

Mémoire de Maîtrise en Médecine n°301

**Une analyse comparative de la durée moyenne de vie
restante chez les personnes âgées de 80 ans et plus**

Etudiant

Vincent Wicki

Tuteur

Prof. Fred Paccaud
IUMSP, CHUV

Co-tuteur

Prof. Valentin Rousson
IUMSP, CHUV

Expert

Prof. Christophe Büla
Dpt Gériatrie et réadaptation gériatrique, CHUV

Lausanne, le 05.12.2011

ABSTRACT

La *durée moyenne de vie* d'une population est l'un des principaux indicateurs de l'état de santé, en tous cas celui qui est le plus utilisé. Cette durée moyenne peut être estimée de plusieurs façons, chacune basée sur une table de mortalité différente. La plus répandue est celle calculée avec les *tables de mortalité du moment*. Une deuxième approche est la *table de génération*, qui estime la durée moyenne de vie des générations éteintes au moment de l'analyse. Enfin, la troisième approche est une *table de cohorte (de survie)*, construite à partir d'individus suivis depuis un recensement. Cette dernière possibilité est récemment disponible en Suisse avec l'appariement des données fédérales provenant du recensement et de la mortalité, permettant une comparaison des durées moyennes de vie estimées selon trois approches différentes (moment, génération, cohorte). Vu les débats actuels sur l'accroissement de la longévité et la diminution rapide de la mortalité chez les personnes âgées et très âgées, nous nous sommes concentrés sur la comparaison des durées moyennes de vie chez les personnes de plus de 80 ans. Notre étude montre que la durée moyenne de vie issues des tables de cohorte est inférieure à celle estimée à partir des tables de génération. L'espérance de vie du moment est également en-dessous de celle estimée par les tables de génération, mais dans une moindre proportion. Cette étude est la première à ce jour à comparer les tables de cohorte, de génération et du moment en Suisse.

INTRODUCTION

La *durée moyenne de vie* est l'un des indicateurs de santé des populations humaines. Dans les statistiques démographiques, cette durée moyenne est estimée par l'espérance de vie, une méthode de calcul proposée par l'astronome britannique Edmund Halley au XVIII^e siècle.

L'espérance de vie du moment est fondée sur les *tables de mortalité du moment* (ou transverses), à savoir une table présentant la mortalité d'une population à un instant donné. L'espérance de vie (à la naissance ou à tout autre âge) est la durée moyenne de vie qu'aurait une génération si, au cours de sa vie, elle était soumise, à chaque âge, aux taux de mortalité enregistrés à un moment donné. L'espérance de vie résume les taux de mortalité observés à un moment particulier et permet de comparer la longévité de populations différentes.

En d'autres termes, il s'agit d'une photographie de l'ensemble de la population, qui produit une durée de vie « moyenne ». Cette méthode a l'avantage de faciliter les comparaisons de mortalité entre différents pays, périodes ou sous-groupes de la population. De plus, sa simplicité de calcul¹ permet de faire des prévisions pour fixer les rentes et les valeurs d'assurance-vie.

L'espérance de vie du moment présente cependant le sérieux inconvénient de mélanger des individus nés au cours de différentes années. Elle ne porte pas sur des générations d'individus, mais sur un groupe fictif d'individus qui subiraient la mortalité observée de l'année choisie. En ce sens, la table de mortalité ne tient pas compte de l'évolution de la mortalité. Lorsque la mortalité diminue

¹ $e(x) = (l_{x+1} + l_{x+2} \dots l_{x+n}) / l_x + \frac{1}{2}$ - Par définition, l'espérance de vie à l'âge x , soit $e(x)$, correspond au temps qu'il reste aux personnes encore en vie à l'âge x . On l'estime en faisant le rapport du nombre total d'années restantes sur le nombre d'individus restants. Il a fallu ajouter $\frac{1}{2}$, car chaque mort a eu lieu pendant l'année, ce qui ajoute simplement une demi-année à la moyenne finale.

régulièrement, l'espérance de vie du moment sous-estime systématiquement la durée de vie provenant d'une étude de suivi de l'individu jusqu'à sa mort (comme dans une table de génération, cf. ci-dessous).

Les *tables de mortalité par génération* (ou longitudinales) procèdent de manière différente. Il s'agit de prendre un groupe de personnes dont l'âge est similaire (une cohorte de naissance) et d'observer ce groupe jusqu'à son extinction, c'est-à-dire jusqu'à la mort de tous ses membres. Pour ce faire, on applique au groupe de contemporains les taux de mortalités observés dans cette génération et durant la période choisie de calendrier. On reconstruit ainsi une courbe de survie à partir des données de mortalité observées durant la période d'observation de la cohorte de naissance, grâce à laquelle sera calculée la durée moyenne de vie². Ainsi, la table de mortalité par génération n'étudie pas une population de manière transverse, mais longitudinalement.

Ceci présente un double avantage. Ces tables sont dynamiques dans le sens qu'elles tiennent compte de l'évolution de la mortalité dans une génération précise. Pour certains³, c'est même la seule approche qui fournit une tarification réaliste pour les rentes-assurances.

La troisième approche, celle des *tables de cohorte (de recensement)*, consiste à établir la durée de vie d'un groupe de personnes suivies individuellement. C'est la situation classique en épidémiologie expérimentale dans laquelle chaque participant est suivi jusqu'à son décès. En théorie, il s'agit donc ici de la situation de référence (le gold standard) puisque la durée moyenne de vie du groupe correspond exactement à la somme des durées de vie individuelle. La limite de cette approche est que l'on dispose rarement d'un groupe représentant la population générale

METHODE

Pour éviter la confusion, nous préférons attribuer aux tables qualifiées de « cohorte » dans l'HMD (Human Mortality Database) la désignation plus exacte de tables de « génération ». Les tables de recensement méritent véritablement l'appellation de *tables de cohorte* puisqu'elles pallient certains nombres de biais et approximations (cf. discussion) présents dans les tables de génération de l'HMD. De plus, le terme *d'espérance de vie* est synonyme de la *durée moyenne de vie*.

Les données sont issues de deux sources : d'une part, l'HMD ; d'autre part, les tables de cohortes sont fournies par l'Institut de médecine sociale et préventive de Berne. Les tables de l'HMD sont construites à partir d'un protocole de calculs élaborés que nous ne détaillerons pas ici, mais accessibles sur leur site⁴. Les tables de cohorte sont basées sur les données d'un recensement suisse, résultant d'un linkage (une association) entre les données de recensement et les certificats de décès établis dès l'année 1990 (le premier mort introduit a eu lieu le 04.12.1990). Seules les individus qui avaient atteint leur 80^e année en 1990 ont été introduits dans la base de données. Telles qu'elles nous ont été présentées, les tables de cohorte incluaient sous forme brute la date de naissance, la date de mort, le décès éventuel de l'individu au moment du recensement, et son sexe. Pour 3% des

² On note qu'il est aussi possible d'étudier une évolution vers des conséquences moins fatales, comme la survenue des symptômes d'une maladie attendue.

