

Perspectives démographiques, économiques et financières 2003-2030

Séminaire organisé par la Régie des rentes du Québec en collaboration avec la Chaire en actuariat de l'Université Laval et le Club des actuaires de Québec

25-26 Septembre 2003

# La mortalité au Québec: évolution passée, tendances et perspectives

Par **Robert Bourbeau**

Directeur et professeur titulaire

Département de démographie, Université de Montréal et  
Centre interuniversitaire d'études démographiques

\*L'auteur tient à remercier Laurie Paquette et Carolyne Alix, étudiantes à la maîtrise en démographie, pour leur collaboration.

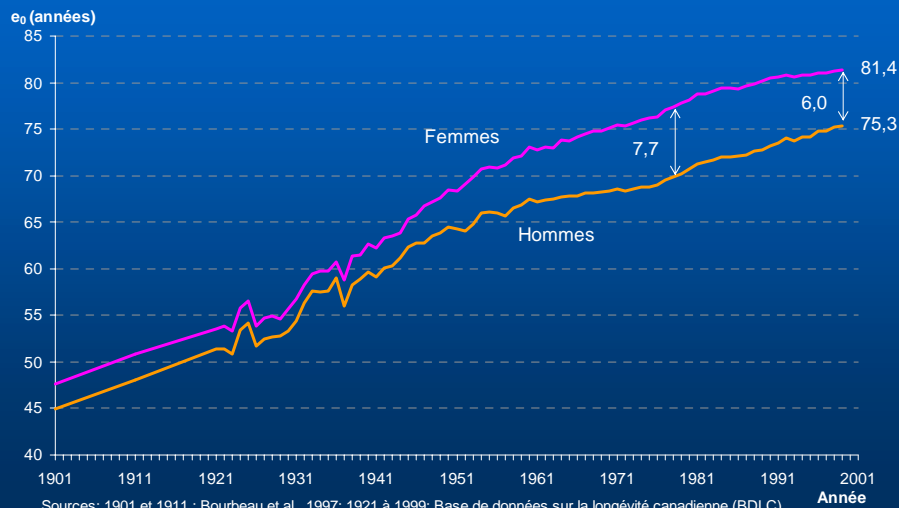
## Plan de la présentation

- La mortalité au Québec au cours du XXe siècle: principales tendances
- Évolution de la mortalité à partir de 60 ans
- La mortalité aux très grands âges: qualité des données et hypothèses d'évolution
- Projections de la mortalité: quelques pistes

## La mortalité au Québec au cours du XXe siècle : principales tendances

- Progrès remarquables de l'espérance de vie à la naissance
- Une amélioration de la quantité de vie et de la qualité de vie?

## Espérance de vie à la naissance ( $e_0$ ) selon le sexe, Québec, 1901-1999



## Comparaison internationale de l'espérance de vie à la naissance en 1999

Hommes		Femmes	
Islande	77,7 ans	Japon	84,0 ans
Japon	77,1 ans	Suisse	82,5 ans
Suède	77,1 ans	France	82,4 ans
Suisse	76,8 ans	Espagne	82,1 ans
Canada	76,3 ans	Suède	81,9 ans
Italie*	75,7 ans	Italie*	81,8 ans
Norvège	75,6 ans	Canada	81,7 ans
Grèce	75,5 ans	Islande	81,5 ans
<b>Québec</b>	<b>75,3 ans</b>	<b>Québec</b>	<b>81,4 ans</b>
France	74,9 ans	Grèce	80,6 ans
États-Unis	73,9 ans	États-Unis	79,4 ans

Source: INED, 2003; Statistique Canada, 2002. \* Année 1998

## Espérance de vie totale et en bonne santé à la naissance selon le sexe, Québec, 1978-1979 à 1998

		1978-1979	1986	1987	1992-1993	1998
<b>Espérance de vie à la naissance (années)</b>	<b>Sexe masculin</b>					
	Totale	69,7	72,0	72,2	73,6	74,6
	En bonne santé	60,4	62,4	63,9	65,9	65,4
	<b>En mauvaise santé</b>	<b>9,3</b>	<b>9,5</b>	<b>8,3</b>	<b>7,7</b>	<b>9,2</b>
	<b>Sexe féminin</b>					
	Totale	77,6	79,5	79,7	80,8	81,1
	En bonne santé	63,1	66,3	68,5	69,3	68,1
	<b>En mauvaise santé</b>	<b>14,5</b>	<b>13,1</b>	<b>11,2</b>	<b>11,5</b>	<b>13,0</b>

Sources : 1978-1979 : Dillard, 1983 ; 1986 : Wilkins, 1991 ; 1987 à 1998 : Pageau et al., 2001.

## Espérance de vie totale et en bonne santé à 65 ans selon le sexe, Québec, 1978-1979 à 1998

		1978-1979	1986	1987	1992-1993	1998
Espérance de vie à 65 ans (années)	<b>Sexe masculin</b>					
	Totale	..	14,1	14,3	15,1	15,5
	En bonne santé	..	8,6	10,6	11,3	10,7
	<b>En mauvaise santé</b>	..	<b>5,5</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>4,8</b>
	<b>Sexe féminin</b>					
	Totale	..	18,9	19,0	19,8	19,8
	En bonne santé	..	10,2	13,0	13,3	13,2
	<b>En mauvaise santé</b>	..	<b>8,7</b>	<b>6,0</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>

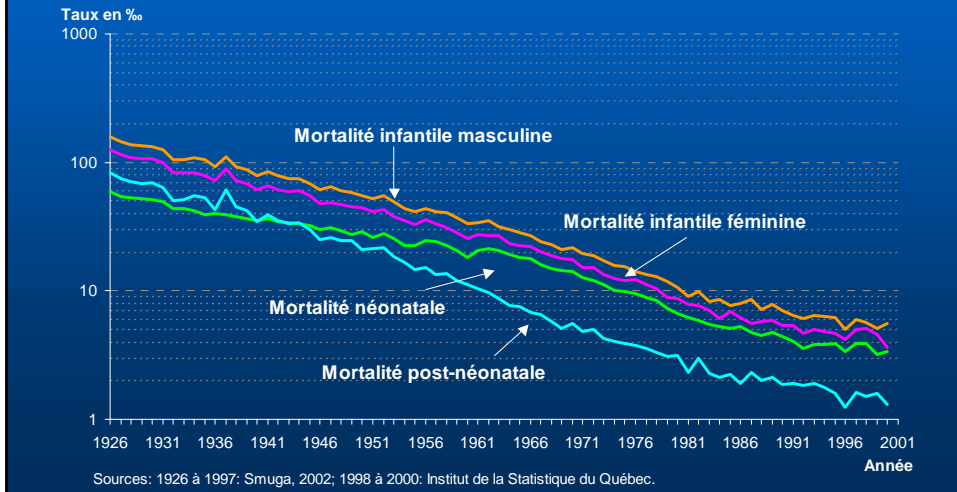
Note : .. = données non disponibles.

Sources : 1978-1979 : Dillard, 1983 ; 1986 : Wilkins, 1991 ; 1987 à 1998 : Pageau et al., 2001.

