

Journées d'économétrie et d'économie de  
l'Assurance

## **Longévité : Assurabilité et limites**

23 Octobre 2009

Olivier CABRIGNAC

**SCOR**  
Global Life

# Longévité : assurabilité et limites

---

- Assurabilité et longévité une question iconoclaste ?
- Conditions d'assurabilité
- Le risque de longévité : un risque multiforme
- Les projections de mortalité et leurs limites
- La longévité un risque assurable ?

# Assurabilité et longévité une question iconoclaste ?

L'industrie de l'assurance, les systèmes de protections sociales proposent depuis des années des couvertures d'assurance en cas de vie. Le transfert de ces risques vers les marchés financiers émergent depuis quelques années. Pourquoi remettre en cause l'assurabilité de ces risques ?

# Assurabilité et longévité une question iconoclaste ?

---

- Il n'existe que des solutions partielles de couverture (pas de garantie sur l'intégralité de la vie humaine),
- Un examen de l'évolution des modèles fait apparaître des changements parfois assez drastiques de point de vue à quelques années d'intervalle, comment croire à leur pertinence,
- l'Horizon peut-être très long, il est donc difficile de connaître aujourd'hui la pertinence de l'évaluation des risques,
- On sait cerner un risque catastrophique Décès (qui peut être immédiat), moins un risque de survie (qui peut être tendanciel ou immédiat à effet tendanciel),
- Même si on peut définir des événements « catastrophiques » il est difficile de tenir compte de chocs dans la projection ?
- La dimension financière des flux a toujours été considérée comme la solution au risque de longévité. Le risque qui pèse sur les actifs peut conduire à l'effet inverse.
- Le transfert vers les marchés financiers présenté comme la solution ultime en matière de transfert de risque ne résoudra pas tout.
- Il existe une dimension systémique dans le risque de longévité

# Conditions d'assurabilité

Il existe de nombreuses définitions de l'assurabilité. Si on se réfère à BERLINER (1982), on peut déterminer 9 critères d'assurabilité :

- Il existe un risque qui doit être mesurable
- ~~L'intensité de la sinistralité est gérable~~
- ~~La survenance des sinistres n'est pas ou peu corrélée~~
- Un niveau de sinistre moyen modéré
- Une fréquence raisonnablement importante
- Le niveau de prix est adéquat et abordable
- Les garanties sont acceptables
- Cohérence avec les valeurs sociétales et la politique publique
- Couverture autorisée par le cadre juridique et réglementaire