⁴ <http://www.mortality.org/Public/Docs/MethodsProtocol.pdf>

individus (2,4% de femmes et 0,6% d'hommes), la date de mort ne figurait pas dans la base de données. Il nous a été impossible de tenir compte de ces données manquantes.

Prenons un exemple de valeurs fournies par ces différentes tables. L'HMD nous révèle à propos des tables de génération que la cohorte née en 1901 – qui a donc eu 90 ans en 1991 – possède une durée moyenne de vie avant son extinction d'environ 3,39 ans pour les hommes comme pour les femmes. Dans nos tables de cohorte, au contraire, nous avons extrait les données de durée de vie des individus à une période donnée, sans faire d'approximations. Pour ce faire, nous avons calculé l'âge de chaque individu du recensement, puis moyenné ces espérances individuelles pour une année donnée (par exemple 1991). Par soustraction simple de l'âge (par exemple 90 ans), on obtient la durée moyenne de vie restante à l'âge étudié (par exemple 90 ans), soit 2.96 ans pour les hommes et 3.69 ans pour les femmes, valeurs différentes des tables de génération de l'HMD (tableau 1).

RESULTATS

Les tableaux 2 à 7 comparent la durée moyenne de vie de 1991 à 1996, selon les trois méthodes. Sur le volet de droite figure une représentation synoptique de la durée moyenne de vie restante des hommes et femmes âgés de 80 à 110 ans, selon la période d'étude (1991 à 1996). Sur le volet gauche, nous avons placé arbitrairement en abscisse (en référence) la table de génération (carré rouge), à laquelle les tables de cohorte (losange bleu) et du moment (triangle vert) ont été comparées. Les courbes du moment et de cohorte suivent une évolution assez similaire (tableau 2 à 7, volet de gauche) : d'abord, une phase d'ascension progressive (où elles rejoignent les courbes de génération) ; puis un plateau ; et finalement une dernière phase où la variabilité inter-courbes semble maximale.

Dans la première phase, les courbes de *cohorte* sont systématiquement en-dessous des courbes du moment, dans les deux sexes, et ceci sur toutes les années d'étude. Or on sait que les courbes du *moment* ont tendance à sous-estimer l'espérance de vie si la mortalité diminue au fil des ans (cf. discussion). Ainsi, nos tables de cohorte sous-estiment encore davantage la durée moyenne de vie que ne le font les tables du moment. Pour l'illustrer, en 1991, on prédit à une femme de 81 ans une durée moyenne de vie de 0,71 an moindre que celle prédite (par les tables de génération), contre 0,33 an moindre que celle prédite pour un homme. A la même année au même âge, cette femme aurait gagné 0,4 année si nous avions tablé sur la lecture des tables du moment cette fois-ci.

Comme l'indique le tableau 8, la sous-estimation des tables de cohorte s'accroît de 1991 à 1996, mais diminue avec le vieillissement de la cohorte. En effet, à mesure que la cohorte étudiée vieillit, la sous-estimation s'atténue, avant d'atteindre un plateau, débutant à 87-88 ans.

Dans cette deuxième phase (tableau 10), la différence entre les espérances de vie estimées à partir de notre cohorte et à partir des tables de génération est à son minimum. En effet, lors de cette phase-plateau, l'écart entre les courbes n'est plus que de 0,01-0,02 années pour les femmes (de 88 à 97 ans) et de 0,05 années pour les hommes (87 à 96 ans).

Dans la troisième phase, les individus encore en vie se font de plus en plus rares et nous assistons à une augmentation de la variabilité des données des tables de génération et de cohorte. Les tables du

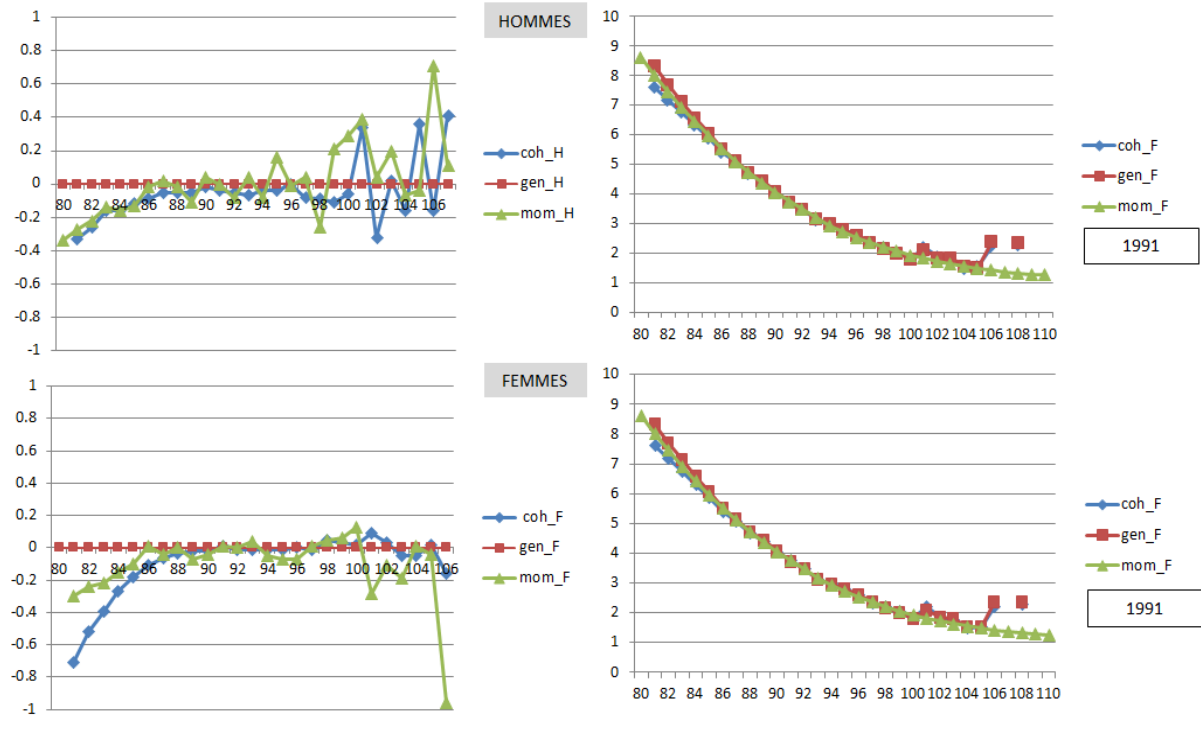
moment, quant à elles, ont l'évolution la moins fluctuante aux grands âges (tableau 2 à 7, volet de droite, triangle vert).