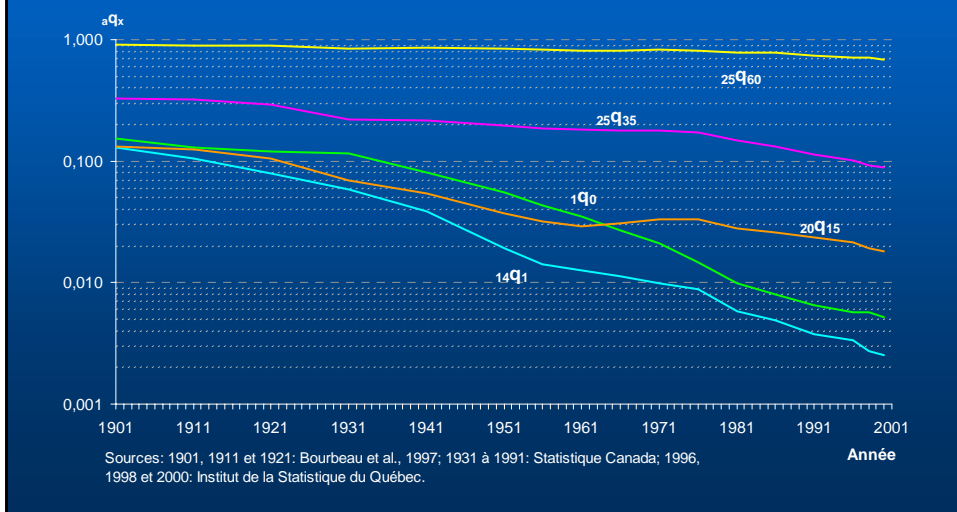
## La mortalité au Québec au cours du XXe siècle: principales tendances

- Recul spectaculaire de la mortalité infantile
- Baisse inégale de la mortalité aux autres âges

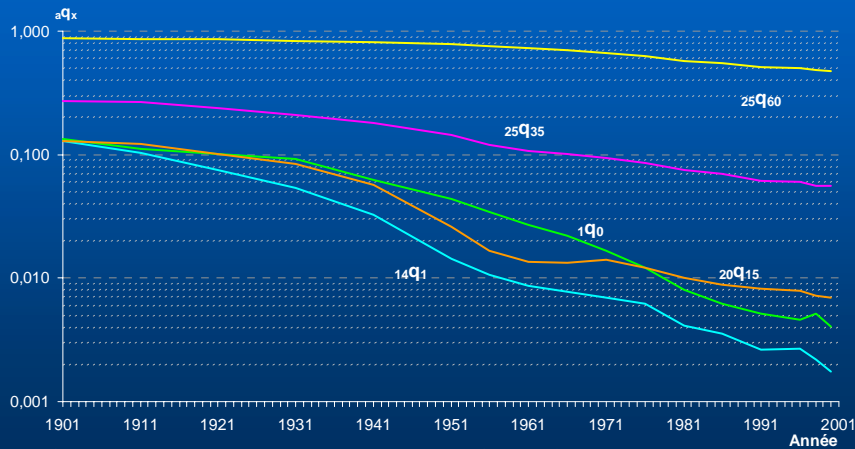
## Taux de mortalité infantile, néonatale et post-néonatale selon le sexe, Québec, 1926-2000



## Quotients de mortalité selon le groupe d'âge, sexe masculin, Québec, 1901 à 2000



## Quotients de mortalité selon le groupe d'âge, sexe féminin, Québec, 1901-2000

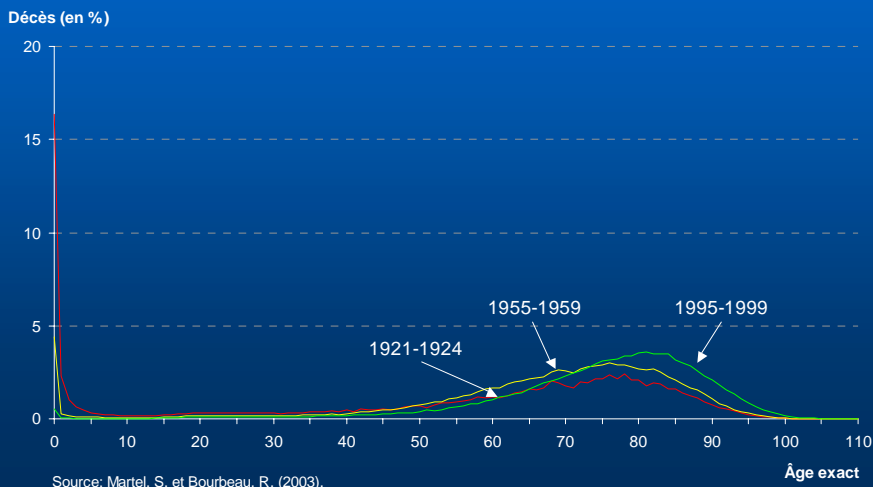


Sources: 1901, 1911 et 1921: Bourbeau et al., 1997; 1931 à 1991: Statistique Canada; 1996, 1998 et 2000: Institut de la Statistique du Québec.

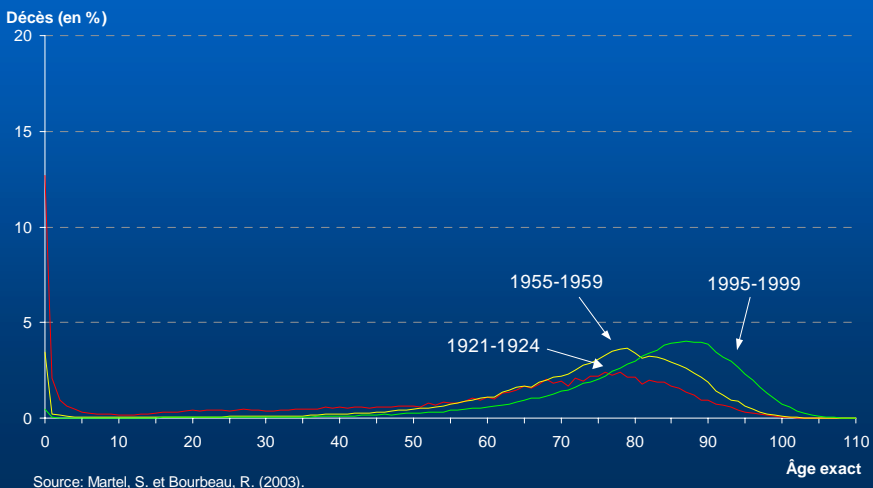
## La mortalité au Québec au cours du XXe siècle: principales tendances

- Concentration plus marquée des décès à certains âges (compression de la mortalité)
- Rectangularisation accrue de la courbe de survie

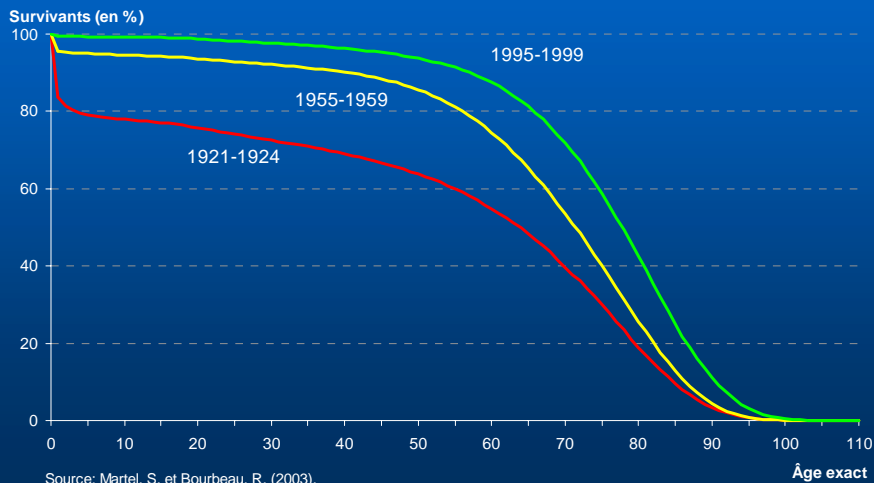
## Courbes de décès selon l'âge, sexe masculin, Québec, 1921-1924, 1955-1959 et 1995-1999



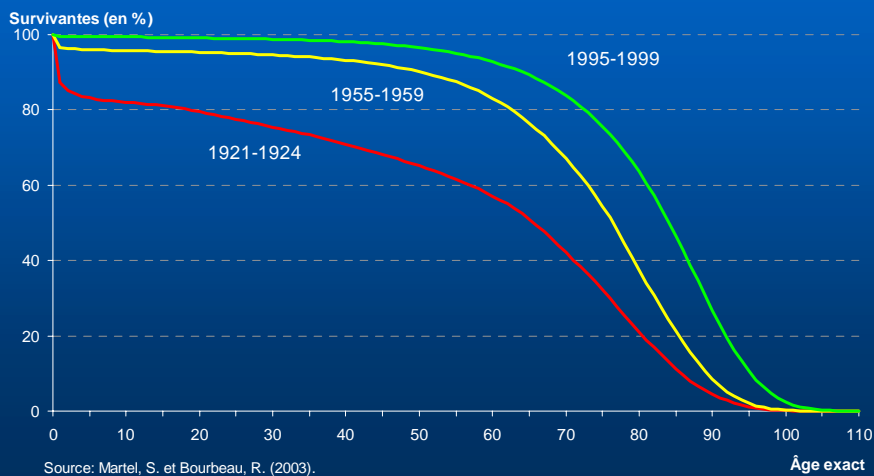
## Courbes de décès selon l'âge, sexe féminin, Québec, 1921-1924, 1955-1959 et 1995-1999