Mutualisation Possible

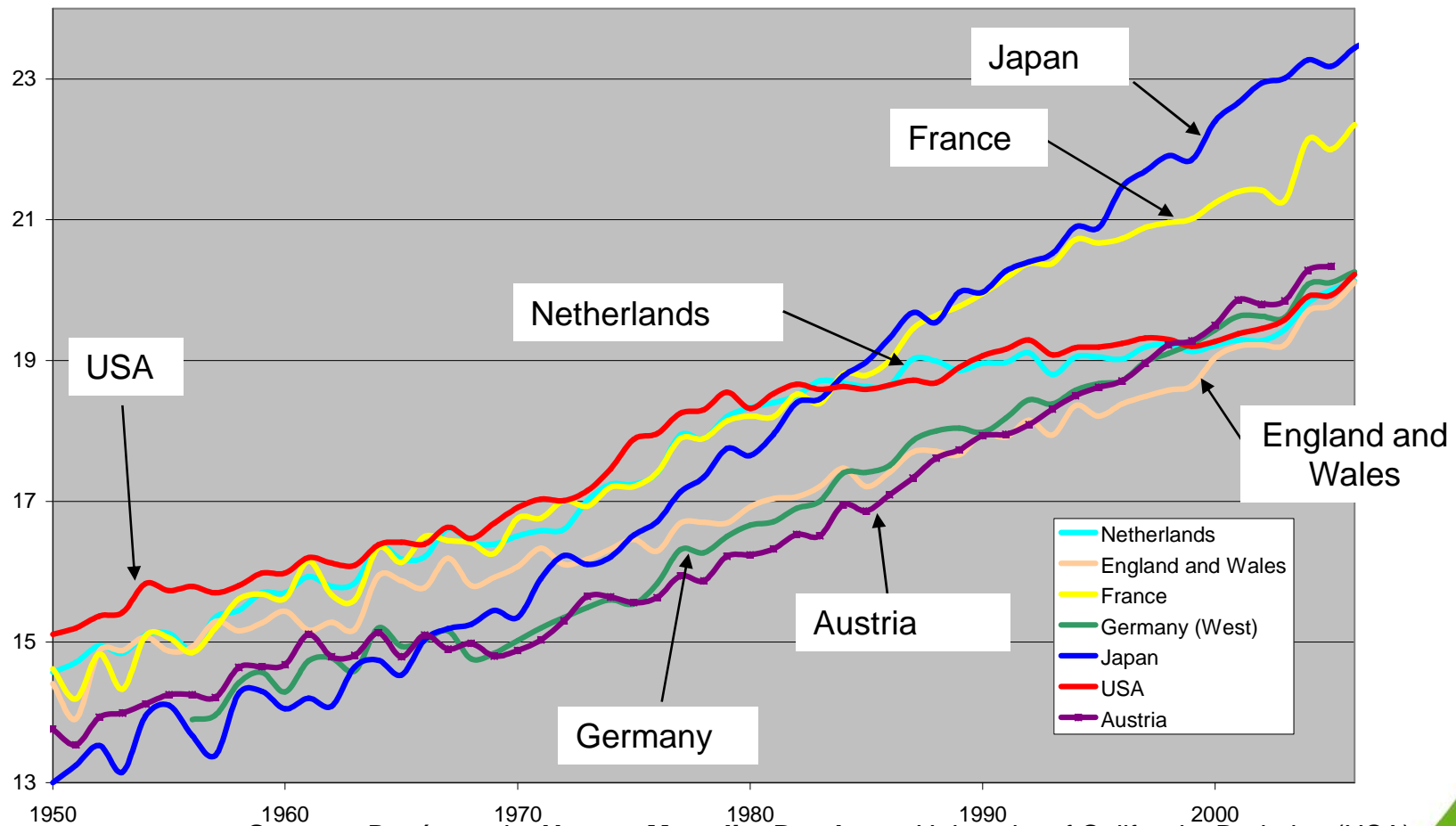
∃ Offre et demande

On ajoute souvent deux autres critères susceptibles de garantir la présence d'un marché (GOLLIER (2005))

- ~~Les capacités du marché sont suffisantes pour garantir un marché~~
- ~~Pas d'avantage unilatéral à la couverture~~

# Conditions d'assurabilité

## Ev(65) – Population féminine



Source : Basée sur la **Human Mortality Database**. University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Disponible à [www.mortality.org](http://www.mortality.org) (September 2008)

# Conditions d'assurabilité

---

**La tendance d'amélioration est visible dans la plupart des pays développés, le risque sur une erreur d'évaluation de la tendance existe et est peu ou pas diversifiable.**

# Le risque de longévité : un risque multiforme

## Composants du risque de longévité

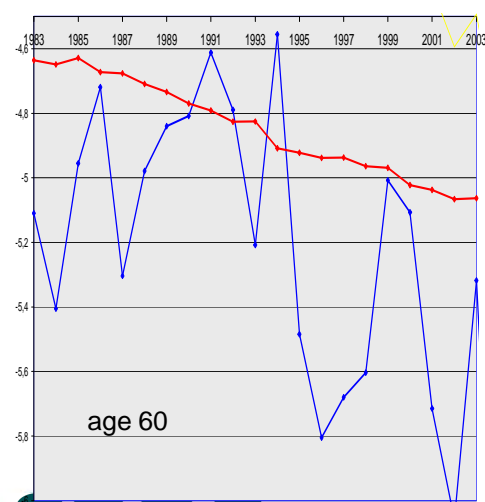
### *Volatilité due à des oscillations « naturelles » autour de la tendance:*

Variabilité annuelle autour de la moyenne due à des chocs non pris en compte dans la tendance (épidémie, conséquences climatiques...).

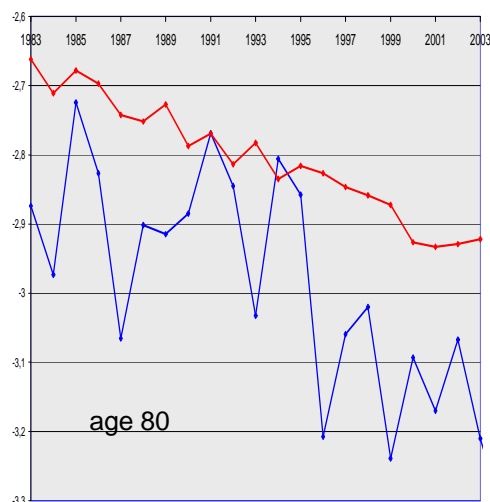
### *Volatilité liée à la taille de l'échantillon et/ou hétérogénéité du portefeuille :*

Plus le portefeuille sera petit moins il permettra la mutualisation. Si les populations sont de plus très hétérogènes et matière de risque et de rente, l'impact peut être amplifié.

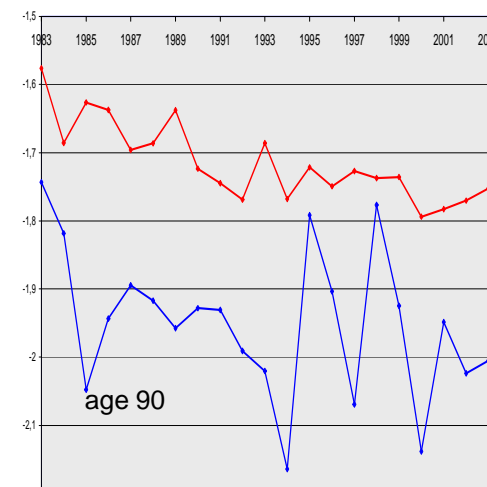
*Death rates for the general population (ONS) and for pensioners (CMI) on the log scale, females :*



**SCOR**  
Global Life



Olivier CABRIGNAC – 23 Octobre 2009





# Le risque de longévité : un risque multiforme

## Longevity risk components

### *Risque de Tendance*

L'amélioration de la tendance n'est pas un risque diversifiable, elle affecte l'intégralité du portefeuille et ne peut être compensée par la loi des grands nombres.