T1) Données des durées moyennes de vie des hommes (en haut) et femmes (en bas) de 80 ans et plus, de 1991 à 1996, selon les tables de cohorte (coh), de génération (gen), et du moment (mom)

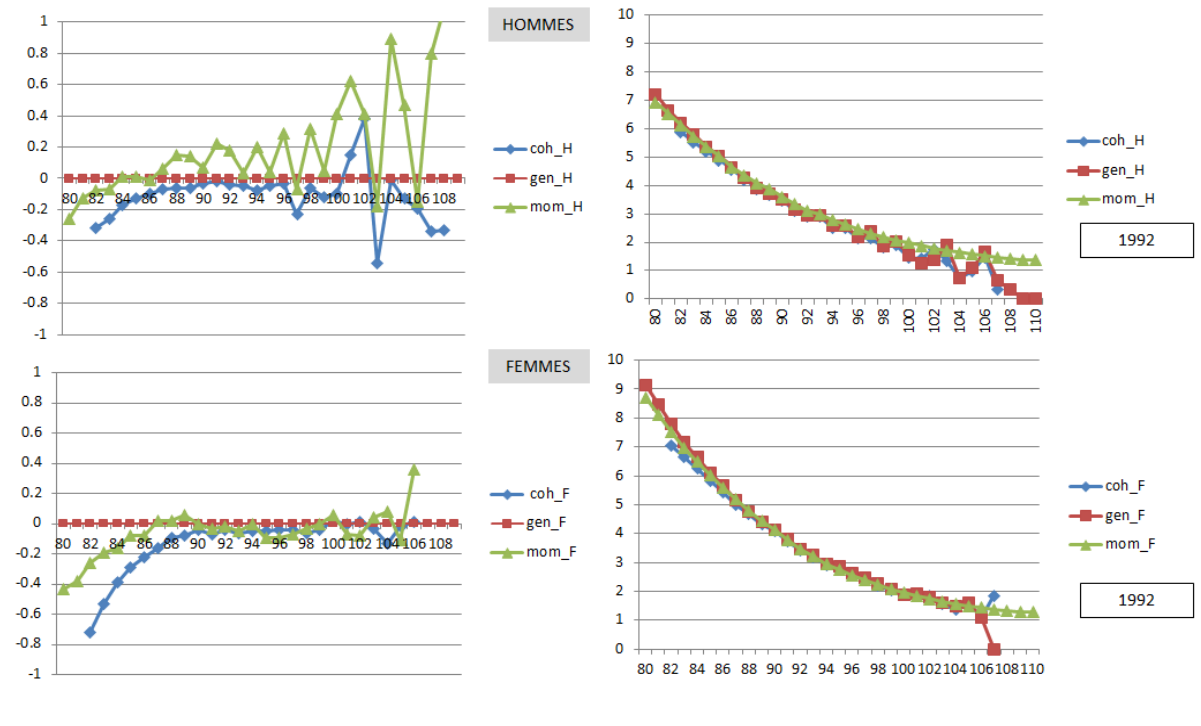
HOMMES	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom
<u>80</u>		7.08	6.74		7.19	6.93		7.21	6.98		7.33	7.02		7.47	7.04		7.61	7.15
<u>81</u>	6.25	6.58	6.31		6.65	6.52		6.76	6.54		6.83	6.59		6.9	6.55		7.09	6.68
<u>82</u>	5.91	6.17	5.95	5.86	6.18	6.1		6.22	6.1		6.37	6.17		6.42	6.1		6.53	6.23
<u>83</u>	5.54	5.7	5.56	5.53	5.79	5.72	5.47	5.8	5.71		5.84	5.76		5.97	5.7		6.09	5.82
<u>84</u>	5.22	5.38	5.22	5.18	5.35	5.36	5.16	5.43	5.33	5.11	5.45	5.39		5.47	5.31		5.63	5.42
<u>85</u>	4.89	5.01	4.88	4.89	5.02	5.03	4.82	5	4.96	4.8	5.09	5.02	4.73	5.1	4.95		5.13	5.04
<u>86</u>	4.5	4.59	4.57	4.55	4.65	4.64	4.48	4.62	4.63	4.5	4.68	4.65	4.44	4.74	4.61	4.38	4.8	4.67
<u>87</u>	4.16	4.21	4.23	4.21	4.28	4.34	4.22	4.32	4.32	4.17	4.31	4.32	4.13	4.33	4.23	4.08	4.41	4.31
<u>88</u>	3.9	3.95	3.93	3.85	3.91	4.06	3.87	3.96	3.98	3.91	4.03	4.04	3.85	4	3.89	3.79	4.03	4
<u>89</u>	3.71	3.76	3.65	3.65	3.71	3.85	3.56	3.63	3.74	3.6	3.68	3.76	3.62	3.74	3.6	3.57	3.8	3.68
<u>90</u>	3.37	3.39	3.43	3.47	3.5	3.57	3.32	3.4	3.46	3.27	3.34	3.48	3.31	3.39	3.31	3.35	3.55	3.4
<u>91</u>	3.14	3.18	3.18	3.11	3.13	3.35	3.19	3.22	3.19	3.07	3.15	3.28	3.01	3.1	3.09	3.09	3.2	3.17
<u>92</u>	3.02	3.07	2.99	2.9	2.94	3.12	2.91	2.93	3.02	2.92	2.95	3.01	2.89	2.98	2.96	2.82	2.91	2.99
<u>93</u>	2.76	2.83	2.87	2.9	2.95	2.98	2.64	2.7	2.83	2.72	2.75	2.82	2.67	2.7	2.71	2.69	2.8	2.8
<u>94</u>	2.73	2.77	2.69	2.49	2.57	2.77	2.72	2.77	2.73	2.51	2.57	2.68	2.54	2.58	2.54	2.51	2.58	2.66
<u>95</u>	2.33	2.37	2.53	2.52	2.57	2.61	2.29	2.36	2.51	2.51	2.58	2.52	2.35	2.38	2.4	2.36	2.43	2.45
<u>96</u>	2.39	2.39	2.38	2.14	2.17	2.46	2.37	2.44	2.36	2.06	2.12	2.37	2.34	2.4	2.25	2.17	2.21	2.3
<u>97</u>	2.13	2.21	2.25	2.16	2.39	2.32	1.85	1.9	2.22	2.12	2.19	2.23	1.88	1.94	2.12	2.16	2.23	2.16
<u>98</u>	2.3	2.39	2.13	1.81	1.87	2.19	2.09	2.09	2.1	1.71	1.77	2.11	1.75	1.81	1.99	1.65	1.72	2.03
<u>99</u>	1.7	1.81	2.02	1.91	2.03	2.08	1.64	1.72	1.98	2.01	2	1.99	1.51	1.57	1.88	1.72	1.82	1.92
<u>100</u>	1.57	1.63	1.92	1.46	1.56	1.97	1.8	1.93	1.88	1.43	1.59	1.89	1.89	1.79	1.79	1.25	1.28	1.82
<u>101</u>	1.78	1.44	1.83	1.41	1.26	1.88	1.11	1.23	1.79	1.81	2.04	1.8	1.43	1.68	1.7	1.99	2.01	1.73
<u>102</u>	1.35	1.67	1.71	1.76	1.38	1.79	1.19	1.09	1.71	1.15	1.29	1.71	1.49	1.77	1.62	1.41	1.58	1.65
<u>103</u>	1.49	1.47	1.67	1.35	1.89	1.71	1.83	1.25	1.63	1.37	1.25	1.64	1.84	1.78	1.55	1.24	1.73	1.57
<u>104</u>	1.51	1.67	1.6	0.74	0.75	1.64	0.86	1.58	1.56	2.86	2.67	1.57	1.14	1.17	1.49	0.84	0.78	1.51
<u>105</u>	1.94	1.58	1.54	0.98	1.11	1.58	0.85	0.67	1.5		3.33	1.51	1.86	1.67	1.43	0.47	0.67	1.45
<u>106</u>	0.62	0.78	1.49	1.48	1.67	1.52	0.58	0.5	1.45			1.46		2.33	1.38	0.86	0.67	1.4
<u>107</u>	1.74	1.33	1.44	0.33	0.67	1.47	1.57	1.67	1.4			1.41			1.34		1.33	1.35
<u>108</u>			1.4		0.33	1.42			1.36	0.57		1.37			1.3			1.32
<u>109</u>			1.36			1.39			1.33			1.33			1.27			1.29
<u>110</u>			1.34			1.37			1.31			1.31			1.25			1.27

