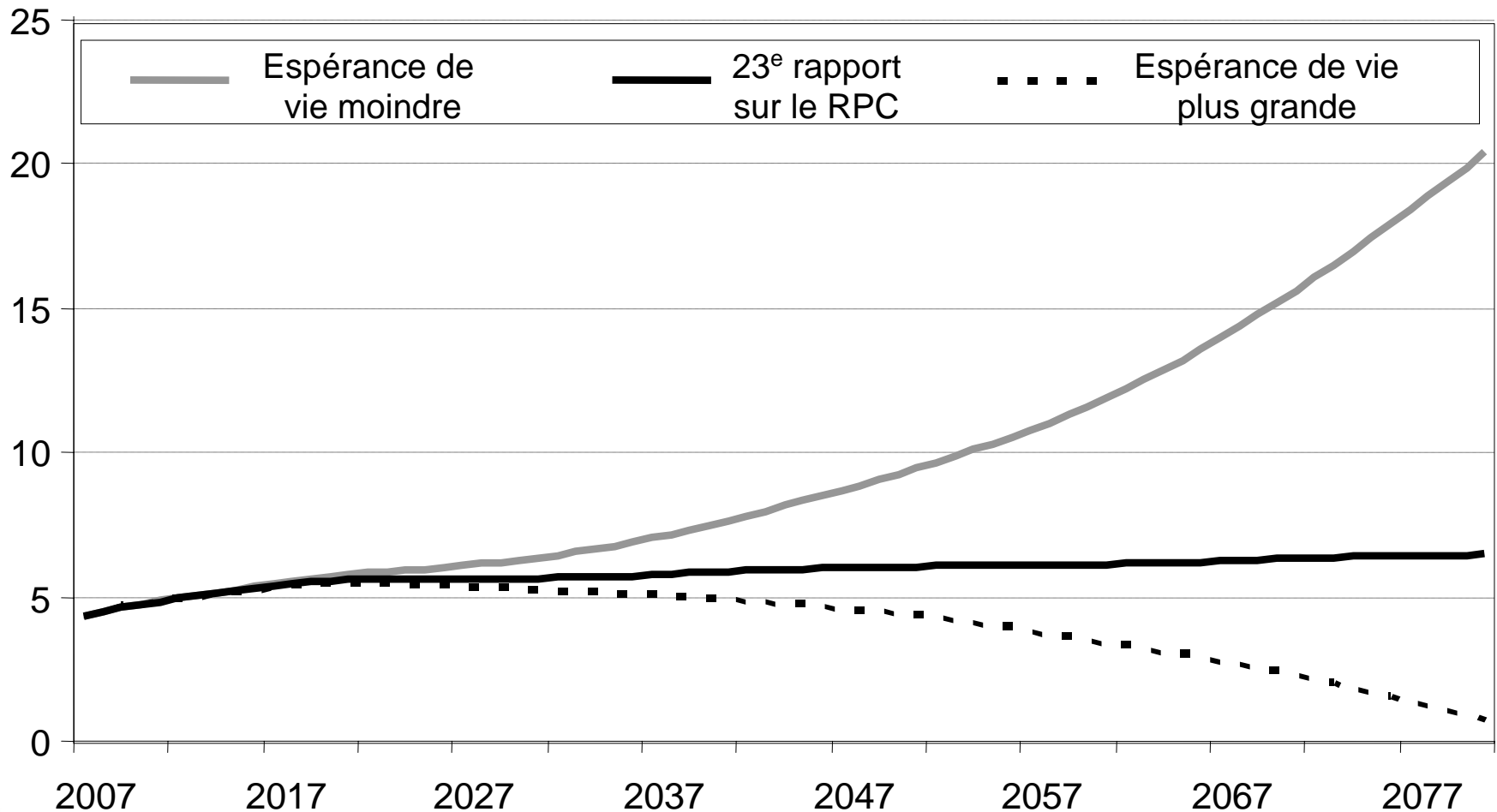
Espérances de vie au Canada, avec améliorations après l'année indiquée

À la naissance		Rapport actuariel	IC inférieur à 95 %	IC supérieur à 95 %
Hommes	2007	84,5	79,1	88,4
	2025	85,8	80,0	89,8
	2050	87,4	80,8	91,3
Femmes	2007	87,7	80,6	92,0
	2025	88,8	81,1	93,1
	2050	90,2	81,9	94,6
À 65 ans				
Hommes	2007	19,3	17,6	20,7
	2025	20,6	17,7	22,9
	2050	21,9	17,8	25,1
Femmes	2007	22,0	19,5	24,0
	2025	23,0	18,9	25,9
	2050	24,2	18,6	27,9



Évolution du ratio actifs/dépenses

(Taux de cotisation de 9,9 %)



Le taux de cotisation minimal oscille entre 9,2 % et 10,2 %.



Office of the Superintendent of
Financial Institutions Canada

Bureau du surintendant des
institutions financières Canada

Office of the Chief Actuary

Bureau de l'actuaire en chef

Suivi en matière d'assurance sociale Méthodologies et répercussions

Danita Pattemore, F.S.A., F.C.I.A.
Bureau du surintendant des institutions financières du Canada
Bureau de l'actuaire en chef, Canada

Merci



OSFI
BSIF

Canada