

# Mortalité : Elimination de certaines causes de décès et projections

Séverine Arnold (-Gaille)  
(en collaboration avec Daniel Alai et Michael Sherris)

Conférence-Débat de l'Institut des Actuaire  
19 décembre 2013, Paris

# Table des matières

Introduction

Données

Théorie

Multinomial logit models

Modification des causes de décès

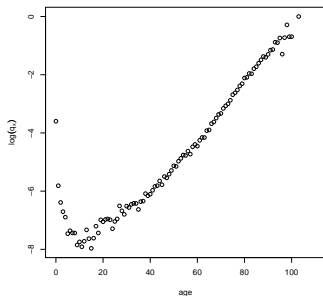
Application

Résultats

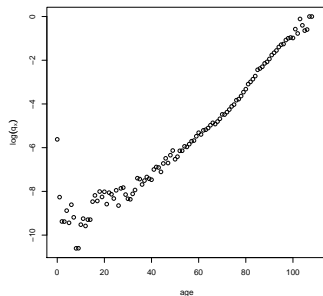
Projections

Conclusion

## Pourquoi devrions-nous nous intéresser aux causes de décès?



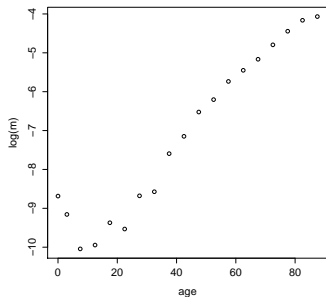
(a) 1950



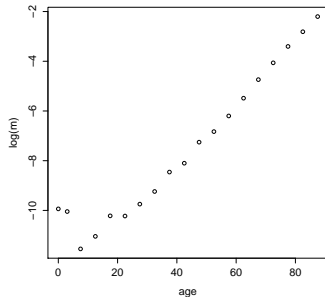
(b) 2005

Figure: Le log de la mortalité selon l'âge, Suisse, femmes

## Pourquoi devrions-nous nous intéresser aux causes de décès?



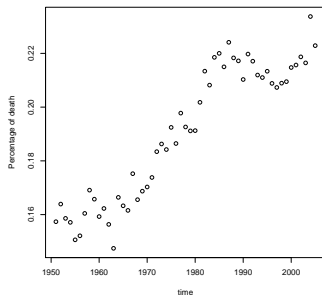
(a) Cancer



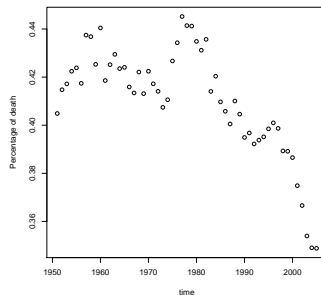
(b) Appareil circulatoire

Figure: Le log de la mortalité selon l'âge, Suisse, femmes, 1955

## Pourquoi devrions-nous nous intéresser aux causes de décès?



(a) Cancer



(b) Appareil circulatoire

Figure: Proportion de décès par cause, âges 65 et plus, Suisse, femmes

## Pourquoi si peu d'actuares sont intéressés par les causes de décès?

Plusieurs problèmes doivent être considérés:

- ▶ Différences dans les interprétations des règles internationales, dans les pratiques de classification et dans la formation des médecins/praticiens;
- ▶ Classification des causes de décès moins fiable aux âges élevés, âges pour lesquels la plupart des décès se produisent (imprécision dans l'âge du décès, erreur d'échantillonnage);
- ▶ Différentes causes de décès affectent différents âges;
- ▶ Causes multiples;
- ▶ Erreurs de classification;
- ▶ ...

## Pourquoi si peu d'actuaire sont intéressés par les causes de décès?

Plusieurs problèmes doivent être considérés:

- ▶ ...
- ▶ Causes de décès = risques en compétition → une dépendance existe.

[Booth and Tickle(2008)] and [Richards(2009)]

## But de ce travail

**Quel objectif?** Avoir une meilleure compréhension de la mortalité par cause de décès

- en particulier de la dépendance existant entre causes
- afin d'améliorer les modèles de projection existant



## Données

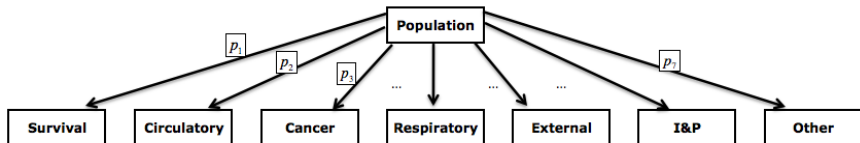
### Pays:

