

Cette présentation a été effectuée le 23 novembre 2007, au cours de la journée
« De nouvelles méthodes et perspectives d'analyse de l'état de santé de la population :
vers une surveillance plus analytique »
dans le cadre des Journées annuelles de santé publique (JASP) 2007. L'ensemble des présentations
est disponible sur le site Web des JASP, à l'adresse <http://www.inspq.qc.ca/archives/>.



Exemple d'application pratique de scénario prospectif

Scénarios prospectifs de la mortalité au Canada et selon les provinces, 2003 à 2031

Laurie Paquette
*Unité Études et analyses de l'état de santé de la population
Institut national de santé publique du Québec*

en collaboration avec :

Robert Bourbeau (Université de Montréal) **Laurent Martel** (Statistique Canada)

11es Journées annuelles de santé publique, *Laisser des empreintes durables*
Montréal, le 23 novembre 2007

Institut national de santé publique
Québec 



Le défi ...

Projeter de façon cohérente la mortalité de 10 provinces sur un horizon de 30 ans

- écart d'une province à l'autre
- écart entre les sexes

... la solution

Utilisation de la méthode développée par Nan Li et Ronald Lee (2005)

- solutionne le problème de la divergence entre les provinces
- solutionne le problème de la divergence entre les sexes

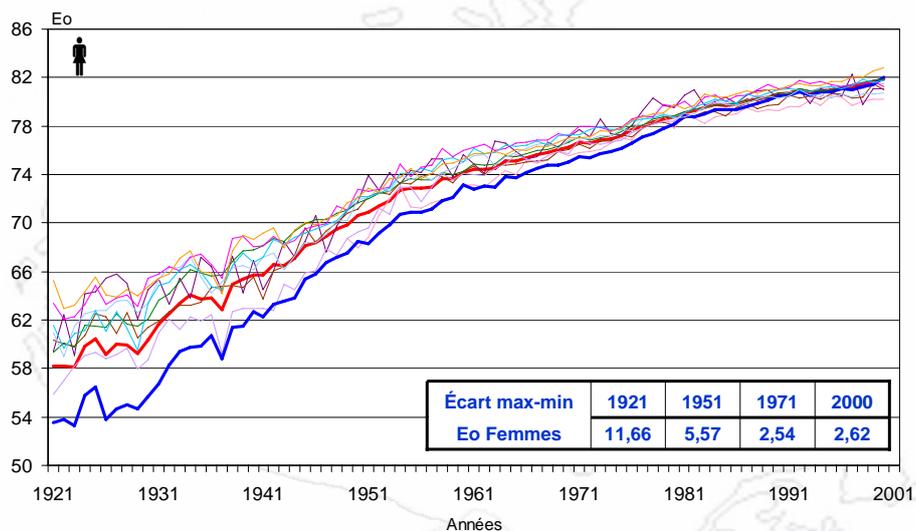
Institut national de santé publique
Québec 

Les données

Taux de mortalité par âge, sexe et province pour la période 1971-2002

- numérateur : décès par âge, sexe, province
 - sources : État Civil, Statistique Canada et BDLC (www.bdlc.umontreal.ca)
- dénominateur : estimations (intercensitaires définitives sauf pour 2002) de population par âge, sexe et province
 - source : Statistique Canada
 - données tenant compte du sous-dénombrement net des recensements de 1971 à 2001
 - révisées en 2003 pour toute la période 1971-2001

Évolution de l'espérance de vie par province, 1921-2000



— Canada — Terre-Neuve-et-Labrador — Île-du-Prince-Édouard — Nouvelle-Écosse
— Nouveau-Brunswick — Québec — Ontario — Manitoba
— Saskatchewan — Alberta — Colombie-Britannique

La méthode de projections par province : Li & Lee (2005)

Hypothèse :

Les pays, provinces ou régions impliqués dans la projection doivent présenter des conditions socioéconomiques analogues et d'importantes similitudes.