## Courbes de survie selon l'âge, sexe masculin, Québec, 1921-1924, 1955-1959 et 1995-1999



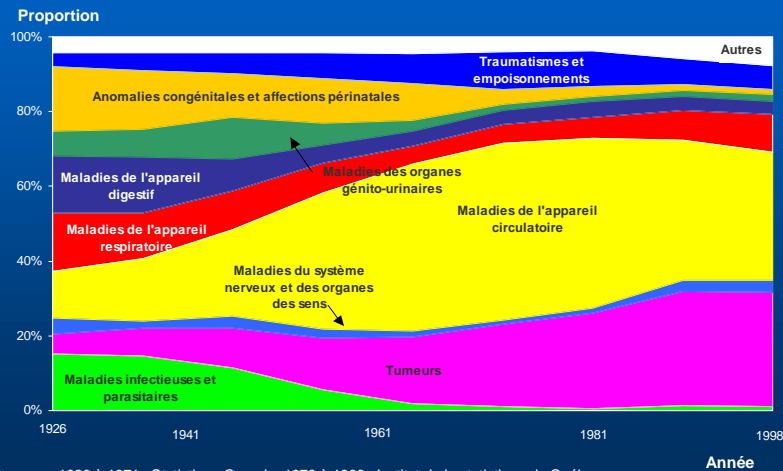
## Courbes de survie selon l'âge, sexe féminin, Québec, 1921-1924, 1955-1959 et 1995-1999



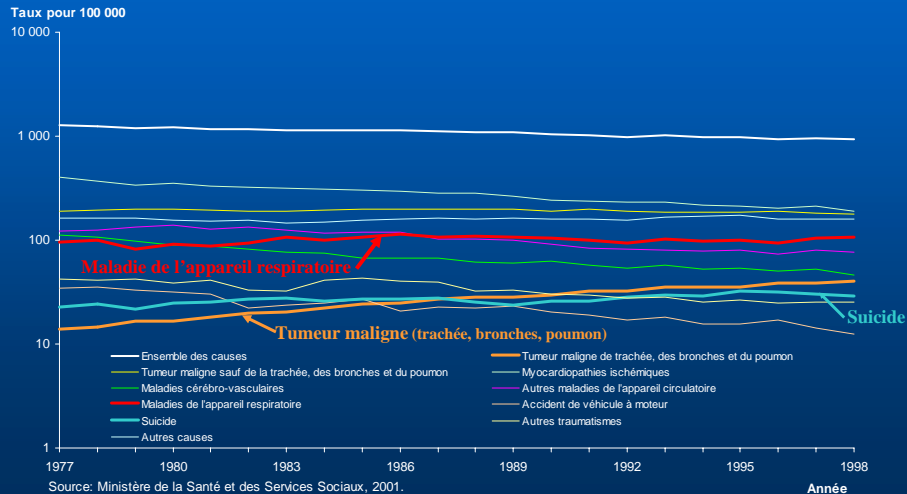
## La mortalité au Québec au cours du XXe siècle: principales tendances

- Changement dans la répartition des décès selon la cause (transition épidémiologique)
- Quelques causes de décès en hausse:
  - Tumeurs malignes: trachée, bronches, poumons (femmes surtout)
  - maladies de l'appareil respiratoire
  - Suicide

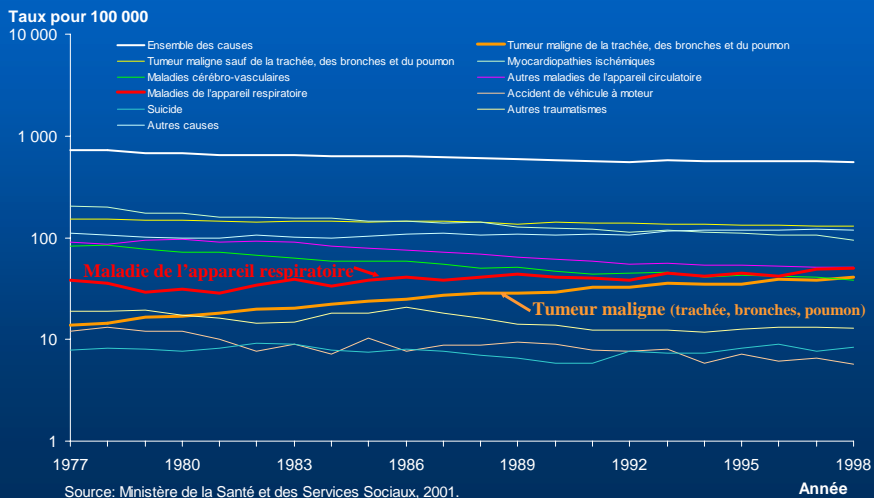
## Répartition des décès selon la cause, sexes réunis, Québec, 1926-1998



# Taux ajusté de mortalité selon la cause de décès, sexe masculin, Québec, 1977 à 1998



# Taux ajusté de mortalité selon la cause de décès, sexe féminin, Québec, 1977 à 1998



## Contribution (en %) des groupes d'âges aux gains d'espérance de vie à la naissance, sexes réunis, Québec, 1921-1924 à 1995-1999

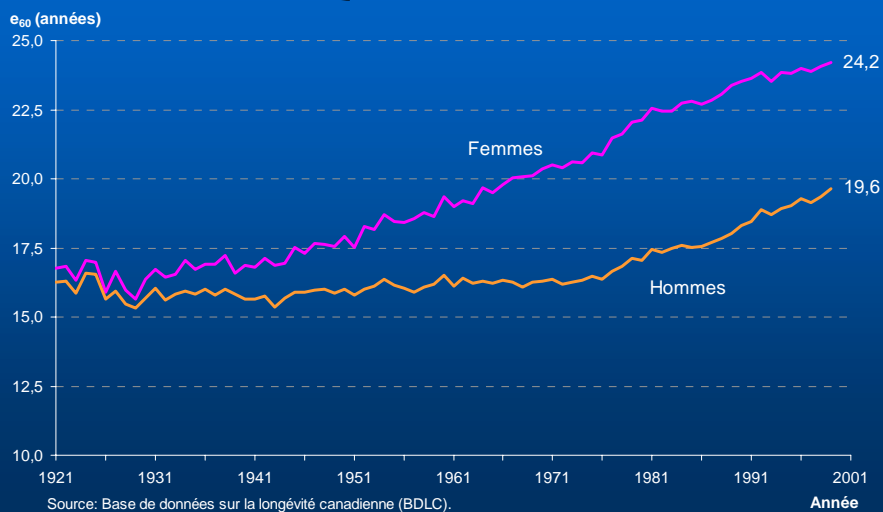
Intervalle d'âge	Période					
	1921-1924 à 1960-1964		1960-1964 à 1995-1999		1921-1924 à 1995-1999	
	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage
0-1 an	8,35	<b>48,4</b>	1,93	24,4	10,99	<b>43,7</b>
1-14 ans	3,77	<b>21,9</b>	0,54	6,8	4,56	<b>18,1</b>
15-34 ans	2,53	14,7	0,37	4,7	3,12	12,4
35-64 ans	2,03	11,8	2,51	31,8	4,17	16,6
65-84 ans	0,54	3,1	2,28	<b>28,8</b>	2,13	8,5
85 ans et +	0,01	0,1	0,28	<b>3,5</b>	0,17	0,7
<b>Total</b>	17,23	100,0	7,91	100,0	<b>25,14</b>	100,0

Source: Base de données sur la longévité canadienne (BDLC)