- ▶ USA (1950 - 2007)
- ▶ Japon (1950 - 2009)
- ▶ France (1952-2008)
- ▶ Angleterre et Pays de Galles (1950 - 2009)
- ▶ Italie (1951 - 2003)
- ▶ Australie (1950 - 2004)
- ▶ Suède (1951 - 2010)
- ▶ Suisse (1951 - 2007)
- ▶ Singapour (1955 - 2009)
- ▶ Norvège (1951 - 2009)

### Causes de décès:

- ▶ Maladies de l'appareil circulatoire
- ▶ Cancers
- ▶ Maladies de l'appareil respiratoire
- ▶ Causes externes (principalement: accidents)
- ▶ Maladies infectieuses et parasitaires

## Multinomial logit models



- ▶ Utilisé pour des catégories non ordrées

## Multinomial logit models

$$\log \left( \frac{q_1(x, t)}{p(x, t)} \right) = a_x^{(1)} + b_x^{(1)} \cdot t + c_x^{(1)} \cdot t^2$$

$$\log \left( \frac{q_2(x, t)}{p(x, t)} \right) = a_x^{(2)} + b_x^{(2)} \cdot t + c_x^{(2)} \cdot t^2$$

...

$$\log \left( \frac{q_6(x, t)}{p(x, t)} \right) = a_x^{(6)} + b_x^{(6)} \cdot t + c_x^{(6)} \cdot t^2$$

Les probabilités *logit* dépendent d'un ensemble de facteurs: l'âge et un effet de période.

→ chaque âge a son propre effet de période

## Choc dans le modèle multinomial

HYPOTHESE: Si une cause en compétition est éliminée, sa probabilité est redistribuée proportionnellement aux autres causes.

