

La longévité des hommes célèbres

Évolution séculaire des durées de vie

JEAN-MARIE LEGAY, ANNIE HEIZMANN, NICOLE GAUTIER, JEAN-LUC CHASSÉ

Cet article porte sur un thème inhabituel pour NSS. Mais il aborde, à travers celui-ci, certaines des questions de fond qui sont au cœur même du projet éditorial de la revue : celle de l'analyse d'une évolution sur le très long terme et celle du rapport entre le biologique et le social notamment. En outre, il illustre l'approche interdisciplinaire dont le premier auteur se réclame volontiers en parlant d'« indiscipline » (voir à ce sujet le commentaire d'Anne-Françoise Schmid à la suite de l'article).

La longévité individuelle, constatée, des êtres vivants quelle que soit la définition qu'on lui donne, se révèle d'une extrême diversité (de quelques heures chez certaines bactéries jusqu'à des millénaires chez certaines plantes), et d'une grande variabilité entre genres ou entre espèces, y compris entre espèces voisines (par exemple animaux proches dont la longévité diffère de 30 ou 50 %), ou au sein d'une même espèce (par exemple formes annuelles ou bisannuelles d'une même espèce de plante). Cette durée de vie des êtres vivants (*encadré 1*) est de toute façon moins bien connue que d'autres paramètres plus directs, comme le poids, puisqu'il faut deux données pour la mesurer (la date de la naissance et celle de la mort).

Chez l'Homme, pour lequel il existe des « archives colossales » encore bien faiblement exploitées (Gavrillov et al., 1991), la longévité, qui a toujours été un sujet d'observation et de comparaison, est devenue, récemment et assez brusquement, un objet

d'interrogations et de recherches de plus en plus actives depuis que la durée de vie constatée a, quelles qu'en soient les raisons, augmenté de façon sensible au point de poser des problèmes d'ordre socio-économique¹. Cette longévité se rapproche en moyenne de la durée de vie maximale (*encadré 2*), en tout cas celle qui était encore admise il y a peu de temps, et qui augmente elle-même de toute façon. Cette observation laisse présager dans les décennies à venir une évolution positive (dans le sens d'une augmentation de la durée de vie).

On a évidemment très peu d'informations sur les populations les plus anciennes. Si l'on remonte au néolithique, et à l'étude indirecte en particulier par l'intermédiaire des squelettes (Vallois, 1937 ; Riquet, 1967, semblent être les premiers à s'être intéressés à l'âge atteint par nos lointains ancêtres), on croit pouvoir conclure que les hommes ne dépassaient pas 60 ans à cette époque, et la situation ne devait sembler-t-il pas évoluer beaucoup pendant des siècles. De façon plus récente, le repérage des centenaires (ou supposés tels) permet de constater l'extrême rareté de ces cas jusqu'au XIX^e siècle (Wilmoth, 1995) et d'enregistrer leur multiplication dans les dernières décennies, observations certes qualitatives, mais qui vont toutes dans le même sens.

Une raison supplémentaire d'intérêt à porter à la durée de vie de l'homme est que l'on commence à en étudier les aspects génétiques (A. Cournil, 2000 et l'importante bibliographie – 98 titres – qu'elle discute à ce sujet) et que l'une des deux motivations avouées du séquençage du génome humain est la possibilité ouverte à l'augmentation de cette durée de vie.

En fait, plusieurs phénomènes se transforment aujourd'hui simultanément : la durée de vie individuelle, la durée de vie maximale (qui est un paramètre populationnel), mais aussi la manière dont les

JEAN-MARIE LEGAY

ANNIE HEIZMANN

NICOLE GAUTIER

JEAN-LUC CHASSÉ

UMR CNRS 5558
« biométrie
et biologie évolutive », université
Claude-Bernard-Lyon-1,
43, bd du 11-Novembre 1918,
69622 Villeurbanne cedex,
France.

Abstract – Longevity of famous men. Secular evolution of life-times.

A data base of 4 585 points, concerning famous men, allows us to explore the secular evolution of their longevity (life span) from the 5th century BC to the 20th century. Women have been excluded because of small sample size, and individuals of less than 18 years for lack of justification of their celebrity.