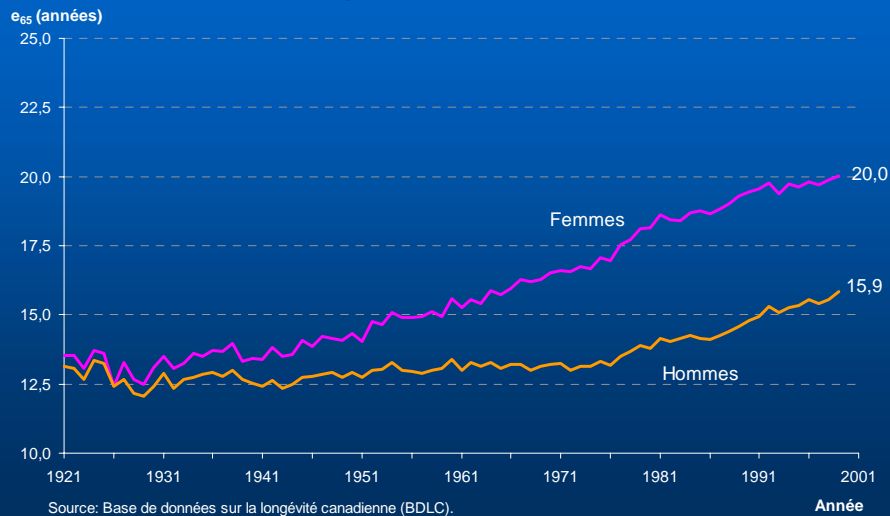
## Évolution de la mortalité à partir de 60 ans

- Des progrès plus récents
- Rétrécissement de l'écart entre les sexes

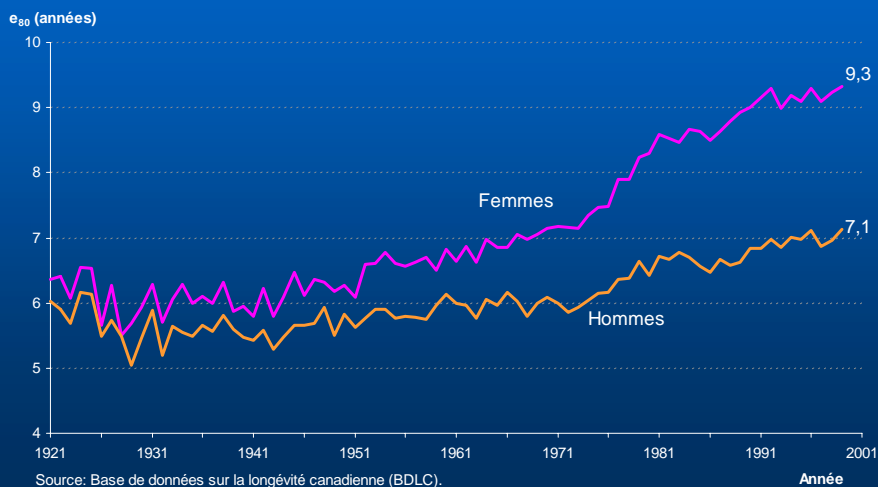
## Espérance de vie à 60 ans ( $e_{60}$ ) selon le sexe, Québec, 1921-1999



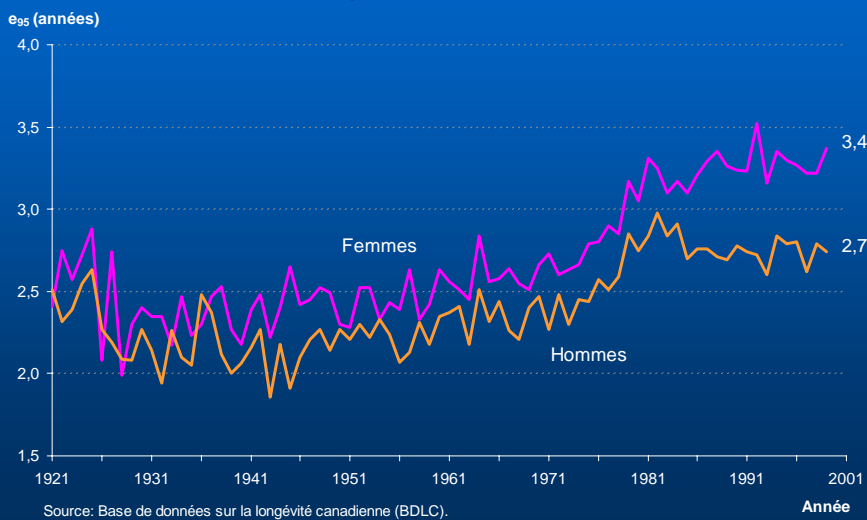
## Espérance de vie à 65 ans ( $e_{65}$ ) selon le sexe, Québec, 1921-1999



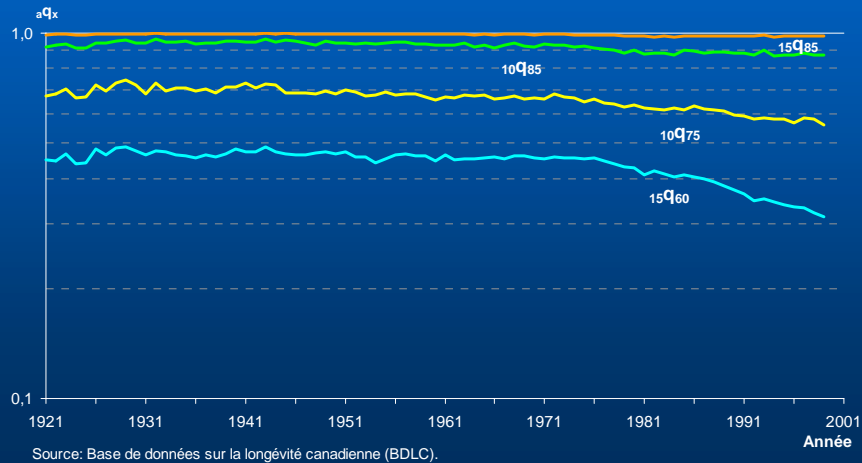
## Espérance de vie à 80 ans ( $e_{80}$ ) selon le sexe, Québec, 1921-1999



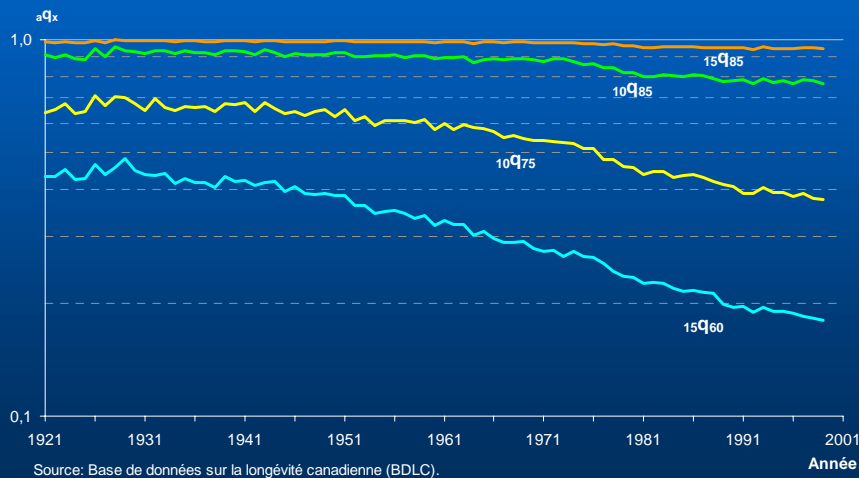
## Espérance de vie à 95 ans ( $e_{95}$ ) selon le sexe, Québec, 1921-1999



## Quotients de mortalité selon le groupe d'âge, sexe masculin, Québec, 1921 à 1999



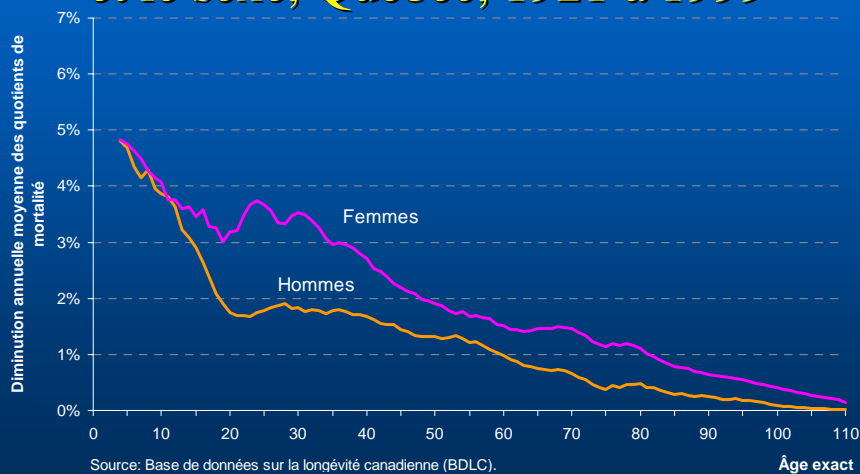
## Quotients de mortalité selon le groupe d'âge, sexe féminin, Québec, 1921 à 1999