$$\Rightarrow p(x, t)^{multinomial} < p(x, t)^{Chiang}$$

## L'ajustement est-il bon?

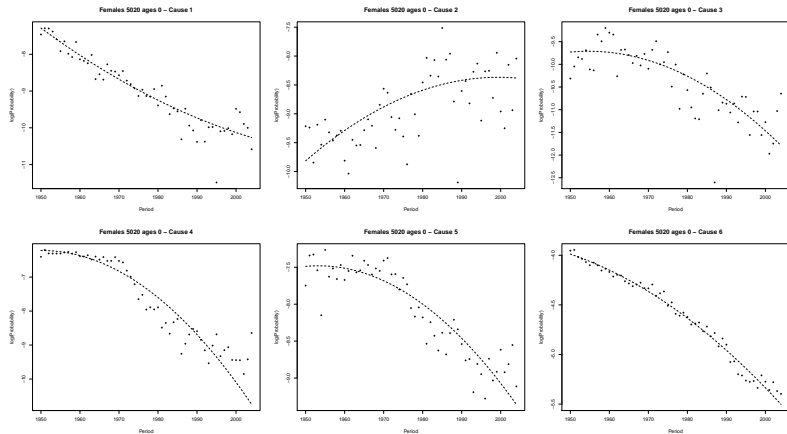


Figure: Données versus le modèle à l'âge 0, femmes, Australie

## L'ajustement est-il bon?

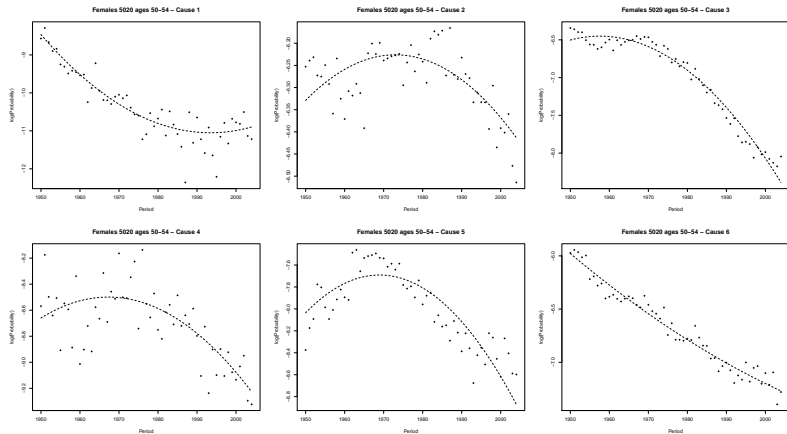


Figure: Données versus le modèle pour le groupe 50-54 ans, femmes, Australie

## L'ajustement est-il bon?

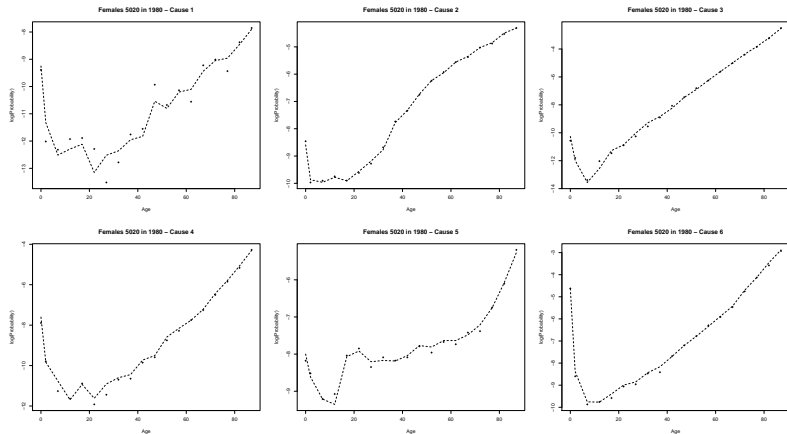


Figure: Données versus le modèle en 1980, femmes, Australie

## L'ajustement est-il bon?

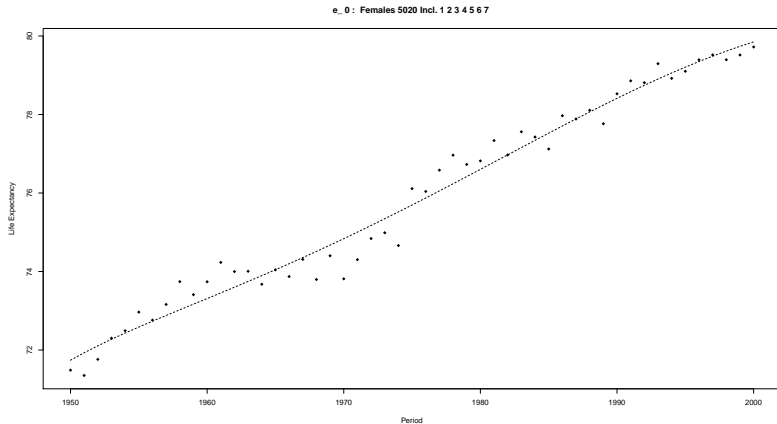


Figure: Espérance de vie à l'âge 0, femmes, Australie



## Quel serait l'impact d'une cure contre le cancer?

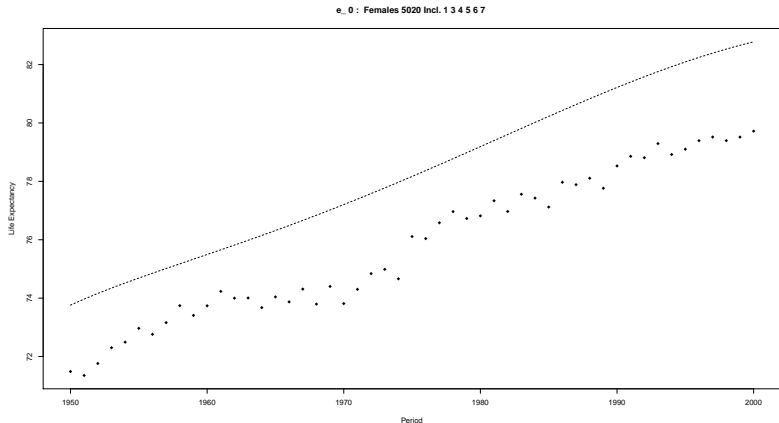


Figure: Espérance de vie à l'âge 0, femmes, Australie

## Quel serait l'impact d'une cure contre le cancer?

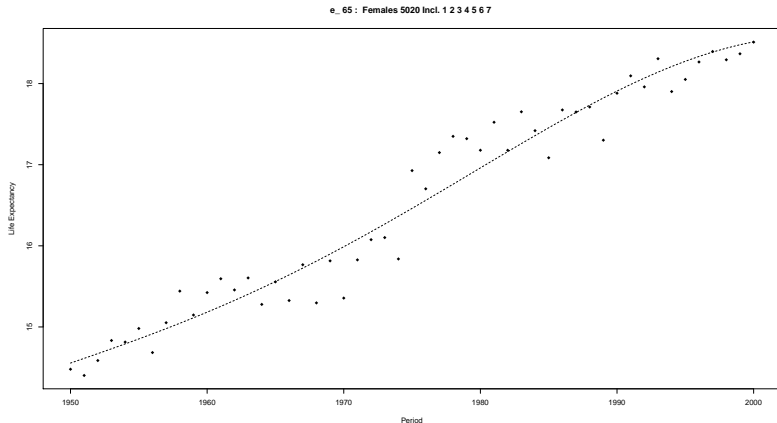


Figure: Espérance de vie à l'âge 65, femmes, Australie

## Quel serait l'impact d'une cure contre le cancer?

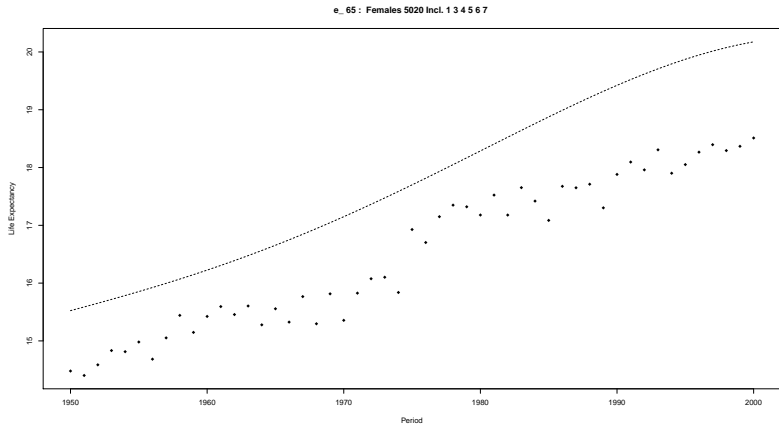


Figure: Espérance de vie à l'âge 65, femmes, Australie