### *Biais d'estimation sur le niveau de mortalité présent*

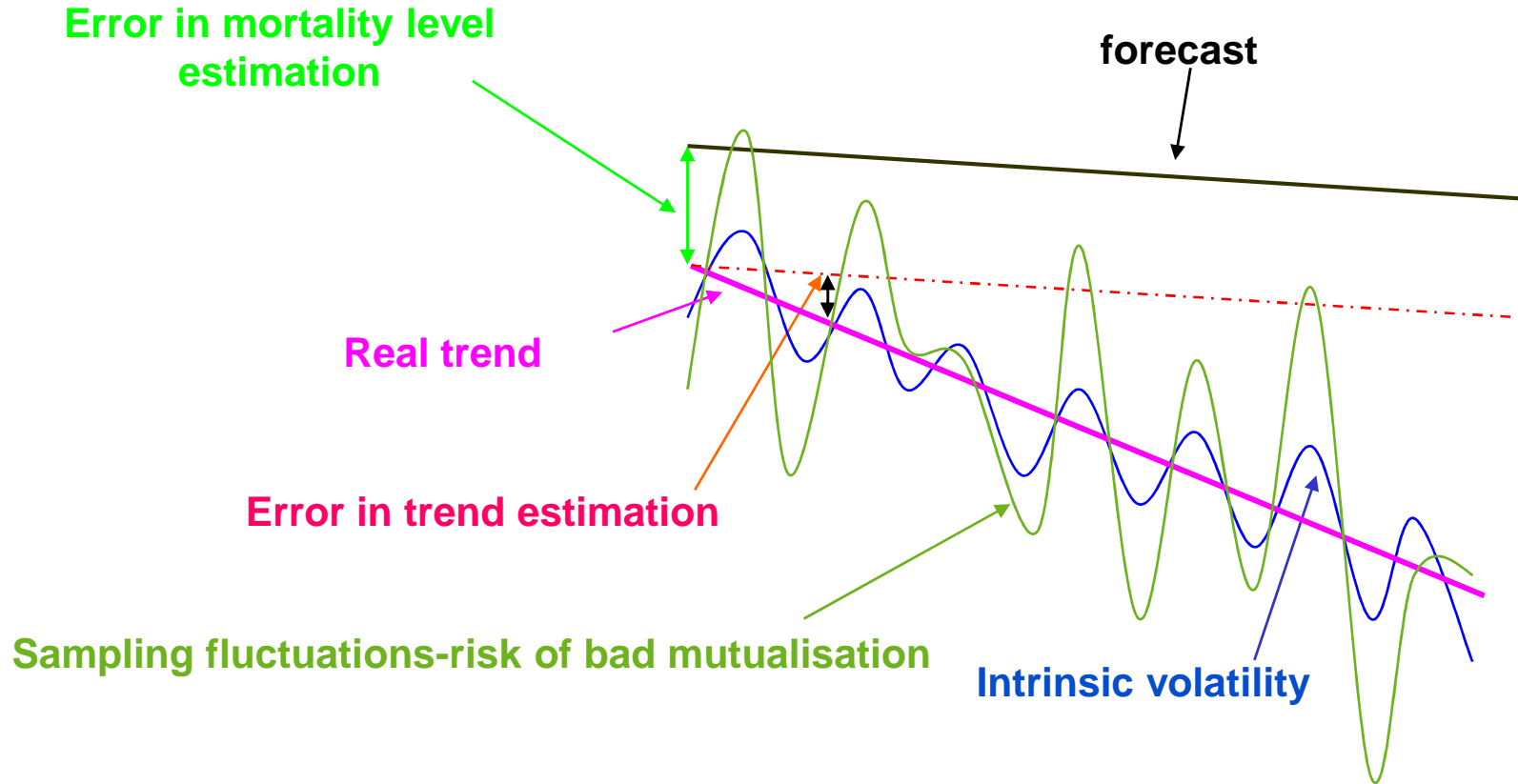
Erreur de sur l'estimation de la mortalité à l'origine au vu de l'expérience. Plus le portefeuille est réduit plus l'erreur d'estimation est importante

*Augmentation de l'annuité et surplus d'intérêt technique nécessaire pour la compenser (TGH05/TGF05  $i=3\%$ ):*

	females				males			
	Doubled improvements		Mortality level at 80% of the expected		Doubled improvements		Mortality level at 80% of the expected	
	pension value	interest rate	pension value	interest rate	pension value	interest rate	pension value	interest rate
55	+5.4%	+32bp	+3.1%	+19bp	+6.7%	+42bp	+3.7%	+24bp
65	+5.7%	+43bp	+4.7%	+36bp	+7%	+57bp	+5.7%	+48bp
75	+5.2%	+55bp	+7.6%	+80bp	+6.3%	+74bp	+9.1%	+107bp
85	+3.6%	+60bp	+13.2%	+207bp	+4.3%	+84bp	+15.4%	+281bp