FEMMES	1991			1992			1993			1994			1995			1996		
	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom	coh	gen	mom
<u>80</u>			8.62		9.14	8.71		9.17	8.78		9.32	8.94		9.35	8.87		9.51	8.91
<u>81</u>	7.61	8.32	8.02		8.48	8.1		8.54	8.16		8.6	8.33		8.72	8.27		8.78	8.29
<u>82</u>	7.18	7.7	7.46	7.06	7.78	7.52		7.91	7.59		7.98	7.73		8.02	7.7		8.18	7.7
<u>83</u>	6.75	7.14	6.92	6.64	7.17	6.98	6.54	7.27	7.05		7.36	7.17		7.45	7.13		7.53	7.13
<u>84</u>	6.31	6.58	6.43	6.27	6.66	6.5	6.13	6.66	6.51	6.03	6.76	6.66		6.84	6.58		6.96	6.61
<u>85</u>	5.87	6.05	5.95	5.82	6.11	6.03	5.79	6.2	6.01	5.63	6.17	6.16	5.52	6.28	6.09		6.36	6.08
<u>86</u>	5.4	5.51	5.52	5.44	5.66	5.58	5.35	5.64	5.51	5.3	5.72	5.69	5.15	5.71	5.6	5.03	5.84	5.62
<u>87</u>	5.08	5.14	5.1	5	5.16	5.18	5.03	5.24	5.1	4.92	5.23	5.25	4.87	5.3	5.17	4.72	5.35	5.18
<u>88</u>	4.68	4.71	4.71	4.68	4.77	4.79	4.62	4.78	4.7	4.6	4.83	4.85	4.54	4.86	4.77	4.45	4.95	4.78
<u>89</u>	4.41	4.43	4.36	4.32	4.4	4.46	4.31	4.41	4.32	4.23	4.4	4.46	4.22	4.46	4.39	4.14	4.52	4.36
<u>90</u>	4.05	4.07	4.03	4.08	4.12	4.12	4	4.09	3.98	3.93	4.05	4.11	3.9	4.08	4.07	3.87	4.15	3.99
<u>91</u>	3.74	3.73	3.74	3.73	3.8	3.77	3.76	3.82	3.67	3.69	3.78	3.79	3.61	3.74	3.82	3.59	3.79	3.66
<u>92</u>	3.47	3.48	3.48	3.43	3.47	3.45	3.43	3.5	3.35	3.48	3.54	3.51	3.38	3.47	3.52	3.31	3.48	3.39
<u>93</u>	3.13	3.14	3.18	3.2	3.26	3.21	3.21	3.25	3.11	3.19	3.27	3.27	3.22	3.3	3.27	3.14	3.25	3.17
<u>94</u>	2.97	2.98	2.93	2.9	2.95	2.95	2.98	3.04	2.9	3	3.04	3.03	2.9	2.98	3	2.98	3.09	2.94
<u>95</u>	2.79	2.8	2.73	2.8	2.85	2.76	2.66	2.72	2.68	2.75	2.83	2.79	2.78	2.81	2.73	2.67	2.76	2.7
<u>96</u>	2.6	2.6	2.53	2.61	2.65	2.56	2.59	2.64	2.48	2.44	2.5	2.59	2.53	2.61	2.53	2.58	2.63	2.5
<u>97</u>	2.34	2.35	2.36	2.42	2.46	2.39	2.42	2.48	2.3	2.4	2.44	2.4	2.25	2.33	2.35	2.38	2.48	2.32
<u>98</u>	2.2	2.15	2.2	2.2	2.26	2.23	2.3	2.34	2.15	2.26	2.3	2.24	2.19	2.24	2.19	2.2	2.28	2.16
<u>99</u>	2.03	2	2.06	2.04	2.08	2.08	2.14	2.18	2.01	2.06	2.13	2.09	2.13	2.16	2.04	2.03	2.08	2.02
<u>100</u>	1.82	1.8	1.93	1.91	1.89	1.95	1.85	1.94	1.88	1.96	2.03	1.96	1.84	1.93	1.92	1.9	1.95	1.89
<u>101</u>	2.19	2.1	1.82	1.91	1.91	1.84	1.86	1.85	1.77	1.65	1.72	1.84	1.94	1.98	1.8	1.59	1.68	1.78
<u>102</u>	1.86	1.83	1.72	1.83	1.82	1.74	1.57	1.62	1.67	1.61	1.61	1.73	1.36	1.45	1.7	1.46	1.52	1.68
<u>103</u>	1.77	1.82	1.63	1.58	1.61	1.65	1.65	1.67	1.58	1.51	1.55	1.64	1.5	1.53	1.61	1.21	1.39	1.59
<u>104</u>	1.49	1.54	1.55	1.36	1.49	1.57	1.16	1.16	1.51	1.53	1.53	1.56	1.1	1.14	1.53	1.46	1.41	1.51
<u>105</u>	1.54	1.52	1.48	1.59	1.61	1.5	1.16	1.33	1.44	1.79	1.75	1.49	2	1.97	1.46	1.03	1.15	1.44
<u>106</u>	2.22	2.38	1.42	1.09	1.08	1.44	1.87	1.78	1.38	0.95	0.93	1.43	2.6	2	1.4	2.35	2.4	1.39
<u>107</u>			1.37	1.86		1.38	0.71	0.67	1.33	1.42	1.33	1.37	0.49	0.5	1.35	1.6	1.56	1.34
<u>108</u>	2.28	2.35	1.33			1.34	1.53	1.83	1.29			1.33	0.42		1.31			1.29
<u>109</u>			1.29			1.3			1.26	0.53		1.29			1.27			1.26
<u>110</u>			1.27			1.28			1.24			1.27			1.25			1.24