After a very unstable and poorly known period, we establish, starting in the 6th century AD, a linear increase (after logarithmic transformation) of the life span. In the same conditions, there is a regular decrease in the variability of the results. We note also that the mean life of famous men is clearly higher than that after 18 years of men in an ordinary population.

The characteristics of this evolution are discussed in particular concerning the genetic and environmental parts of their determinism. The utility of a long life span is considered and an hypothesis of protection of the descendants of long life parents is proposed. This parental protection is favourable for their selection. © 2001 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

human longevity / secular evolution

Les premiers résultats de cette recherche ont donné lieu à un séminaire de l'université Claude-Bernard à Lyon le 19 octobre 1998.

La compétence des auteurs s'inscrit en biométrie, informatique, statistique, démographie historique.

¹ En 150 ans de 1850 à 2000, la fraction de la population française dépassant 85 ans est passée de 0,2 à 1,5 % (d'après *Vieillesse en France pour l'Assemblée mondiale sur le vieillissement*, Secrétariat d'État chargé des personnes âgées, 1982).

hommes et les femmes vieillissent, ce qui conduit au constat de nombreuses disparités : entre pays, entre sexes, entre structures familiales, entre régions géographiques, entre origines sociales, entre modes de vie et cultures.

Il n'est donc pas étonnant que les recherches dans ce domaine se diversifient considérablement, se placent souvent au niveau populationnel, s'adressent à tous les aspects possibles, depuis les plus biologiques (et génétiques) jusqu'aux plus sociaux. Un point essentiel dans la compréhension, et éventuellement la comparaison de ces travaux, réside dans l'examen des critères de choix et des modalités de construction de la base de données sur laquelle ils se fondent. La plupart des ambiguïtés actuelles, ou des contradictions apparaissant dans les résultats, proviennent de ces différences de départ. Cependant il n'y a pas d'autres solutions dans l'immédiat que de multiplier ces bases de données, d'en préciser au mieux les définitions et d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats. La phase exploratoire des archives ne nous paraît pas terminée dans ce domaine et c'est sans doute en adoptant toute une série de points de vue et en choisissant diverses sources d'informations qu'on pourra répondre à quelques questions de grand intérêt sur le thème complexe de la durée de vie chez l'homme, en particulier à celle d'une évolution éventuelle de cette durée de vie, ou à celle de l'évaluation de la fraction génétique de son déterminisme.

C'est ainsi qu'ont été étudiées la mortalité dans la noblesse française aux XVII^e et XVIII^e siècles (Houdaille, 1970) et dans la noblesse britannique à partir du XVII^e (Hollingsworth, 1977), la mortalité chez les hommes d'État (Houdaille, 1990), celle chez les écrivains et les musiciens (Houdaille, 1989), dans les familles aristocratiques finlandaises (Korpelainen, 2000), dans la population des médecins français de 1959 à 1963 (Pressat, 1972), etc.

C'est dans cet état d'esprit que nous nous sommes intéressés à un cas particulier, à savoir la longévité des hommes illustres. Nous définirons d'abord le corpus et verrons ensuite tout ce qu'on peut en tirer.

Encadré 1. La longévité humaine

La longévité a donné lieu chez l'homme à de très nombreux commentaires et à des articles scientifiques de plus en plus fréquents ces dernières années. Les contradictions dans les résultats annoncés sont largement dues, comme l'a démontré A. Cournil (2000), à des différences importantes dans les définitions. Selon les auteurs, on entendra par longévité la durée de vie maximale de l'espèce, l'espérance de vie à la naissance, ou à 20 ans, ou à 60 ans ; on s'intéressera uniquement à la mortalité des adultes, ou à la mortalité totale ; au lieu de prendre en compte toute une population, on pourra attacher de l'importance aux seules grandes durées de vie, à titre d'indicateur.

Tout cela signifie que les points de vue peuvent être très différents, et venir de la démographie, de la pathologie, de la gérontologie, si ce n'est de la sociologie, ou de l'économie.

Dans notre article, nous avons adopté le point de vue suivant : la longévité sera la durée de vie au sens strict, c'est-à-dire l'écart entre la date du décès et celle de la naissance. Cet écart sera pour nous la mesure de la longévité au sens où on l'entend en biologie et génétique des populations (Legay et Debouzie, 1985).