# Le risque de longévité : un risque multiforme

## Longevity risk components



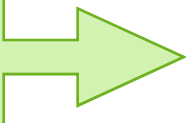
Mutualisation risk

# Le risque de longévité : un risque multiforme

## Longevity risk components

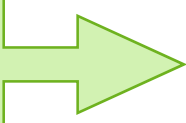
---

Prévisions court-terme



Incertitude liée aux **fluctuations annuelles** et aux **erreurs d'échantillon (niveau et fluctuations)**

Prévisions long-terme

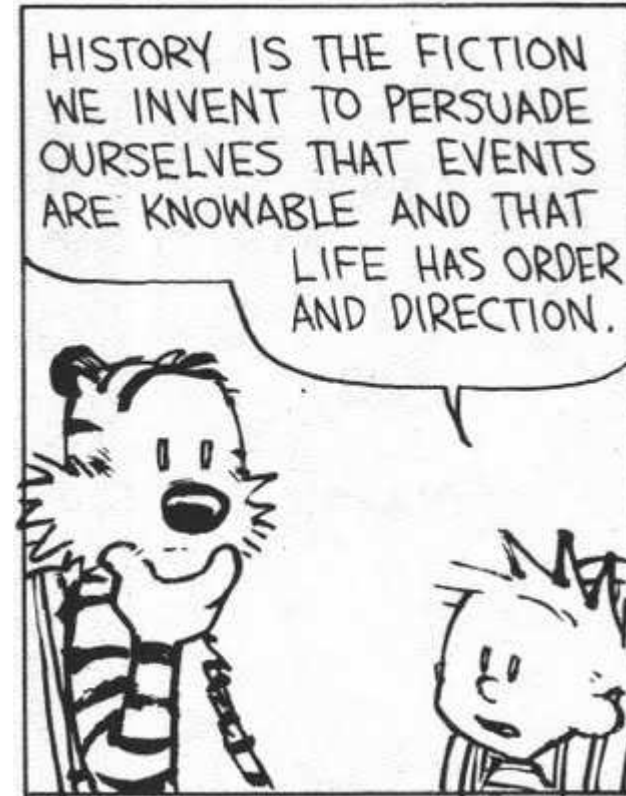


Incertitude liée à **l'estimation du trend** et à son **évolution** (voire **erreurs d'échantillon**)

# Les projections de mortalité et leurs limites (1)

**Une projection de mortalité  
=  
Un historique de données  
+  
Un modèle  
+  
Un horizon de projection**

**Quelle stabilité pour les projections ?**



## Les projections de mortalité et leurs limites (2)

**Préambule : Impact d'un historique de données dont le périmètre change : exemple le cadre réglementé de la France.**

**Table utilisée pour la tarification des rentes viagères**

- **Entre 1987 et 1993 : TV 73-77 - Population Générale Féminine du moment**
- **Entre 1993 et 1993 : TV 88-90 - Population Générale Féminine du moment réactualisée**
- **Entre 1993 et 2006 : TPG ou TPRV 93 – Population Générale Féminine prospective**
- **A partir de 2007 : TGH/TGF-05 – Table d'assurés par sexe prospective**

## Les projections de mortalité et leurs limites (3)

### Souscription d'une RVI en 1996 selon différentes conditions réglementaires (1)

Génération	TV73-77	TV88-90	TPG93	TGH05	TGF05
1965	47,82	+6,40%	+20,45%	+21,93%	+29,50%
1955	38,30	+7,82%	+22,93%	+22,39%	+32,06%
1945	29,19	+9,67%	+23,06%	+22,46%	+35,54%
1935	20,61	+12,39%	+26,31%	+22,90%	+41,33%
1925	12,81	+16,24%	+28,74%	+23,70%	+50,13%
1915	6,85	+17,35%	+28,79%	+22,53%	+58,08%

### Avons-nous à présent une bonne vision du risque ?

(1) Nous avons retenu à titre illustratif les conditions potentiellement en vigueur en 1993 (TV73-77 puis TV 88-90) alors que nous nous plaçons en 1996 les données relatives aux TGH-TGF05 ne nous permettant pas une évaluation en 1993.  $i=0\%$

## Les projections de mortalité et leurs limites (4)

- **Risque sous-jacent sur le trend :**
  - **Le trend de la population général est-il fiable ?**
  - **La relation entre population d'assurés et générale est elle bien prise à l'origine et dans le temps ?**
  - **Quid d'un choc (réglementaire ou fiscal) susceptible de changer la nature de la population assurée et son profil de risque**
- **Risque d'erreur d'échantillonnage (700 K rentiers, 1,3M RVD, observés entre 1993 et 2002, pour 2M lignes)**
- **Hétérogénéité du portefeuille (obligatoire et facultatif non distingués)**