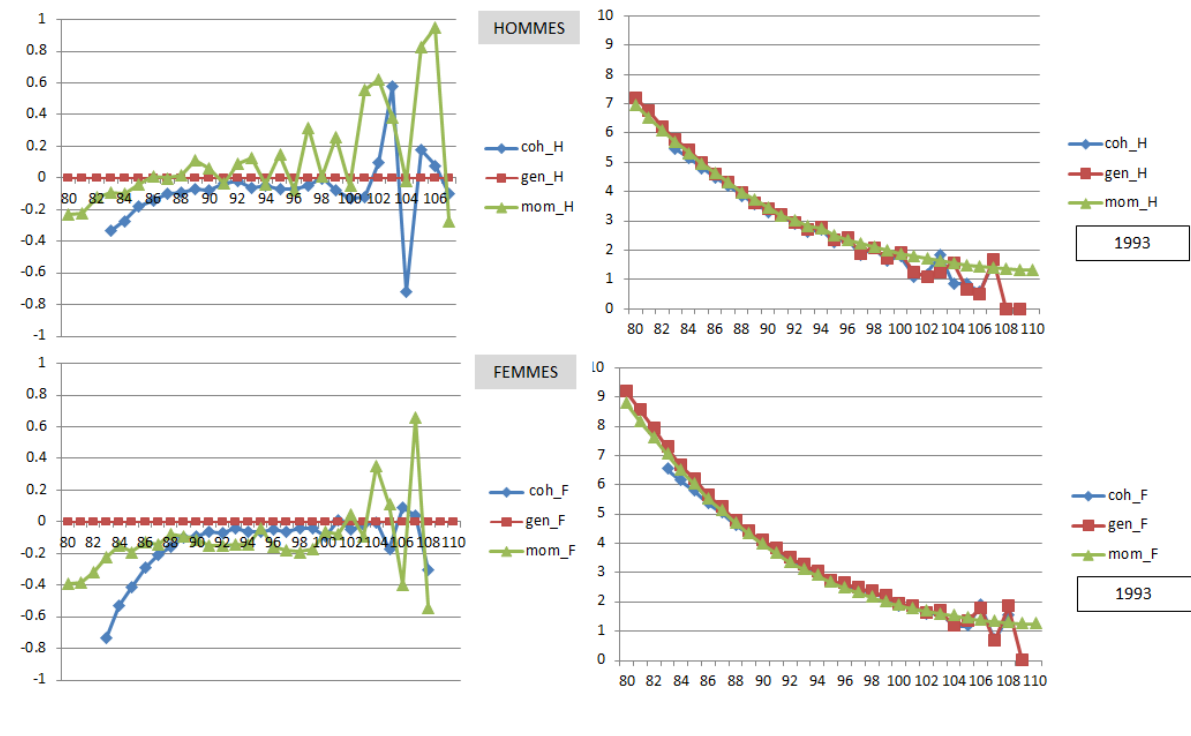
T2) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1991



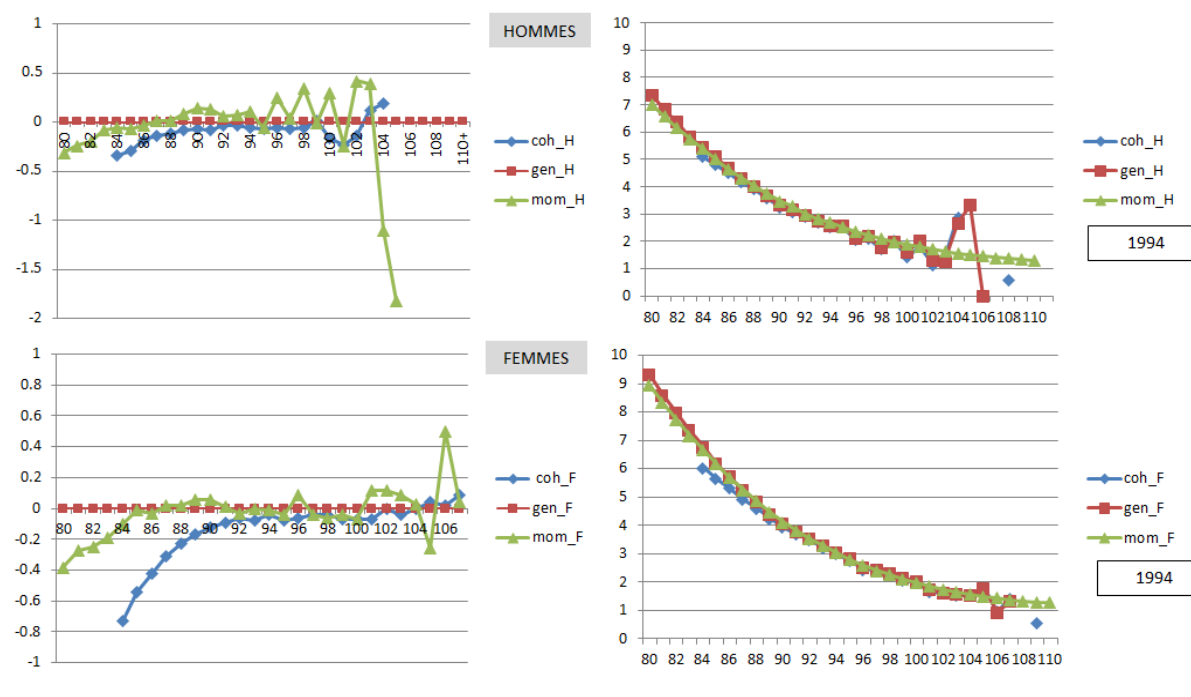
T3) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1992



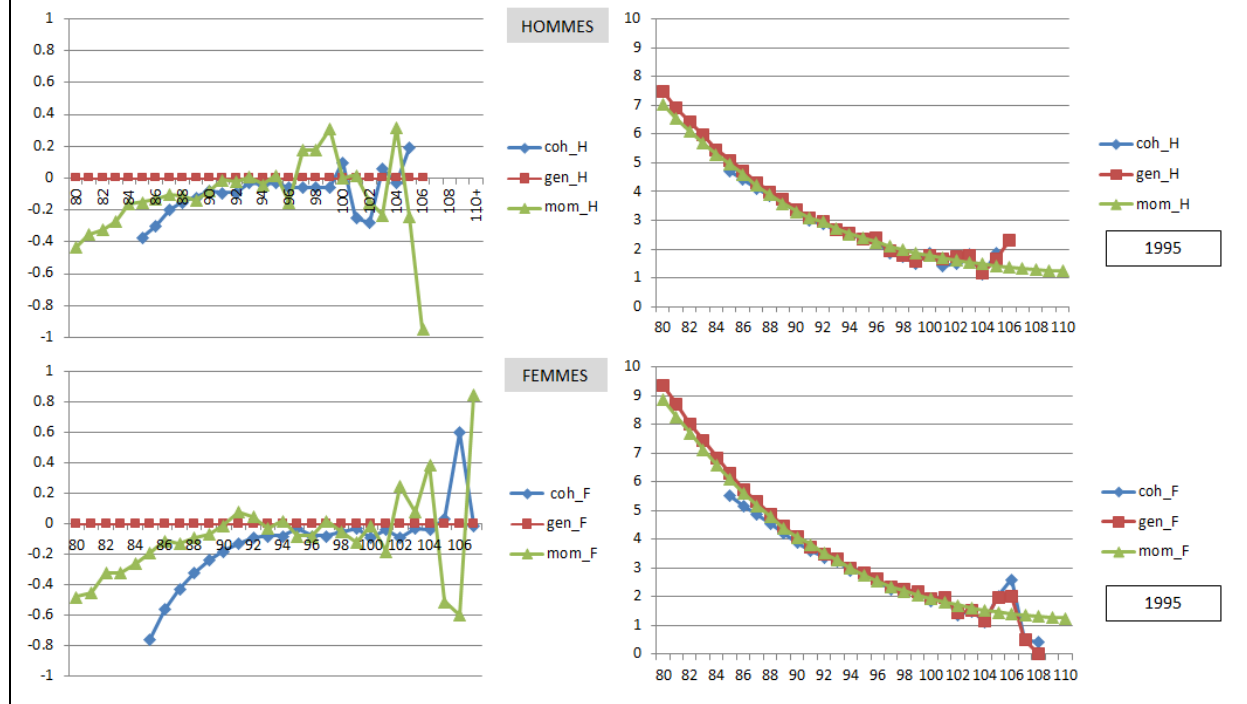
T4) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1993