Paramètres :

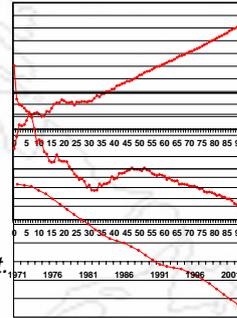
$\ln [m(x,t)]$ = Logarithme du taux de mortalité à l'âge x et au temps t .

$a(x)$ = 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 . →

$\varepsilon(x,t)$ = Résidu du modèle à l'âge x et au temps t .



La méthode de projections par province : Li & Lee (2005)

• Deux modèles : « **Common factor model** » et « **Augmented common factor model** »

• Common factor model :

$$\ln (m(x,t,i)) = a(x,i) + \mathbf{B(x)} \mathbf{K(t)} + \varepsilon(x,t)$$

• $\mathbf{B(x)}$ et $\mathbf{K(t)}$ sont calculés à partir des taux pour le Canada, sexes réunis

• Augmented common factor model :

$$\ln (m(x,t,i)) = a(x,i) + \mathbf{B(x)} \mathbf{K(t)} + \mathbf{b(x,i)} \mathbf{k(t,i)} + \varepsilon(x,t)$$

• Prend en compte le $\mathbf{B(x)}$ et $\mathbf{K(t)}$ commun mais aussi un $\mathbf{b(x,i)}$ et $\mathbf{k(t,i)}$ spécifique à chaque province. $\mathbf{b(x,i)}$ et $\mathbf{k(t,i)}$ prennent donc en compte les particularités de la mortalité de chaque province

Les étapes de la méthode de Li & Lee

- 1- Calcul du profil moyen de la mortalité selon l'âge
- 2- Calcul du rythme de changement du taux de mortalité à chaque âge et du paramètre du niveau de la mortalité au temps t avec la décomposition en valeurs singulières
- 3- Ajustement du paramètre du niveau de la mortalité au temps t avec le processus itératif de Newton-Raphson
- 4- Projection du paramètre du niveau de la mortalité au temps t avec le modèle de série chronologique univarié ARIMA qui se conforme le mieux aux données
- 5- Correction du paramètre du niveau de la mortalité au temps t projeté
- 6- Calcul des taux de mortalité modélisés et projetés
- 7- Calcul des taux de mortalité prolongés avec Coale-Kisker
Calcul des espérances de vie à la naissance avec des tables de mortalité
Choix du modèle de projection de la mortalité basé sur l'évolution de la mortalité

1- Le profil moyen de la mortalité selon l'âge

Common factor model et Augmented common factor model :

Période de référence : 1971 à 2002

$$a_{x,i} = \frac{1}{32} \sum_{t=1}^{32} \ln(m_{x,t,i})$$

Période de projection : 2003 à 2031

$$a_{x,i} = \ln(m_{x,2002,i})$$

2 - Le rythme de changement du taux de mortalité à chaque âge Le paramètre du niveau de la mortalité au temps t

Période de référence : 1971 à 2002

Matrices (91 x 32) : 91 lignes x 32 colonnes

: 91 années d'âge (0 à 90 ans et plus) x 32 années de calendrier (1971-2002)

- Common factor model

B(x) et **K(t)** sont obtenus par la décomposition en valeurs singulières de la matrice :

$$\left(\ln(m_{x,t,CANADA}) - a_{x,CANADA} \right)$$

- Augmented common factor model

b(x,i) et **k(t,i)** sont obtenus par la décomposition en valeurs singulières de la matrice :

$$\left(\ln(m_{x,t,i}) - a_{x,i} - B_x K_t \right)$$

Institut national
de santé publique
Québec

3 - Ajustement du paramètre du niveau de la mortalité au temps t

Période de référence : 1971 à 2002

- Common factor model

K(t) est ajusté avec le processus itératif de Newton-Raphson

Afin que :

l'espérance de vie à la naissance modélisée pour le Canada sexes réunis

corresponde exactement à

l'espérance de vie à la naissance observée pour le Canada sexes réunis

- Augmented common factor model

k(t,i) n'est pas ajusté

Institut national
de santé publique
Québec

4 - Projection du paramètre du niveau de la mortalité au temps t

Période de projection : 2003 à 2031

Common factor model et Augmented common factor model :