*Si on peut s'affranchir du manque de données sur les populations d'assurés on résoud le problème et seul le risque de trend subsiste ?*

# Les projections de mortalité et leurs limites (5)

## Une méthodologie fréquemment renouvelée : Exemple du UK

Première table de mortalité d'expérience 1843 (*Seventeen Offices Experience*), CMI fondé en 1924 chargé de la collecte des données et de l'analyse des risques vie, travaux publiés depuis 1973 dans le CMIR. Exposition quadriennale 99-02 de plus de 2 M de pensionnés (groupe), 1,6M de pensionnés individuels, 17,5 M de RVD individuelles

**1990** : Application de facteurs de réduction (RF) sur série « 80 »

$$RF(x,t) = \alpha(x) + [1 - \alpha(x)] \cdot (0.4)^{t/20} \quad \alpha(x) = \begin{cases} 0.5 & x < 60 \\ \frac{x-10}{100} & 60 \leq x \leq 110 \\ 1 & x > 110 \end{cases}$$

$$RF(x,t) = \alpha(x) + [1 - \alpha(x)] \cdot [1 - f(x)]^{t/20}$$

**1999** : RF sur série « 92 »

$$\alpha(x) = \begin{cases} 0.13 & x < 60 \\ 1 + 0.87 \cdot \frac{(x-110)}{50} & 60 \leq x \leq 110 \\ 1 & x > 110 \end{cases} \quad f(x) = \begin{cases} 0.55 & x < 60 \\ \frac{(110-x) \cdot 0.55 + (x-60) \cdot 0.29}{50} & 60 \leq x \leq 110 \\ 0.29 & x > 110 \end{cases}$$

**2002** : Facteur d'amélioration insuffisant surtout pour les Hommes, prise en compte de l'effet Cohorte CMI (2002a,2002,b)

**2003** : Instauration des méthodes Short, Medium, Long Cohort sur la « Golden Cohort »

**2007** : Mise en place des bibliothèques de projection (P-splines age-period, P-splines age-cohort, LC...)



# Les projections de mortalité et leurs limites (6)

Une méthodologie fréquemment renouvelée : Exemple du UK

UK: PXA92 PCXA00 + projection method

Age	Males	Females
60	from <b>1.55%</b> (Short Cohort) to <b>12.28%</b> (PSAP_ONS_2005_50)	from <b>1.2%</b> (LC_ONS_2005_Central) to <b>8.36%</b> (PSAC_ONS_2005_50)
65	from <b>2.86%</b> (LC_Ass_2005_Central) to <b>15.99%</b> (PSAP_ONS_2005_50)	from <b>1.78%</b> (LC_ONS_2005_Central) to <b>6.98%</b> (Long Cohort)
70	from <b>4.29%</b> (LC_Ass_2005_Central) to <b>19.53%</b> (PSAP_ONS_2005_50)	from <b>1.92%</b> (LC_ONS_2005_Central) to <b>10.21%</b> (PSAC_ONS_2005_50)
80	from <b>5.45%</b> (LC_ONS_2005_Central) to <b>20.17%</b> (PSAP_ONS_2005_50)	from <b>-0.23%</b> (Short Cohort) to <b>6.73%</b> (Long Cohort)

## Les projections de mortalité et leurs limites (7)

- **Des modèles de projection de plus en plus sophistiqués et de plus en plus nombreux pouvant conduire à des projections très différentes**
- **Une projection dépendante de la longueur de l'historique retenu**
- **Ce dernier point est compensé par le recours de plus en plus fréquent à des avis d'experts pour les extrapolations à long terme. On remplace la subjectivité du choix de l'intervalle d'observation par la subjectivité de l'expert**



# Les projections de mortalité et leurs limites (8)

Une profusion de modèles de projection parfois lacunaires ....

**Lee-Carter (1992)** : Pas d'effet Cohorte

**Renshaw-Haberman (2006)** : Extension du modèle LC avec effet cohorte

**Currie (2006) - P-Splines** : modèle age-période-cohorte simplifié de Renshaw-Haberman; grosse sensibilité à la période d'observation

**Cairns, Blake and Dowd (2006-)** : modèle à 2 facteurs+ variantes avec effet cohorte

Cependant, **DOWD K., et al. (2008)** entre autre ont démontré la relative robustesse des modèle de Lee-Carter et CBD sur un jeu de données Angleterre+Galles



# Les projections de mortalité et leurs limites (8)

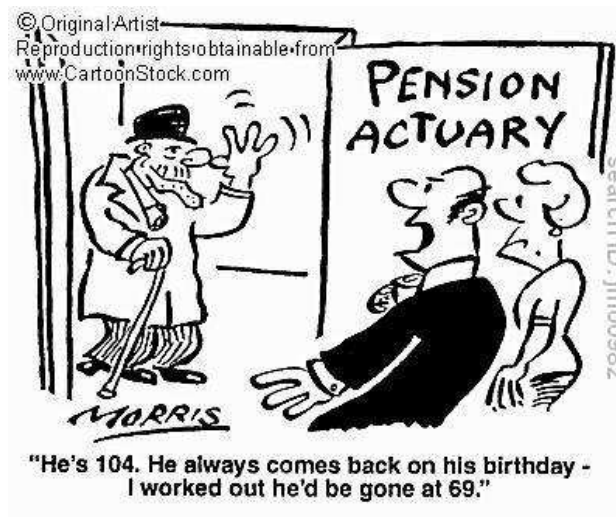
Des modèles fortement dépendants de la chronique retenue