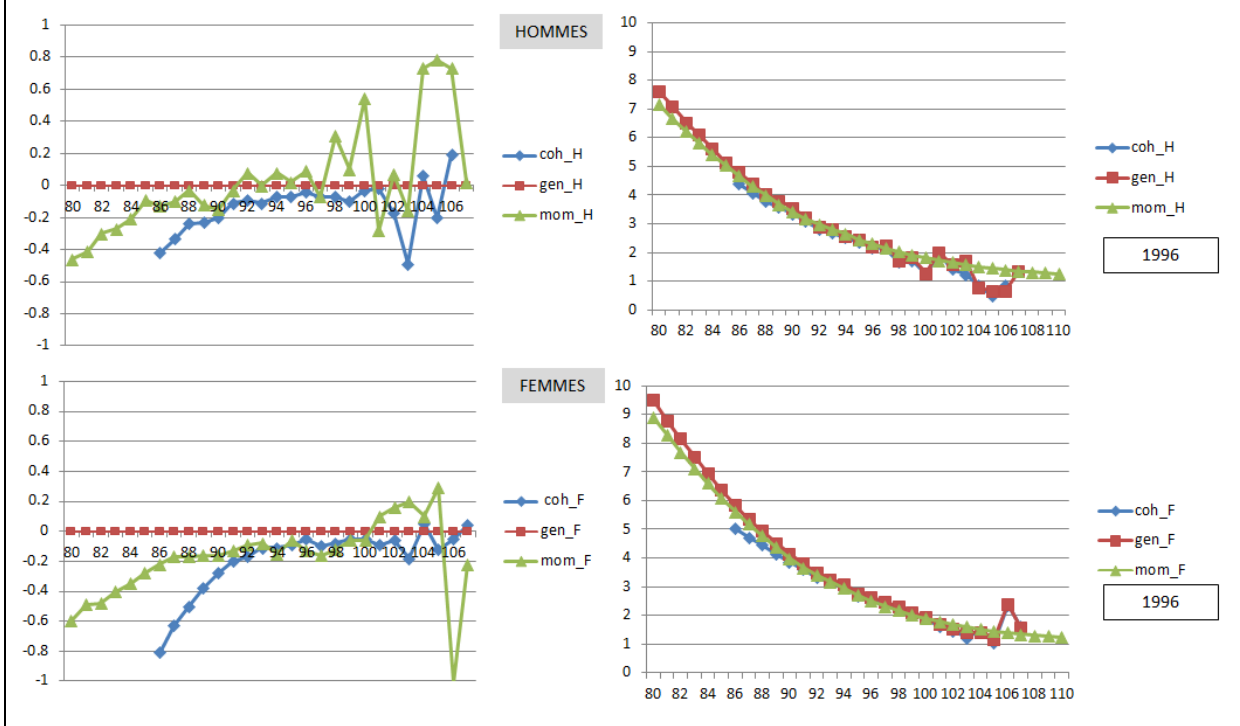
T5) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1994



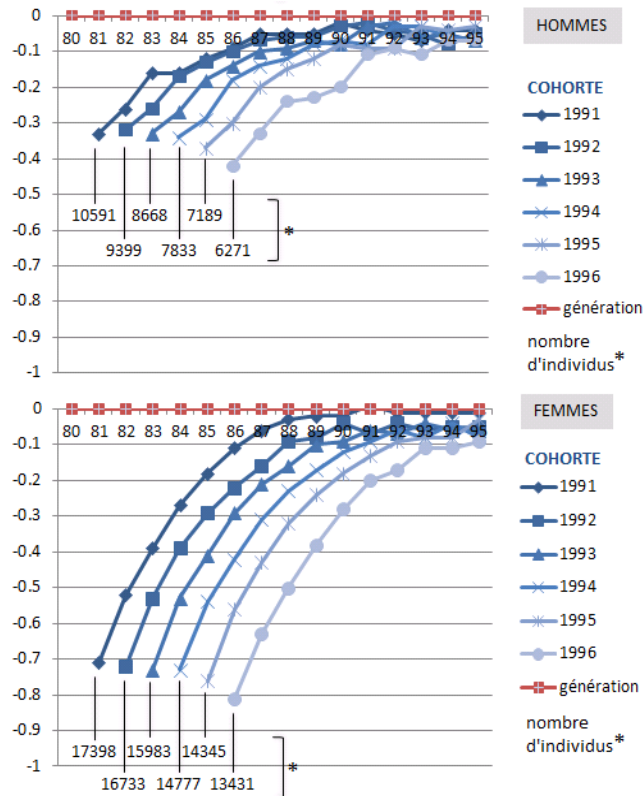
T6) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1995



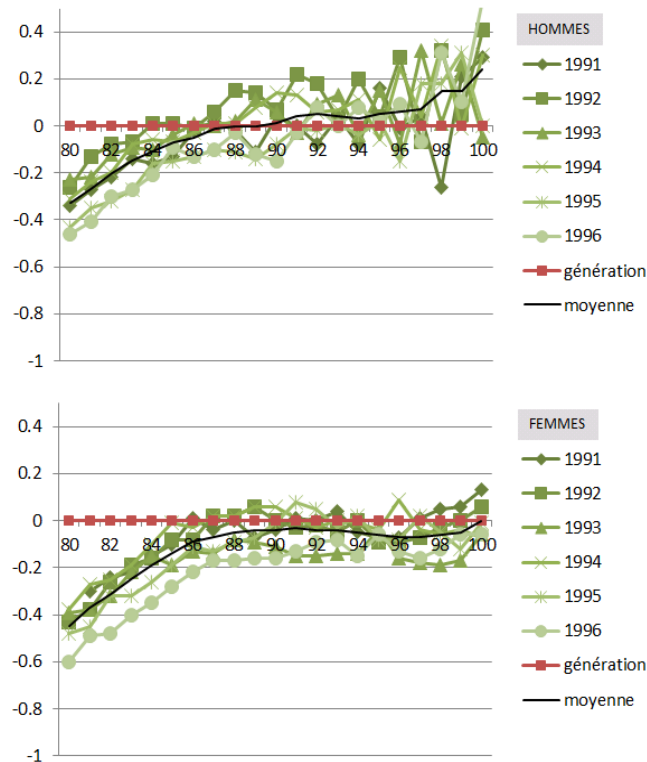
T7) Comparaison des espérances de vie selon les trois méthodes, en 1996