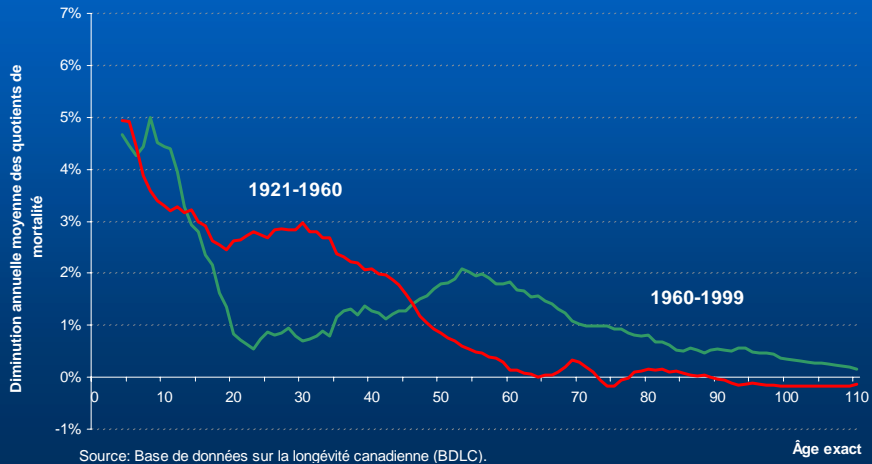
## Évolution de la mortalité à partir de 60 ans

- Diminution annuelle moyenne:
  - le plus long terme (1921-1999)
  - le moyen terme ( 40 années )
  - le court terme (20 années )

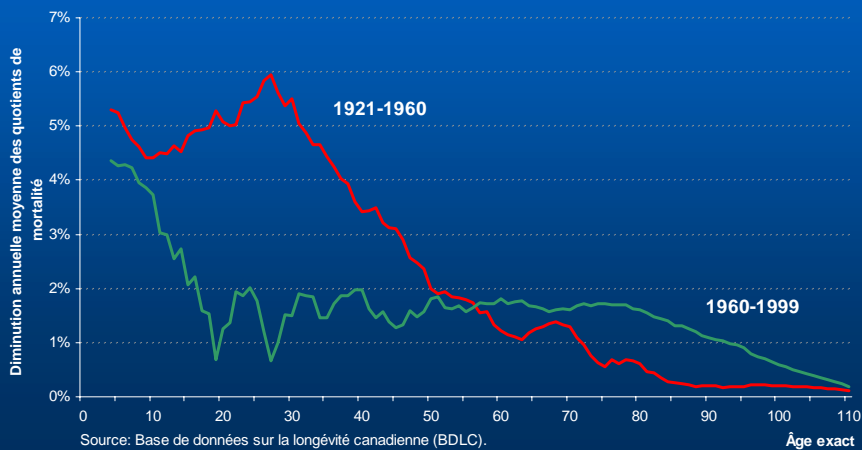
## Diminution annuelle moyenne des quotients de mortalité, selon l'âge et le sexe, Québec, 1921 à 1999



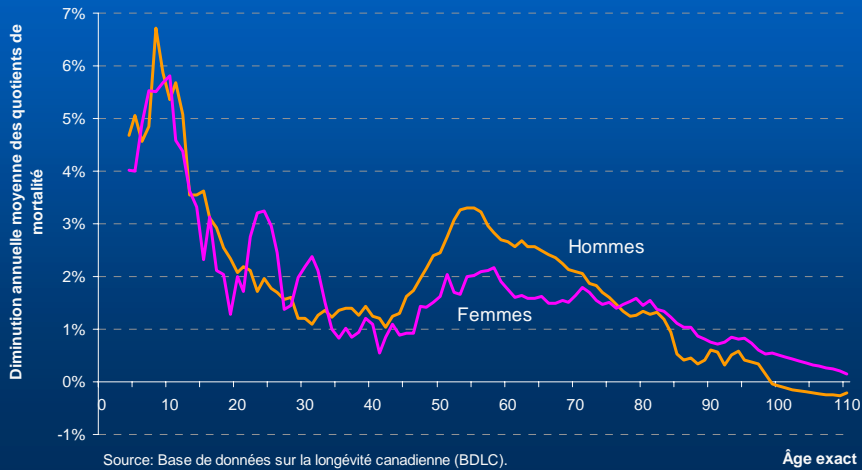
## Diminution annuelle moyenne des quotients de mortalité selon l'âge, sexe masculin, Québec, 1921-1960 et 1960-1999



## Diminution annuelle moyenne des quotients de mortalité selon l'âge, sexe féminin, Québec, 1921-1960 et 1960-1999



## Diminution annuelle moyenne des quotients de mortalité selon l'âge et le sexe, Québec, 1980 à 1999



## Contribution (en %) des groupes d'âges aux gains d'espérance de vie à 65 ans, sexe masculin, Québec, 1960-1964 à 1995-1999

Intervalle d'âge	Période					
	1960-1964 à 1980-1984		1980-1984 à 1995-1999		1960-1964 à 1995-1999	
	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage
65-69 ans	0,21	25,08	0,57	<b>38,51</b>	0,80	<b>34,32</b>
70-74 ans	0,18	21,72	0,46	<b>31,41</b>	0,65	<b>28,03</b>
75-79 ans	0,17	20,63	0,29	19,77	0,46	19,81
80-84 ans	0,13	14,85	0,12	8,36	0,24	10,34
85-89 ans	0,11	12,93	0,03	1,76	0,13	5,67
90 ans et +	0,04	4,79	0,003	0,20	0,04	1,83
<b>Total</b>	<b>0,85</b>	<b>100,0</b>	<b>1,48</b>	<b>100,0</b>	<b>2,32</b>	<b>100,00</b>

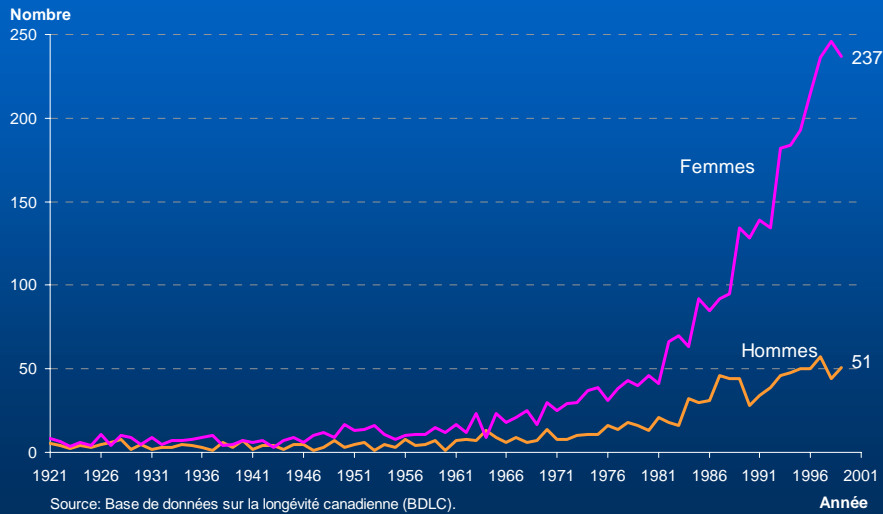
## Contribution (en %) des groupes d'âges aux gains d'espérance de vie à 65 ans, sexe féminin, Québec, 1960-1964 à 1995-1999