La projection du $K(t)$ ajusté et du $k(t,i)$ est réalisée à l'aide du modèle de série chronologique univarié ARIMA qui se conforme le mieux aux données

Indices et critères de sélection permettent de déterminer le modèle ARIMA qui se conforme le mieux aux données

5 - La correction du paramètre du niveau de la mortalité au temps t projeté

Période de projection : 2003 à 2031

• Common factor model :

La correction du $K(t)$ ajusté et projeté consiste à remplacer les valeurs initiales du $K(t)$ ajusté et projeté par :

les différences entre ces valeurs et la valeur initiale du $K(2002)$ ajusté et modélisé

Afin d'assurer :

un suivi réaliste entre :

- l'espérance de vie à la naissance observée pour le Canada sexes réunis
- l'espérance de vie à la naissance projetée pour le Canada sexes réunis

• Augmented common factor model

$k(t,i)$ projeté n'est pas corrigé

6 - Les taux de mortalité modélisés et projetés

Période de référence : 1971 à 2002

Taux de mortalité modélisés :

Common factor model :

$$\exp[\ln(m(x,t,i))] = \exp[a(x,i) + B(x) K(t) \text{ ajusté} + \varepsilon(x,t)]$$

Augmented common factor model :

$$\exp[\ln(m(x,t,i))] = \exp[a(x,i) + B(x) K(t) \text{ ajusté} + b(x,i) k(t,i) + \varepsilon(x,t)]$$

Période de projection : 2003 à 2031

Taux de mortalité projetés :

Common factor model :

$$\exp[\ln(m(x,t,i))] = \exp[a(x,i) + B(x) K(t) \text{ ajusté, projeté et corrigé} + \varepsilon(x,t)]$$

Augmented model :

$$\exp[\ln(m(x,t,i))] = \exp[a(x,i) + B(x) K(t) \text{ ajusté, projeté et corrigé} + b(x,i) k(t,i) \text{ projeté} + \varepsilon(x,t)]$$

7 - Les taux de mortalité prolongés Les espérances de vie à la naissance Le choix du modèle de projection de la mortalité

Période de référence et de projection :

Common factor model et Augmented common factor model :

Taux de mortalité prolongés :

La méthode Coale-Kisker (1990) permet d'étendre les taux de mortalité jusqu'au groupe d'âge ouvert de 110 ans et plus

Espérances de vie à la naissance :

Les espérances de vie sont obtenues avec des tables de mortalité basées sur les taux de mortalité calculés précédemment

Choix du modèle de projection de la mortalité :

Le choix du modèle s'appuie sur l'évolution de la mortalité observée et projetée



Choix du modèle : évolution de la mortalité

Province	Eo observée		Eo projetée en 2031	
	1971	2002	Common factor model	Augmented common factor model
Canada	76,6	82,2	86,0	85,6
Terre-Neuve-et-Labrador	75,9 (9)	80,9 (10)	85,1 (10)	84,9 (9)
Île-du-Prince-Édouard	77,3 (3)	81,3 (8)	85,6 (7)	85,6 (3)
Nouvelle-Écosse	76,3 (8)	81,5 (7)	85,3 (8)	85,3 (7)
Nouveau-Brunswick	76,5 (7)	82,0 (6)	85,8 (5)	85,8 (2)
Québec	75,4 (10)	82,1 (3)	85,8 (5)	85,4 (5)
Ontario	76,9 (6)	82,2 (2)	85,9 (3)	85,6 (3)
Manitoba	77,1 (4)	81,2 (9)	85,3 (8)	83,9 (10)
Saskatchewan	77,9 (1)	82,1 (3)	85,9 (3)	85,4 (5)
Alberta	77,6 (2)	82,1 (3)	86,1 (2)	85,0 (8)
Colombie-Britannique	77,1 (4)	82,9 (1)	86,7 (1)	86,9 (1)