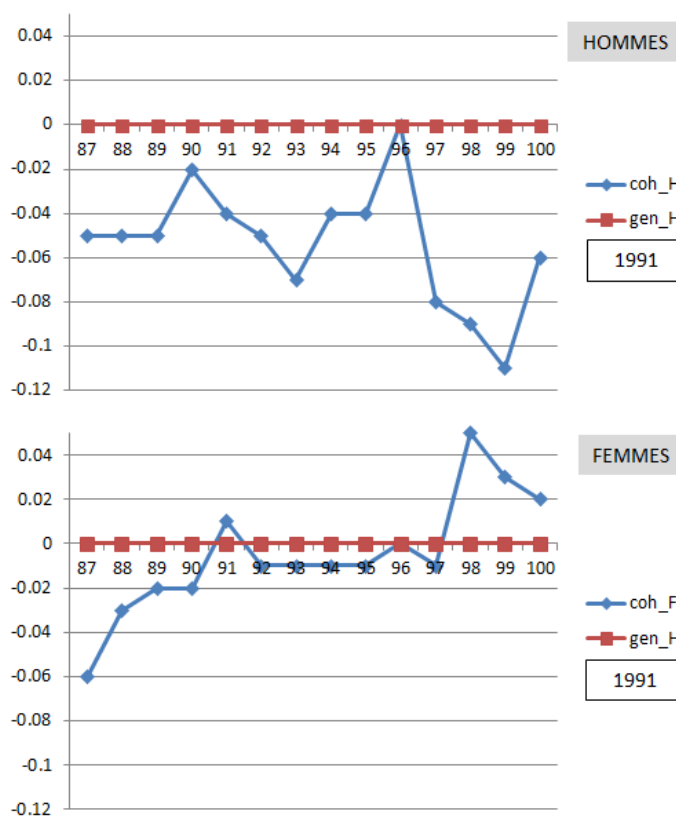
T8) Comparaison des espérances de vie des tables de *cohorte* et de *génération*, de 1991 à 1996



T9) Comparaison des espérances de vie des tables du *moment* et de *génération*, de 1991 à 1996



T10) Comparaison des espérances de vie des tables de *cohorte* et de *génération* dans la période « plateau » (87 à 100 ans), en 1991



DISCUSSION

Nous nous sommes intéressés à la mortalité chez les personnes de 80 ans et plus, en Suisse. Nous avons comparé la durée de moyenne de vie de cette population selon trois méthodes : les tables de cohorte obtenues grâce au recensement suisse et au linkage, les tables de génération et les tables du moment extraits de l'Human Mortality Database (HMD). Notre objectif principal était de comparer nos tables de cohorte avec les tables de génération de l'HMD.

Nous avons vu que les courbes du moment et de cohorte suivent une évolution assez similaire (tableau 2 à 7, volet de gauche) : tout d'abord, une première phase où elles tendent à rejoindre les courbes de génération ; puis une phase plateau ; et finalement une dernière phase où la variabilité des mesures est maximale.

Dans la première phase, les courbes de cohorte sont systématiquement en-dessous des courbes du moment, tant chez les hommes que chez les femmes, sur toutes les années d'étude (bien que cette différence soit moins marquée en 1991 chez les hommes). En d'autres termes, la durée moyenne de vie estimée selon nos courbes de cohorte est systématiquement inférieure à celle estimée par les tables du moment. Or, on sait que lorsque la mortalité diminue chaque année (comme c'est le cas en Suisse⁵), l'espérance de vie *du moment* sous-estime systématiquement la durée de vie provenant

d'une étude de suivi de l'individu jusqu'à sa mort (comme dans une table de génération). Ainsi, il en résulte que les tables de cohorte sous-estiment encore plus la durée moyenne de vie que les tables du moment (par rapport aux tables de génération).

On pourrait s'attendre à ce que, par rapport aux tables de génération, les tables de mortalité du moment sous-estiment la mortalité non seulement au début mais tout au long de l'évolution des individus jusqu'à leur mort. Or, ce n'est pas le cas, du moins pas après 100 ans (pas après 90 ans pour les hommes, cf. tableau 9). On sait en effet que la variabilité des mesures augmente avec l'âge, en raison d'une raréfaction des données aux grands âges. Ceci explique d'ailleurs les fluctuations des mesures lors de la troisième phase. Les tables du moment semblent, sur ce point, les moins sujettes aux fluctuations (tableau 2 à 7, volet de droite).

Concentrons-nous à présent, conformément à notre objectif de départ, sur la comparaison des tables de cohorte par rapport aux tables de génération. A ce stade de l'analyse, un problème méthodologique s'est posé à nous : pour 3% des individus (2,4% de femmes et 0,6% d'hommes), la date de décès ne figurait pas dans la base de données. Ceci implique qu'ils étaient soit décédés et perdus de vue, soit encore en vie lors du dernier recensement. Il nous a été impossible de tenir compte de ces données manquantes. Dans la base de recensement, le dernier mort inscrit a eu lieu le 31.12.2008. Ainsi, à cette date-là, les individus les plus jeunes avaient 98 ans (soit 80 ans en 1991) ! En ignorant ces individus par conséquent très âgés (en moyenne de 101,45 ans), on sous-estime la durée moyenne de vie de notre cohorte. Et comme la censure s'applique davantage chez les femmes (2,4% de données manquantes chez les femmes contre 0,6% chez les hommes), la sous-estimation est majorée dans ce groupe-ci. Fait remarquable donc, avec seulement 3% de données manquantes, les durées moyennes de vie obtenues à partir de notre cohorte sont plus basses que celles calculées à partir des tables du moment (dont on sait qu'elles sont elles-mêmes biaisées).

Comme l'indique le tableau 8, la sous-estimation des tables de cohorte s'accroît de 1991 à 1996 et diminue avec le vieillissement de la cohorte. Or, notre cohorte présentait un maximum d'individus en 1991. Le tableau 8 précise cette répartition : la cohorte comprenait 17'398 femmes et 10'591 hommes en 1991, et 8'287 (soit 29,6%) individus de moins au total en 1996. Ainsi, c'est en 1991 que notre cohorte était la plus représentative. En résumé, à mesure que notre cohorte diminue (de 1991 à 1996), les censurés représentent proportionnellement une part relative (et non pas absolue) plus importante. Et ceci explique donc pourquoi le biais de sous-estimation augmente à mesure que l'on refait l'exercice avec une année ultérieure.

Comme indiqué au tableau 8, cette censure concerne évidemment d'autant plus les individus âgés de 80 ans en 1991, que ceux de 81, 82 ans etc. (qui ont de plus en plus de chances d'être éteints lors du dernier recensement). Ainsi, la différence entre les espérances de vie estimées à partir de notre cohorte et à partir des tables de génération diminue effectivement avec l'âge, et se stabilise autour de 87-88 ans (tableau 8, année 1991). Si nous faisons l'hypothèse que notre problème de biais est négligeable à partir de cet âge (phase-plateau), nous avons là une estimation de la différence des espérances de vie entre les deux méthodes. L'écart entre les courbes de génération et de cohorte n'y est plus que de 0,01-0,02 années pour les femmes (de 88 à 97 ans) et de 0,05 années pour les

hommes (87 à 96 ans). En définitive, sans le biais de censure, il s'avère que les deux méthodes sont effectivement très proches l'une de l'autre.