Intervalle d'âge	Période					
	1960-1964 à 1980-1984		1980-1984 à 1995-1999		1960-1964 à 1995-1999	
	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage	Gain	Pourcentage
65-69 ans	0,59	19,99	0,29	21,33	0,91	21,33
70-74 ans	0,70	23,79	0,29	21,61	1,02	23,98
75-79 ans	0,73	25,08	0,31	23,17	1,06	24,83
80-84 ans	0,52	17,66	0,28	<b>20,49</b>	0,76	17,80
85-89 ans	0,29	9,85	0,12	<b>8,93</b>	0,38	8,85
90 ans et +	0,11	3,63	0,06	<b>4,48</b>	0,14	3,21
<b>Total</b>	2,93	100,0	1,35	100,0	<b>4,27</b>	100,00

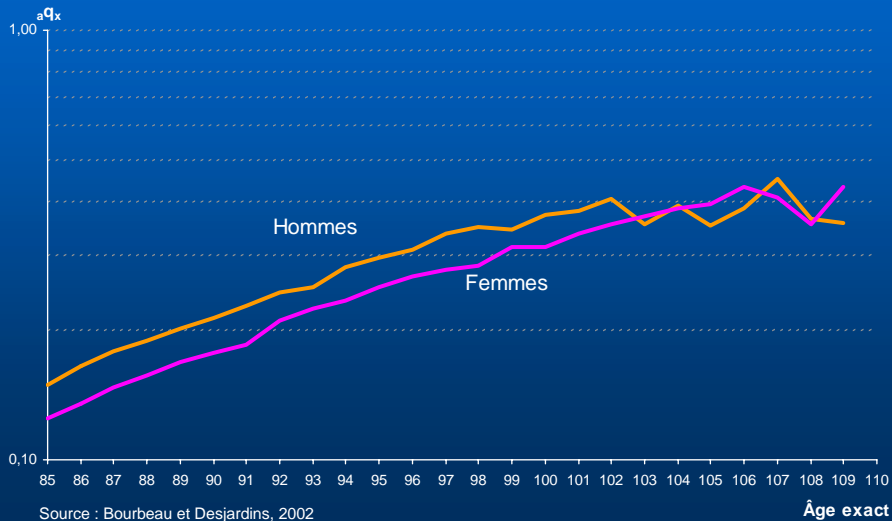
## La mortalité aux très grands âges: qualité des données et hypothèses d'évolution

- Explosion du nombre de centenaires
- Problèmes de mesures
  - la qualité des données (exagération des âges)
  - les petits nombres (effectifs de population et décès)
- Choix d'un modèle :  
exponentiel, logistique, quadratique...

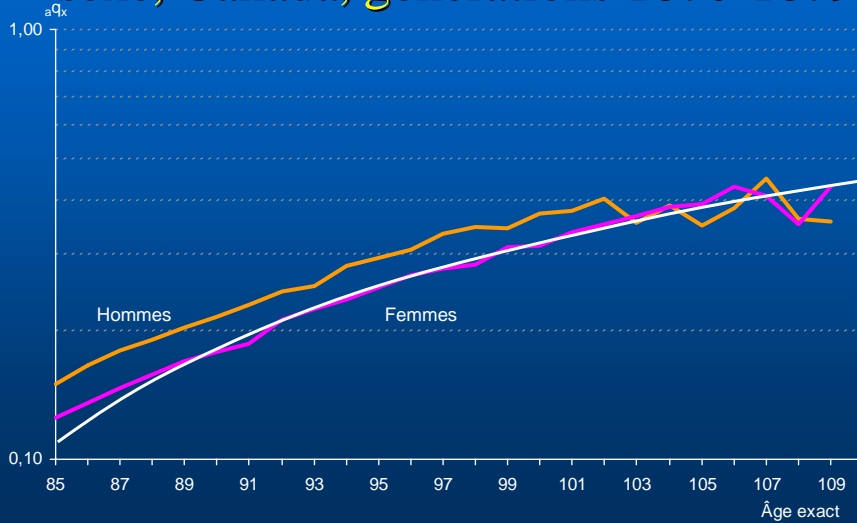
## Décès de centenaires selon le sexe, Québec, 1921-1999



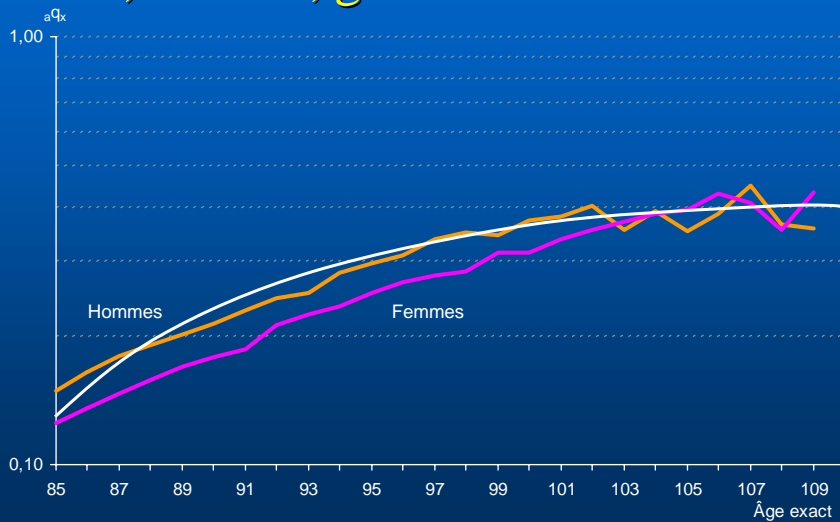
## Quotients de mortalité selon l'âge et le sexe, Canada, générations 1870-1879



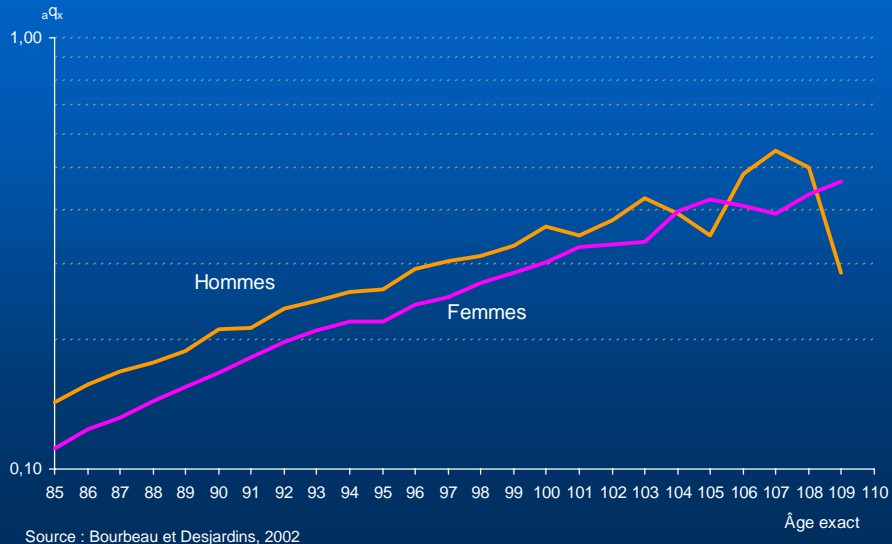
# Quotients de mortalité selon l'âge et le sexe, Canada, générations 1870-1879



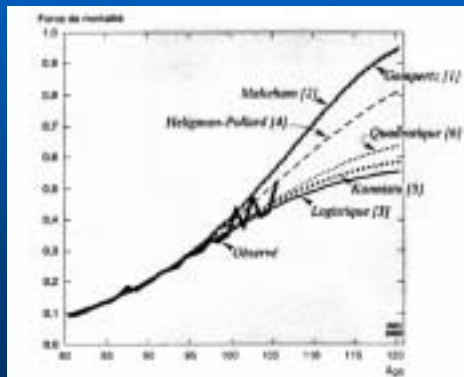
# Quotients de mortalité selon l'âge et le sexe, Canada, générations 1870-1879



## Quotients de mortalité selon l'âge et le sexe, Canada, générations 1880-1884



## Comparaison des quotients de mortalité réels et des quotients obtenus à partir de divers modèles, au-delà de 80 ans, France, génération féminine 1875

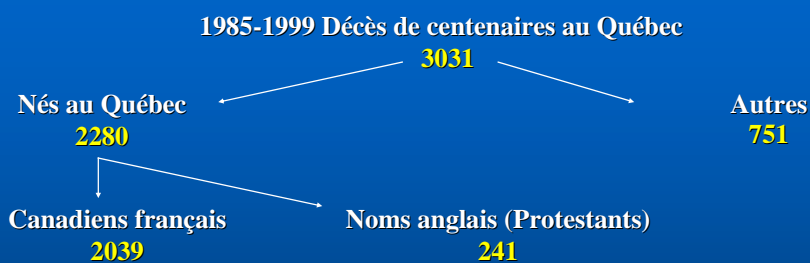


Source : Caselli, Vallin et Wunsch, 2001, page 201.