Choix du modèle de projection de la mortalité

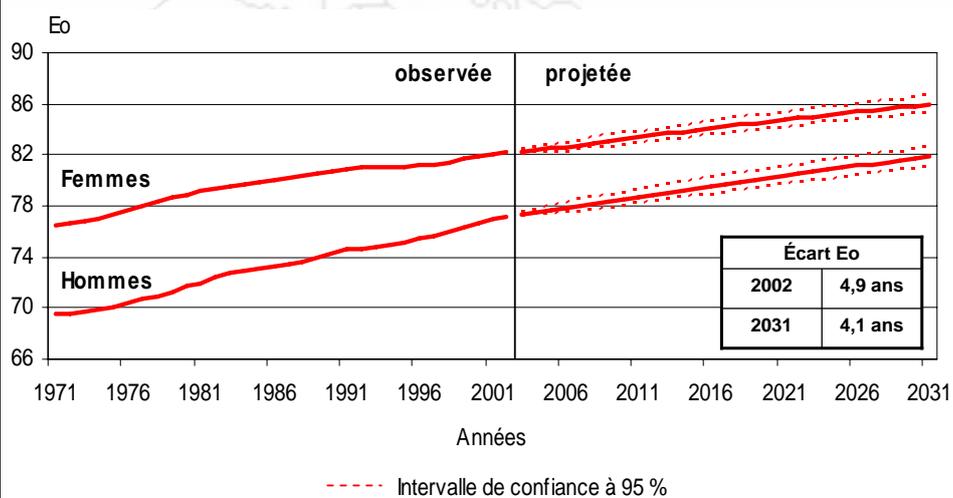
Analyse de l'évolution de la mortalité observée et projetée :

- ⇒ La tendance de la mortalité se poursuit de façon cohérente avec les deux modèles
- ⇒ Toutefois, le common factor model semble poursuivre plus adéquatement les tendances observées

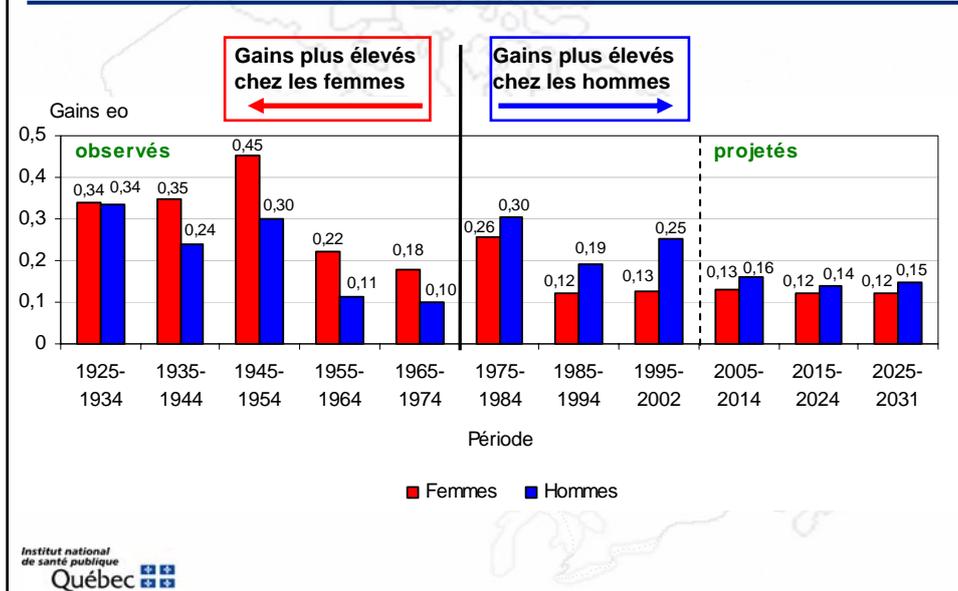
Choix du modèle de projection de la mortalité : Common factor model