La projection des tendances passées n'est stable qu'à court voire moyen terme, au-delà la prévision doit être confrontée à l'avis d'experts (ALHO (2005), KEILMAN (2005))

evx CBD (M5) vs LC (M1)	2006	2026	2046	2066	2086	2106
40	100,00%	101,55%	102,58%	102,10%	101,42%	100,85%
50	100,00%	101,93%	103,41%	102,85%	101,99%	101,26%
60	100,00%	102,87%	104,91%	104,06%	102,83%	101,79%
70	100,00%	106,17%	108,27%	106,38%	104,28%	102,64%
80	100,00%	116,20%	116,36%	111,40%	107,21%	104,32%
90	100,00%	136,30%	132,38%	121,91%	113,91%	108,67%

**Source** : Human Mortality Database, France, Pop Fem., University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Disponible à [www.mortality.org](http://www.mortality.org) (September 2008)

Modélisé par Lifemetrics (JP Morgan) sous R. evx du moment



# Les projections de mortalité et leurs limites (9)

## Des modèles fortement dépendants de la chronique retenue

evx-LC86-06 vs LC46-06	2006	2026	2046	2066	2086	2106
40	100,00%	99,89%	100,01%	100,06%	100,07%	100,06%
50	100,00%	100,06%	100,16%	100,17%	100,14%	100,10%
60	100,00%	100,34%	100,39%	100,31%	100,23%	100,16%
70	100,00%	100,78%	100,71%	100,51%	100,34%	100,23%
80	100,00%	101,23%	101,07%	100,76%	100,51%	100,34%
90	100,00%	100,69%	100,75%	100,67%	100,55%	100,44%

evx-LC86-06 vs LC46-06	2006	2026	2046	2066	2086	2106
40	100,00%	99,79%	100,17%	100,29%	100,27%	100,22%
50	100,00%	100,36%	100,80%	100,83%	100,68%	100,52%
60	100,00%	101,27%	101,72%	101,53%	101,18%	100,85%
70	100,00%	102,67%	102,93%	102,37%	101,72%	101,21%
80	100,00%	105,23%	105,06%	103,85%	102,70%	101,86%
90	100,00%	104,93%	105,70%	105,04%	103,99%	103,01%

**Source** : Human Mortality Database, France, Pop Fem., University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Disponible à [www.mortality.org](http://www.mortality.org) (September 2008)

Modélisé par Lifemetrics (JP Morgan) sous R. evx du moment

# Les projections de mortalité et leurs limites (10)

## Des modèles fortement dépendants de la chronique retenue

evx-LC88-06 vs LC46-06	1946	1966	1986	2006	2026	2046
40	100,24%	100,08%	99,90%	99,87%	99,87%	99,90%
50	100,30%	100,10%	100,04%	100,03%	100,03%	100,04%
60	100,40%	100,35%	100,31%	100,27%	100,23%	100,20%
70	100,85%	100,79%	100,68%	100,56%	100,46%	100,37%
80	101,29%	101,17%	101,00%	100,82%	100,67%	100,54%
90	100,78%	100,77%	100,73%	100,67%	100,60%	100,54%

evx-LC88-06 vs LC46-06	1946	1966	1986	2006	2026	2046
40	101,01%	100,65%	100,12%	99,89%	99,78%	99,76%
50	101,26%	100,80%	100,57%	100,44%	100,36%	100,31%
60	101,66%	101,57%	101,47%	101,33%	101,17%	101,02%
70	103,11%	103,03%	102,76%	102,40%	102,04%	101,70%
80	105,81%	105,43%	104,77%	104,02%	103,33%	102,73%
90	105,83%	105,77%	105,42%	104,91%	104,35%	103,80%

**Source** : Human Mortality Database, France, Pop Fem., University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Disponible à [www.mortality.org](http://www.mortality.org) (September 2008)

Modélisé par Lifemetrics (JP Morgan) sous R. evx par génération

# Les projections de mortalité et leurs limites (10)

## Longévité et avis d'experts

---

**FRIES (1980) considère que l'augmentation de l'espérance de vie est limitée à 85 ans par le seul jeu de la rectangularisation de la fonction de survie et que décès et handicaps s'accumulent en fin de vie, c'est la compression de la mortalité/morbidité.**