## Prochaine étape

Peut-on utiliser de tels modèles pour des projections?

## Projection de la mortalité par cause

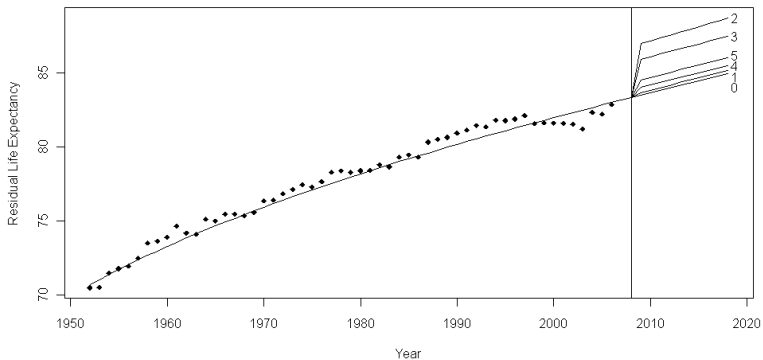


Figure: Espérance de vie à l'âge 0, femmes, France

## Projection de la mortalité par cause - suite

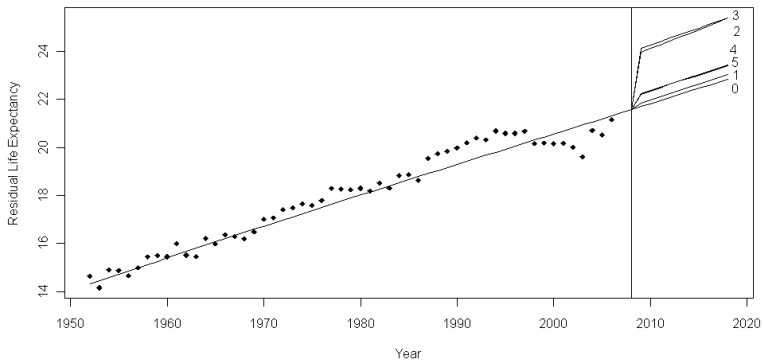


Figure: Espérance de vie à l'âge 65, femmes, France

## Quelques remarques

- ▶ Le modèle "Multinomial logit" est un outil intéressant et simple à comprendre/utiliser
  - très utile pour une analyse des impacts de l'élimination de certaines causes de décès
  - permet une implémentation simple de divers relations de dépendance, par exemple si des liens entre causes sont connus
  - être cependant prudent lors de son utilisation pour des projections
- Ces modèles doivent encore être d'avantage développés

## Bibliographie



H Booth and L Tickle.

Mortality modelling and forecasting: A review of methods.  
*Annals of Actuarial Science*, 3:3–43, 2008.



S J Richards.

Selected issues in modelling mortality by cause and in small populations.  
*British Actuarial Journal*, 15:267–283, 2009.



Merci pour votre attention!