LIMITATIONS

Parmi les éléments qui ont limités nos tables de cohorte, il y en a trois qui ont joué un rôle prépondérant : la comparaison sur une période en commun, la censure des données et le linkage.

Tout d'abord, nos bases de recensement inscrivaient leur premier mort le 04.12.1990 et le dernier le 31.12.2008. En agençant les valeurs des tables de génération et du moment de l'HMD, il n'a pas été possible d'émettre des valeurs au-delà de la période 1991-1996 étudiée. Cette période était la seule à couvrir des données en commun aux trois méthodes de calculs.

De plus, nous l'avons dit, 3% des individus (2,4% de femmes et 0,6% d'hommes) étaient soit décédés et perdus de vue, soit encore en vie, sans qu'il nous soit possible de le savoir. Il nous a été impossible de tenir compte de ces données manquantes, ce qui a joué fortement dans la sous-estimation de nos valeurs (cf. résultats).

Enfin, le problème du linkage renvoie quant à lui à la manière dont les individus recensés ont été appariés (liés) aux individus décédés. Une personne inscrite dans la base de données de recensement est en effet associée à une personne décédée selon de nombreux paramètres (la date de naissance, de mortalité, le lieu de mortalité, etc.). Mais cette association, qui se fait selon un mode probabiliste, n'est bien sûr pas exempte d'erreurs.

Les deux autres méthodes, issues de l'HMD, présentaient également des biais. Nous l'avons vu, dans un régime où la mortalité tend à diminuer, l'espérance de vie mesurée par les tables du moment ne peut que sous-estimer la durée moyenne de vie réelle. De plus, les données des tables du moment ont été lissées selon le modèle de Kannisto⁶ aux grands âges (>80 ans) en raison d'une augmentation de la variabilité dans cette tranche d'âge. Bien que les tables de génération n'aient elles subi aucun lissage, il existe une approximation à peu près similaire. En effet, pour les cohortes presque éteintes (en pratique de plus ou égal à 90 ans), on assume que la probabilité de mourir est la même qu'une cohorte de 5 ans de même âge. Par exemple, la cohorte de 1900 aura 99 ans en 1999 ; entre 99 et 100 ans, on assume que le taux de mortalité est par convention le même que celui de la cohorte née de 1895 à 1900.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'équipe de l'Institut de Médecine Sociale et Préventive de l'Université de Berne, particulièrement Adrian Spoerri-Fahrni, pour nous avoir transmis les données de cohorte.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Armitage P**, Berry G, Matthews JNS. *Statistical Methods in Medical Research*. 4th ed. Oxford: Blackwell, 2002;421-30.
2. **Brouhns N**, Delwarde A, Denuit M. *Elaboration des tables de mortalité prospectives*. Louvain, 2002 sep;41.
3. **Lee WC**, Hsieh RL. *Estimating life expectancy using an age-cohort model in Taiwan*. J Epidemiol Community Health, 1996 Apr;50(2):214-7.
4. **Cheung SLK**, Robine JM, Paccaud F, Marazzi A. *Dissecting the compression of mortality in Switzerland, 1876-2005*. DemRes, 2009 oct;21:569-598.
5. **Robine JM**, Paccaud F. *Nonagenarians and centenarians in Switzerland, 1860-2001: a demographic analysis*. J Epidemiol Community Health, 2005 Jan;59(1):31-7.
6. **Thatcher AR**, Roger A, Kannisto V, Vaupel JW. *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*. Denmark: Odense University Press, 1998.
7. **Coale A**, Demeny P. *Regional Model Life Tables and Stable Populations*. 2nd ed. New York: Academic Press, 1989;87:659.
8. **Engberg H**, Oksuzyan A, Jeune B, Vaupel JW, Christensen K. *Centenarians - a useful model for healthy aging? A 29-year follow-up of hospitalizations among 40'000 Danes born in 1905*. Aging cell, 2009 Jun;8(3):270-276.
9. **Hayflick L**. *The future of ageing*. Nature, 2000 Nov 9;408(6809):267-99.
10. **Fries JF**. *Ageing, natural death, and the compression of morbidity*. N Engl J Med. 1980 Jul 17;303(3):130-5.
11. **Wilmoth JR**. *The Future of Human Longevity: A Demographer's Perspective*. Science, 1998 Apr 17;280(5362):395-7.
12. **Kowald A**, Kirkwood TB. *A network theory of ageing: the interactions of defective mitochondria, aberrant proteins, free radicals and scavengers in the ageing process*. Mutat Res, 1996 May;316(5-6):209-36.
13. **Lithgow GJ**, White TM, Melov S, Johnson TE. *Thermotolerance and extended life-span conferred by single-gene mutations and induced by thermal stress*. Proc Natl Acad Sci USA, 1995 Aug 1;92(16):7540-4.
14. **Lutz W**, Sanderson W, Scherbov S. *The coming acceleration of global population ageing*. Nature, 2008 Feb 7;451(7179):716-9.
15. **Masoro EJ**, Austad SN. *The evolution of the antiaging action of dietary restriction: a hypothesis*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 1996 Nov;51(6):B387-91.
16. **Menthonnex J**. *Tables de mortalité longitudinales pour la Suisse, génération 1900-2030*, Berne:office fédéral de la statistique, 2006.

17. **Vaupel JW**, Carey JR, Christensen K, Johnson TE, Yashin AI, Holm NV, et al. *Biodemographic trajectories of longevity*. Science, 1998 May 8;280(5365):855-60.
18. **Olshansky SJ**, Carnes BA, Désesquelles A. Demography. *Prospects for human longevity*. Science, 2001 Feb 23;291(5508):1491-2.
19. **Paccaud F**, Sidoti Pinto C, Marazzi A, Mili J. *Age at death and rectangularisation of the survival curve: trends in Switzerland, 1969-1994*. J Epidemiol Community Health, 1998 Jul;52(7):412-5.
20. **Robine JM**, Vaupel J. *Les super-centenaires*, Gérontologie et société, 2000 sep;94:121-134.
21. **Thatcher AR**, Roger A, Kannisto V, Vaupel JW. *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*. Denmark: Odense University Press, 1998.
22. **Tosato M**, Zamboni V, Ferrini A, Cesari M. *The aging process and potential interventions to extend life expectancy*. Clin Interv Aging, 2007;2(3):401-12.
23. **Vaupel JW**, Carey JR. *Compositional interpretations of medfly mortality*. Science, 1993 Jun 11;260(5114):1666-7.
24. **Vaupel JW**, Jeune B. *The emergence and proliferation of centenarians*. In: *Exceptional longevity: from prehistory to the present*, Vaupel JW, Jeune B, Odense:Odense University Press, 1995;109-116.