**•OLSHANSKY *et al.* (2001), CARNES et al. (2003) entre autre considèrent que l'entropie des tables de mortalité implique que l'émergence de supercentenaires et des espérances de Vie supérieures à 85 ans doivent s'accompagner d'une baisses de la mortalité sans précédent, inimaginable sauf à maîtriser le processus de sénescence. Ils considèrent qu'il y a une limite biologique de l'espérance de vie à la naissance comprise entre 82 et 97 ans et que les succès enregistrés en matière de baisse de la mortalité des plus âgés sont les plus faciles à obtenir, maintenir le rythme ne sera pas possible.**



# Les projections de mortalité et leurs limites (11)

## Longévité et avis d'experts

---

- **ROBINE & SAITO (2003)** indique que la limite de FRIES est en passe d'être battue au Japon et que rien ne semble ralentir le rythme. On observe pas seulement une rectangularisation de la courbe mais une probable translation de l'âge limite.
- **WILMOTH (2007)** confirme en précisant que même si la tendance d'amélioration aux grands âges est relativement récente, les progrès attendus en matière de traitement des Cancers par exemple allié à une meilleure connaissance du processus de sénescence (reconstruction du Télomère par exemple) devraient être des révolutions sanitaires du niveau du traitement de la tuberculose ou l'invention de la pénicilline. Rien ne permet de penser que les gains de mortalité aux grands âges vont ralentir, ni qu'il existe une limite biologique ou génétique à la survie de l'espèce humaine.
- On retrouve chez **WILMOTH (2007)**, mais aussi **OEPPEN & VAUPEL(2002)** et d'autres l'argument que les prévisions ont plus souvent sous estimé que surestimé les progrès en matière de Longévité. Pour ces auteurs une espérance de vie de 100 n'est pas inenvisageable



# Les projections de mortalité et leurs limites (12)

## Longévité et avis d'experts

---

- Enfin, certains chercheurs poussent la réflexion plus loin en considérant que la connaissance du rôle des radicaux libres dans le vieillissement cellulaire ouvrent la porte à un nouveau paradigme et que ce que nous connaissons aujourd'hui en matière de longévité extrême est sans commune mesure avec les progrès futurs (De GREY)

# Les projections de mortalité et leurs limites (13)

## Longévité et avis d'experts

---

Dans une optique de couverture du risque de longévité, les approches de ROBINE, WILMOTH ou VAUPEL semblent les plus intéressantes mais potentiellement susceptibles de ne pas favoriser l'émergence d'un marché.

Outre l'aléa qui persiste sur la pertinence de l'avis, il existe des problèmes à sortir de certains consensus, obtenir l'implication des experts voire à quantifier les avis comme le note ALHO (2005),



# Le risque de longévité un risque assurable ? (1)

**Le triptyque « Assurance – Marché Financier – Etat » peut-il garantir le risque de longévité ?**

- **L'assurance : Comme garantie du risque de base**
- **La Réassurance / Marché Financier : comme garantie du risque de pointe**
- **L'Etat en dernier recours**

**Oui dans une certaine mesure mais dans un transfert partiel du risque**

# Le risque de longévité un risque assurable ? (2)

**La dimension financière risque ou opportunité ?**

**• L'actualisation des flux futurs réduit l'impact à long terme des erreurs de Trend, mais introduit de nouveaux risques :**

- Risque financier**
- Risque de réinvestissement sur horizon lointains**
- Risque de crédit**

# Le risque de longévité un risque assurable ? (3)

## Le Marché Financier, le futur de la couverture de la Longévité ?

---

### Les Variable annuities - GMxB

- Concept commercialement intéressant visant à relooker le concept de rentes viagères
- Pas d'aliénation du capital
- Le cas des fin de tables pose toujours problème et nécessite la mise en place de hedging de la longévité

**Ces produits sont des réponses intéressantes pour les assurés. Ils impliquent soit une garantie incomplète pour l'assuré (cessation des flux aux âges élevés), soit un hedging de la fin de table à un horizon lointain (ce qui est le plus délicat à mettre en place)**

# Le risque de longévité un risque assurable ? (4)

## Le Marché Financier, le futur de la couverture de la Longévité ?

---

### Les ILS

- **Quelle contrepartie acheteuse de Longévité ?**
  - **Hedge funds/Investisseurs à la recherche de rendement et de de-corrélation ? => Limitation des acteurs susceptibles d'intervenir**
  - **Des acteurs à la recherche de diversification ? => La diversification entre couverture décès (courtes) et Longévité (Longues), entre volatilité et trend n'est que très partielle**

**Comme le montre GROOME et al. (2006) un effet systémique sur la longévité n'ira pas sans un impact sur les finances publiques, l'économie (consommation, épargne) et la sphère financière (transfert des marchés d'actions vers des produits de taux).**

# Le risque de longévité un risque assurable ? (5)

## Le Marché Financier, le futur de la couverture de la Longévité ?

---

### Les ILS

- Une asymétrie d'information résiduelle => Recours à des indices externes  
=> Risque résiduel non pris en compte (risque de base important), pay-off basé sur des espérance de vie du moment et non par génération
- Un horizon très long peu compatible avec les modèles d'évaluation connus
  - Quid du risque de crédit à Long terme (SPV) ?
  - Quid de l'évaluation des taux à très long terme ?
- Un marché encore peu liquide

BLAKE D., CAIRNS A., DOWD. K. (2006), considèrent que bien que le marché n'existe pas encore il n'y a rien de rédhibitoire à son développement.