- ⇒ Logique car forte similarité entre la mortalité des provinces
- ⇒ Dans le cas des provinces de petite taille, le paramètre du niveau de la mortalité au temps t du augmented common factor model est très instable

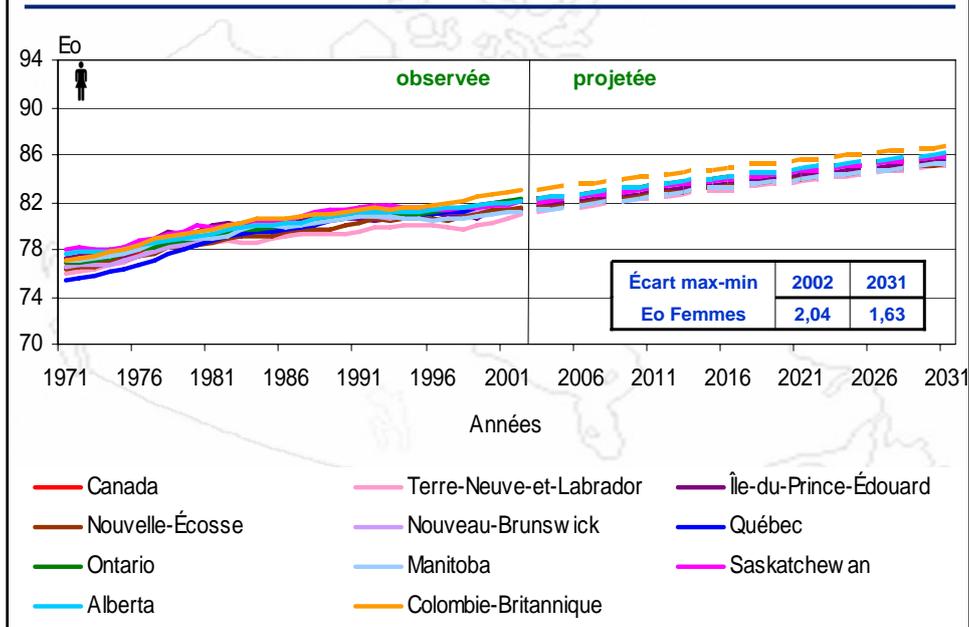
Espérance de vie observée et projetée avec le common factor model, selon le sexe, Canada



Gains annuels moyens de l'espérance de vie à la naissance observés et projetés avec le common factor model, par période de dix ans, selon le sexe, Canada



Espérance de vie à la naissance observée et projetée avec le common factor model, pour le Canada et par provinces, femmes