## La mortalité aux très grands âges: qualité des données et hypothèses d'évolution

- Évaluation de la qualité des données au Québec: très bons résultats
- Profil nord-américain de mortalité? : une plus faible mortalité aux grands âges

## Description d'un échantillon



### Échantillon :

Proportion	Âge	N
100%	107+	41
50%	106	17
25%	105	21
10%	102-104	63
5%	100-101	67

**Total:** 209 Cas (41 H, 168 F)

Source : Bourbeau et Desjardins, 2002

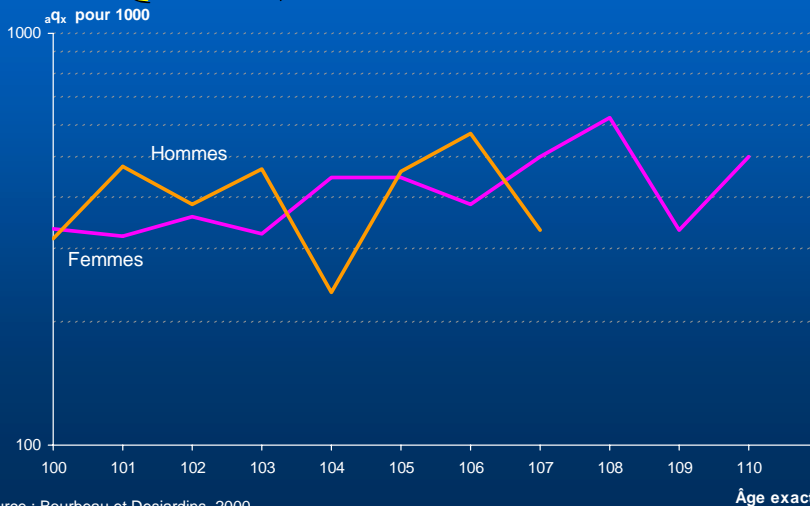
## Validation des résultats

- + 158 baptêmes correspondants ou trouvés dans les recensements
- + 18 preuves directes avec recoupements
- + 25 preuves indirectes (la sélection d'âges incorrects est hautement improbable)
- + 4 erreurs (toutes à 107+ ; 3 des 4 sont des exagérations d'âges)
- + 4 sans information

**209**

Source : Bourbeau et Desjardins, 2002

## Quotients de mortalité selon l'âge et le sexe des centenaires nés au Québec, Québec, cohortes 1885-1889



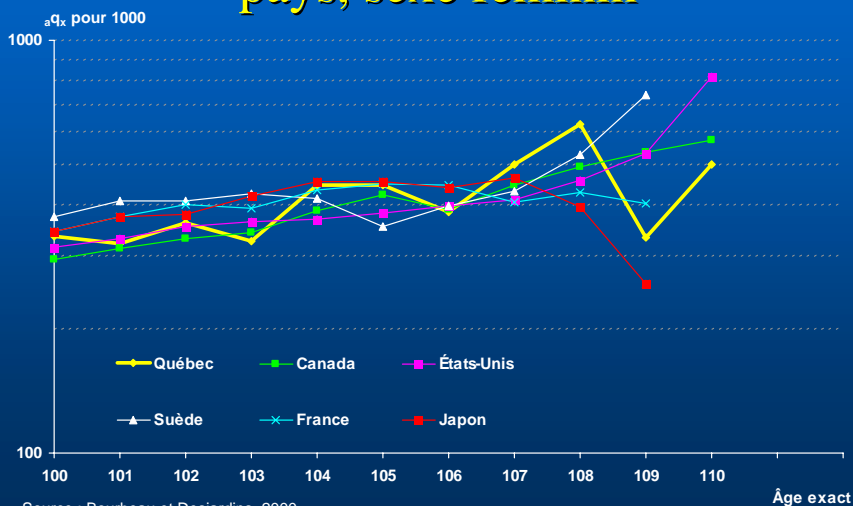
Source : Bourbeau et Desjardins, 2000

## Profil nord-américain de la mortalité?

- \* Comparaison avec quelques pays (utilisation de la même méthode des générations éteintes)
  - ◆ Suède, Cohortes 1886-1890
  - ◆ Canada, Période 1991-1994
  - ◆ France, Période 1991-1995
  - ◆ Japon, Période 1991-1995
  - ◆ États-Unis, Période 1991-1992

Source : Bourbeau et Desjardins, 2000

## Quotients de mortalité selon l'âge des centenaires pour le Québec et quelques pays, sexe féminin



Source : Bourbeau et Desjardins, 2000

## Espérance de vie à 100 ans et probabilité de survie entre 100 et 105 ans selon le sexe, Québec et quelques pays

Pays	Cohorte ou période	Hommes		Femmes	
		$e_{100}$	${}_5P_{100}$	$e_{100}$	${}_5P_{100}$
Québec	Cohorte 1885-1889	<b>2,05</b>	0,0897	<b>2,34</b>	0,1078
Canada	Période 1991-1994	<b>2,24</b>	0,1030	<b>2,53</b>	0,1312
États-Unis (Blancs)	Période 1991-1992	2,14	0,0922	2,38	0,1195
Suède	Cohorte 1886-1890	1,69	0,0443	1,98	0,0742
France	Période 1991-1995	1,88	0,0571	2,12	0,0849
Japon	Période 1991-1995	1,84	0,0572	2,11	0,0811

Source : Bourbeau et Desjardins, 2000

## Projections de la mortalité : quelques pistes

- Les pratiques courantes au Québec
- Le rôle des hypothèses
- L'apport du longitudinal

## Institut de la statistique du Québec ISQ - 3 scénarios

- **Référence**: Baisse tendancielle basée sur l'évolution des 25 dernières années (1971-1996) de la mortalité jusqu'en 2041.
- **Faible**: Baisse tendancielle de la mortalité jusqu'en 2011 et mortalité constante par la suite.
- **Constant**: Mortalité constante à partir de l'année 1996.

## ISQ modifié (Bourbeau et al, 2002)

- Scénario futuriste où  $e_0 = 100$  ans pour la génération née en 2001.

## Méthode de Statistique Canada

(version modifiée du modèle de Lee et Carter)

### Hypothèses pour l'année de calendrier 2026 :

- **Hypothèse forte:** l'espérance de vie serait de **80,6 ans** pour les hommes et de **84,8 ans** pour les femmes en 2026 (écart de 4,2 ans)
- **Hypothèse moyenne:** l'espérance de vie serait de **79,2 ans** pour les hommes et de **83,8 ans** pour les femmes en 2026 (écart de 4,6 ans).
- **Hypothèse faible:** l'espérance de vie serait de **77,7 ans** pour les hommes et de **82,8 ans** pour les femmes en 2026 (écart de 5,1 ans).
- Pour chacune de ces hypothèses, Statistique Canada a interpolé les espérances de vie pour les années comprises entre 1996 et 2026, en supposant que les gains seront plus rapides au début de la période.
- Les projections des taux de mortalité ont été générées à partir de ces espérances de vie projetées selon le sexe et ce, en utilisant le modèle paramétrique mis au point par Lee et Carter (1992).