**Les I-LS ne peuvent être qu'un outil permettant de repousser les limites de l'assurabilité pas de les supprimer**

# Le risque de longévité un risque assurable ? (6)

**La couverture de la Longévité ne peut s'envisager que partiellement :**

- **Au niveau de l'assureur par une durée de garantie réduite (Garantie à partir de l'âge de départ en retraite et pilotage du régime par les revalo)**
- **Au niveau du réassureur par des engagements limités dans le temps (20 à 30 ans en duration) et parfois une scission entre risque de longévité et financier**
- **Au niveau du Marché Financier par des solutions de couverture de type indicielles donc imparfaites**
- **Le risque viagers (éventuellement) supporté par l'état correspond à des promesses limitée dans le temps et ou le niveau de prestation**
- **Au niveau de l'assuré par l'acceptation de fractions de rentes garanties et d'autres aléatoires**



# Le risque de longévité un risque assurable ?



**Merci de votre attention**

**Remerciements à Daria Kachakhidze, Yahia Salhi, Philippe Trainar**

# Bibliographie

---

**ALHO J. M., (2005)**, Remarks on the Use of Probabilities in Demography and Forecasting in Perspectives on Mortality Forecasting Editor Nico Keilman Swedish Social Insurance Agency Social Insurance Studies | No. 2

**ARKING R. NOVOSELTSEV V., NOVOSELTSEVA J., (2004)**, The Human Life Span Is Not That Limited: The Effect of Multiple Longevity Phenotypes, Journal of Gerontology: BIOLOGICAL SCIENCES The Gerontological Society of America 2004, Vol. 59A, No. 7, 697–704

**BERLINER B. (1982)**, Limits of Insurability of risks. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, Inc.

**BLAKE D., CAIRNS A., DOWD. K. (2006)**, Living With Mortality: Longevity Bonds And Other Mortality-linked Securities, British Actuarial Journal, 2006

**CAIRNS A., BLAKE D., DOWD. K. (2006)**

**CAIRNS A., BLAKE D., DOWD. K. (2007)**, Modelling and Management of Mortality Risk : A review

**CARNES BA, OLSHANSKY SJ, GRAHN D. (2003)** Biological evidence for limits to the duration of life. Biogerontology. 2003;4:31–45.

**CHEMARIN S., (2005)**, Vers une rhéorie économique de l'assurabilité en incertitude, Chaire de développement durable EDF- Ecole Polytechnique, Cahier 2005-05

**CMI (2002a)** An interim basis for adjusting the "92" Series mortality projections for cohort effects, CMI WP1

**CMI (2002b)** - Responses to the draft report entitled *A proposed interim basis for adjusting the "92" Series mortality projections for cohort effects* and further commentary thereon CMI WP2

**CMI (1999)** Projection factors for mortality improvements. *C.M.I.R.* 17, 89

**COURBAGE C., LIEDTE P., (2002)** On insurability, its limits and extensions, *The Geneva Association*,

# Bibliographie

---

- DOWD K., CAIRNS A., BLAKE D., COUGHAN G., EPSTEIN D., KHALAF-ALLAH M. (2008)**, Backtesting Stochastic Mortality Models: An *Ex-Post* Evaluation of Multi-Period-Ahead Density Forecasts, DISCUSSION PAPER PI-0803 , The Pensions Institute, Cass Business School, City University London
- FRIES , J. (1980)**, Aging Natural death and the compression of morbidity , New England Journal of Medicine 303
- GOLLIER C. (2005)** Some Aspects Of The Economics Catastrophe Risk Insurance, CESIFO WORKING PAPER NO. 1409
- GROOME T. et al. (2006)**, The Limits of Market-Based Risk Transfer and implications for Managing Systemic Risks, IMF Working Paper WP/07/217
- KEILMAN N. (2005)**, Erroneous Population Forecasts in Demography and Forecasting in Perspectives on Mortality Forecasting Editor Nico Keilman Swedish Social Insurance Agency Social Insurance Studies | No. 2
- OEPPEN J, VAUPEL JW. (2002)** Demography. Broken limits to life expectancy. Science. 2002;296:1029–1031.
- OLSHANSKY S. J.,CARNES B., DESESQUELLES A. (2001)**, Propoects for Human Longevity, Science 291
- PLANCHET F. (2006)** Tables de mortalité d'expérience pour les portefeuilles de rentiers (Tables TGH 05 et TGF 05) Notice de présentation – ISFA
- ROBINE J.M., SAITO Y., (2003)** Survival Beyond Age100, *in* Life Span : Evolutionary Ecological, and Demographic Perspectives, Supplement to Population and Development Review vol29
- VATE M., DROR D.,(2002)**To Insure or Not Insure ? Reflexion on the limits of Insurability, in Social Reinsurance: A New Approach to Sustainable Community Health Financing