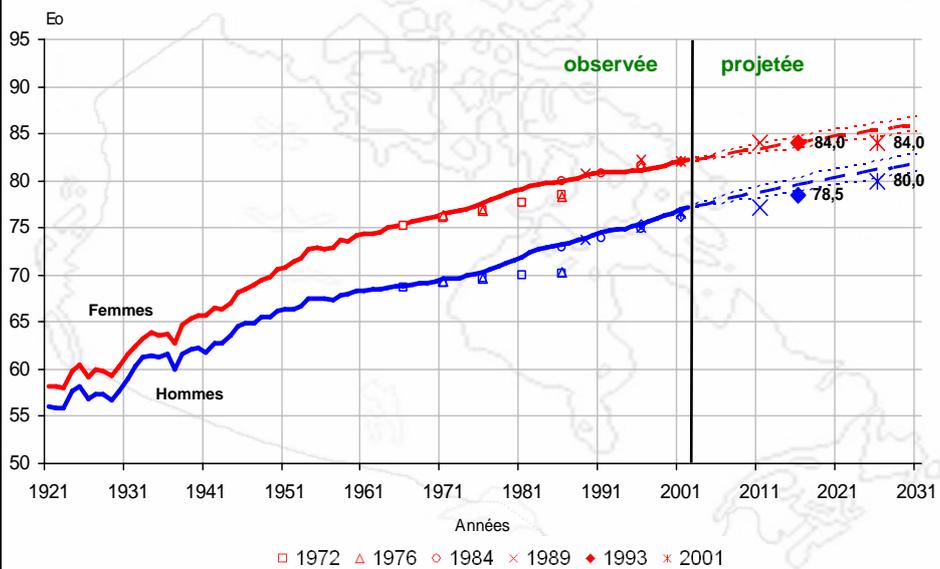


Écart de l'espérance de vie à la naissance entre les sexes, pour le Canada et par provinces

Province	Écart Eo	
	2002	2031
Canada	4,9	4,1
Terre-Neuve-et-Labrador	5,3	5,0
Île-du-Prince-Édouard	5,7	4,9
Nouvelle-Écosse	5,1	4,1
Nouveau-Brunswick	5,6	4,5
Québec	5,4	4,5
Ontario	4,5	3,8
Manitoba	5,2	4,2
Saskatchewan	5,8	4,6
Alberta	4,8	3,9
Colombie-Britannique	4,8	4,0

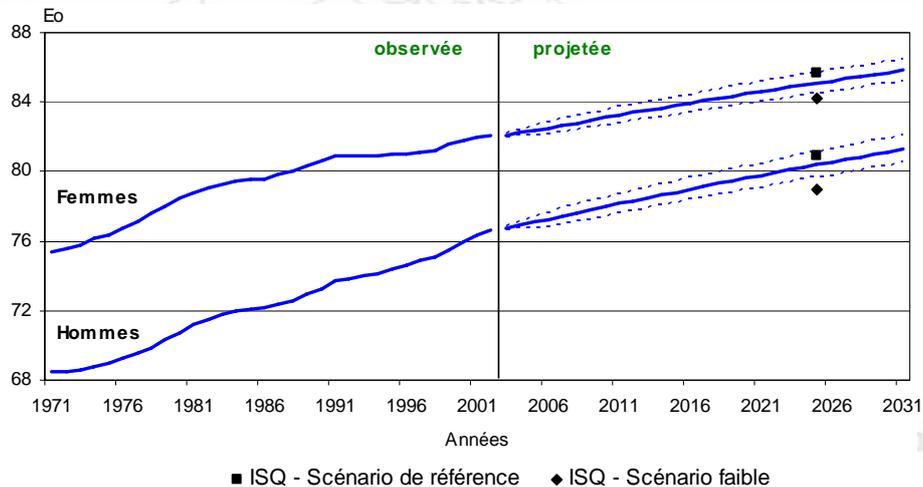
Institut national
de santé publique
Québec

Comparaisons entre nos projections de l'espérance de vie au Canada et les anciennes projections de Statistique Canada



Institut national
de santé publique
Québec

Comparaison entre nos projections de l'espérance de vie au Québec et les projections de l'Institut de la Statistique du Québec



Conclusion

Étapes à suivre dans l'élaboration de scénarios prospectifs :

- ⇒ choix de la méthodologie
- ⇒ hypothèses et données
- ⇒ procédés méthodologiques
- ⇒ analyses des résultats (s'assurer de la cohérence)

De plus :

- ⇒ être à l'affût des nouvelles méthodes de projection
- ⇒ être attentif aux limites des méthodes de projection

Notre exemple d'application pratique de scénario prospectif :

- ⇒ base sur laquelle développer lors de l'élaboration de futurs scénarios prospectifs
- ⇒ application possible à des projections régionales, tels que régions sociosanitaires



Merci de votre attention !

Pour plus d'informations :

laurie.paquette@inspq.qc.ca

laurent.martel@statcan.ca

robert.bourbeau@umontreal.ca