## Régie des rentes du Québec (2000)

- Réduction continue des taux de mortalité pour toute la période de projection (SSA)
- Réduction variable selon l'âge, le sexe et l'année
- Réduction moins rapide que celle observée entre 1966 et 1998.
- Rapprochement de l'espérance de vie entre hommes et femmes

## Modèle de Lee et Carter (1992)

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon$$

$m_{x,t}$  = taux de mortalité à l'âge  $x$  et au temps  $t$

$a_x$  = profil moyen de la mortalité selon l'âge

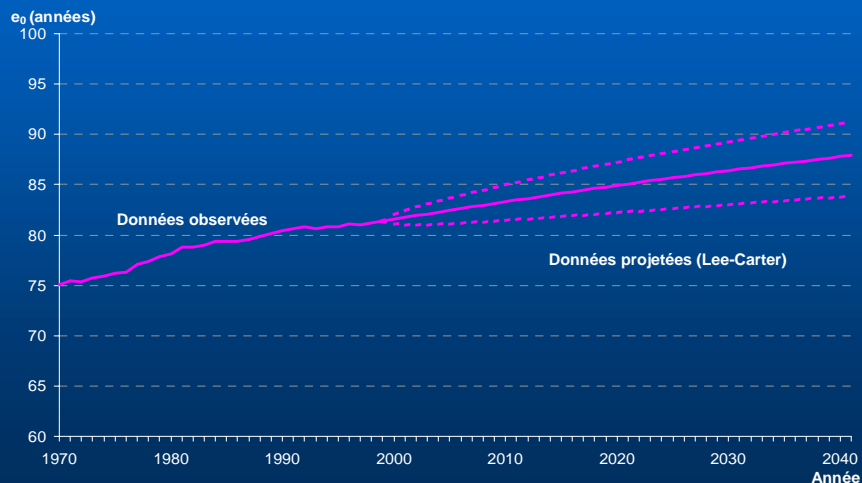
$b_x$  = rythme de changement du taux de mortalité à chaque âge

$k_t$  = paramètre du niveau de la mortalité au temps  $t$

$\varepsilon$  = résidu du modèle

- Les composantes de l'âge et du temps ont été déterminées sur la base d'une période ( $t$ ) de 30 ans (1970-1999) pour le sexe féminin au Québec.
- La projection de l'indice  $k_t$  est réalisé sur une période de 50 ans (2000-2050) ce qui permet de projeter les taux de mortalité et les espérances de vie pour la moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.

## Espérance de vie à la naissance ( $e_0$ ) avec intervalle de confiance à 95 %, sexe féminin, Québec, 1970-2041



Source : Paquette L. et Bourbeau, R. (en cours)

## Espérance de vie à la naissance ( $e_0$ ) selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		Statistique Canada (M)		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F	H	F
2001	75,60	81,82	75,60	81,82	75,70	82,10	...	81,75
2011	77,24	83,15	79,06	84,37			...	83,48
2021	78,80	<b>84,42</b>	82,36	<b>86,78</b>	79,20*	<b>83,80*</b>	...	<b>85,07</b>
2031	80,29	85,61	85,50	89,08			...	86,55
2041	81,72	<b>86,75</b>	88,52	<b>91,26</b>			...	<b>87,92</b>

\* : Année 2026.

## Espérance de vie à la naissance ( $e_0$ ) selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		RRQ		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F	H	F
2001	75,60	81,82	75,60	81,82	75,7	81,4	...	81,75
2011	77,24	83,15	79,06	84,37			...	83,48
2021	78,80	<b>84,42</b>	82,36	<b>86,78</b>	78,4*	<b>83,1*</b>	...	<b>85,07</b>
2031	80,29	85,61	85,50	89,08			...	86,55
2041	81,72	<b>86,75</b>	88,52	<b>91,26</b>	80,2†	<b>84,5 †</b>	...	<b>87,92</b>

\* : Année 2025; †: Année 2050

## Espérance de vie à 60 ans ( $e_{60}$ ) selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		RRQ		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F	H	F
2001	20,05	24,57	20,05	24,57	19,7	24,2	...	24,45
2011	21,20	25,57	22,59	26,57	...	...	...	25,70
2021	22,32	<b>26,54</b>	25,13	<b>28,54</b>	21,6*	<b>25,4*</b>	...	<b>26,91</b>
2031	23,42	27,48	27,68	30,47	...	...	...	28,08
2041	24,50	<b>28,39</b>	30,22	<b>32,37</b>	22,9 †	<b>26,5 †</b>	...	<b>29,20</b>

\* : Année 2025; †: Année 2050 ; ... = données non disponibles.

## Espérance de vie à 80 ans ( $e_{80}$ ) selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		RRQ		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F	H	F
2001	7,50	9,52	7,50	9,52	7,1	9,3	...	9,65
2011	8,03	10,05	8,92	10,76	...	...	...	10,38
2021	8,56	<b>10,59</b>	10,47	<b>12,06</b>	8,1*	<b>9,9*</b>	...	<b>11,10</b>
2031	9,11	11,13	12,12	13,41	...	...	...	11,81
2041	9,67	<b>11,68</b>	13,88	<b>14,81</b>	8,7 †	<b>10,6 †</b>	...	<b>12,51</b>

\* : Année 2025; †: Année 2050 ; ... = données non disponibles.

## Survivants pour 100 000 naissances à 60 ans selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F
2001	87 878	93 255	87 878	93 255	...	93 221
2011	89 577	94 236	91 040	94 879	...	94 454
2021	91 070	<b>95 076</b>	93 422	<b>96 109</b>	...	<b>95 449</b>
2031	92 326	95 790	95 159	97 055	...	96 257
2041	93 393	<b>96 400</b>	96 443	<b>97 762</b>	...	<b>96 916</b>

... = données non disponibles.

## Survivants pour 100 000 naissances à 80 ans selon le sexe, Québec, 2001 à 2041

Année	ISQ (R)		ISQ modifié		Lee Carter	
	H	F	H	F	H	F
2001	45 421	65 832	45 421	65 832	...	65 074
2011	50 639	69 646	56 034	72 598	...	69 740
2021	55 583	<b>73 149</b>	65 315	<b>78 253</b>	...	<b>73 891</b>
2031	60 256	76 309	73 104	82 874	...	77 551
2041	64 619	<b>79 150</b>	79 431	<b>86 592</b>	...	<b>80 756</b>

... = données non disponibles.

Espérance de vie à 60 ans ( $e_{60}$ ) selon  
les tables du moment et les tables de  
générations, sexe masculin, Québec  
(scénario de référence de l'ISQ)

Générations	Hommes	Années	Hommes	Écart (Génération-Année)
1941	21,69	2001	20,05	1,64
1951	22,90	2011	21,20	1,7
1961	24,09	2021	22,32	1,77
<b>1971</b>	<b>25,27</b>	<b>2031</b>	<b>23,42</b>	<b>1,85</b>
1981	26,38	2041	24,50	1,88

Espérance de vie à 60 ans ( $e_{60}$ ) selon  
les tables du moment et les tables de  
générations, sexe féminin, Québec  
(scénario de référence de l'ISQ)

Générations	Femmes	Années	Femmes	Écart (Génération-Année)
1941	26,31	2001	24,57	1,74
1951	27,34	2011	25,57	1,77
1961	28,33	2021	26,54	1,79
<b>1971</b>	<b>29,31</b>	<b>2031</b>	<b>27,48</b>	<b>1,83</b>
1981	30,24	2041	28,39	1,85

## Conclusions

- Progrès remarquables de la survie au Québec
- Changements importants du niveau et du profil de la mortalité
- Enjeux aux grands âges: compression ou expansion de la morbidité (mortalité); limite à la vie humaine
- La mortalité aux très grands âges: qualité des données et hypothèses d'évolution

## Conclusions (suite)

- Considérations pour les projections
- La vie moyenne a progressé et continue de le faire
- Tendence à une sous-estimation des gains. La réalité a toujours dépassé les perspectives faites dans le passé (Oeppen et Vaupel, 2002, Science, May 2002).
- L'âge maximal au décès a aussi progressé (données validées) (Wilmoth et al, Science, Sept. 2000)
- De plus en plus de centenaires et de supercentenaires.

## Conclusions (suite)

- Les hypothèses et leurs effets sur les résultats (le nombre de survivants - bénéficiaires) et le nombre d'années à vivre (période de prestation)
- Tendances des vingt ou trente dernières années
- Importance de l'approche longitudinale
- Poursuivre les efforts d'amélioration des données (validation)

## Aux sources de la longévité : Jeanne Calment (1875-1997), la doyenne de l'humanité



Chercheur au travail dans son laboratoire : le cimetière d'Arles, France, mai 2003.

# Quotients de mortalité selon l'âge des centenaires pour le Québec et quelques pays, sexe masculin