La catégorie des personnes ainsi visées est clairement une fraction limitée des populations de chaque pays, mais la durée de vie des individus qui la composent a le mérite d'être connue avec précision et une bonne probabilité d'exactitude. En outre, compte tenu précisément de leur notoriété, il est relativement facile d'obtenir des informations complémentaires sur ceux-ci, maintenant ou plus tard, en vue d'approfondir l'analyse qu'on peut en faire dans un premier temps et l'interprétation qu'on peut en donner au moins temporairement. Il s'agit donc d'un problème ouvert.

Matériel et méthodes : l'origine des données

Pour commencer, nous avons tout simplement utilisé le *Dictionnaire universel des noms propres*, c'est-à-dire le dictionnaire *Petit Robert 2*, édition mise à jour en 1996. Nous en avons d'abord extrait les noms de personnes pour lesquelles les dates de naissance et de mort étaient simultanément bien connues. Nous nous sommes d'autre part limités dans une première étape aux listes de noms commençant par un B, par un N ou par un U, c'est-à-dire à trois catégories représentant un nombre d'items respectivement élevé, moyen ou faible. Nous avons extrait les noms de femmes aussi bien que ceux des hommes.

Nous n'avons pratiqué aucun triage par rapport aux pays d'origine. Plus de cinquante pays étaient représentés de façon très inégale, la France restant évidemment le principal contributeur. Sans pouvoir citer des nombres exacts pour plusieurs raisons : a) la définition des limites des États a changé à plusieurs reprises, même dans les plus récentes périodes ; b) les personnes ayant atteint une certaine notoriété quittent assez souvent leur pays natal et vivent tôt ou tard ailleurs que dans celui-ci ; elles terminent leur vie encore ailleurs, avec parfois retour au pays d'origine.

Nous n'avons pas discuté, ni discriminé, les causes de la notoriété : les arguments ont pu être militaires, religieux, politiques, littéraires, artistiques, scientifiques, sportifs, et autres. Nous n'avons pas éliminé les cas de mortalité accidentelle précoce pour raison d'activité professionnelle dangereuse (aviation, révolution, etc.). En revanche, nous avons exclu les cas des jeunes gens décédés à moins de 18 ans, et dont la seule cause apparente de notoriété était celle d'avoir été le fils ou la fille d'hommes ou de femmes eux-mêmes célèbres. Ces exclusions se révèlent de toute façon en très petit nombre.

Nous sommes ainsi arrivés à un premier corpus de 1 348 personnages présentant plusieurs caractéristiques, qui méritent discussion.

La première était que le nombre d'hommes était très supérieur au nombre de femmes : 1 306 hommes pour 42 femmes (soit pour celles-ci 3 % du total) ; nous en avons conclu qu'il était bien plus difficile, jusqu'à il y a peu, de devenir célèbre pour une femme que pour un homme ; et d'autre part que nous ne pourrions, compte tenu de leurs petits effectifs, faire des comparaisons significatives entre groupes de

femmes, ou entre hommes et femmes ; nous les avons donc éliminées dans toute la suite de la recherche présentée ici, qui portera donc exclusivement sur les hommes. Il faudrait envisager une étude spécifique de la notoriété chez les femmes avec l'idée d'avoir à surmonter de nombreuses difficultés.

La deuxième caractéristique concernait l'origine des personnes notoires. Ainsi dans un sondage portant sur 448 français, 113 se sont révélés d'origine parisienne, 335 d'extraction provinciale. Or le rapport des effectifs de ces deux types de population a été en moyenne de l'ordre de 5 %, il n'a en tout cas jamais été de 25 % (c'est-à-dire de l'ordre du rapport 113/448) ; nous ne pouvions donc nous faire d'illusion sur l'homogénéité de l'origine détaillée de nos données. Malgré tout, nous n'avons pas tenu compte de ce type de problème. L'extrême difficulté qu'il y aurait eu dans chaque pays à donner des définitions comparables entre province et capitale aurait conduit à des écueils plus considérables encore et à la tentation, en constituant des sous-groupes, de ne plus conserver que des effectifs peu significatifs.

La troisième caractéristique était que le nombre de personnes retenues (ou susceptibles de l'être) était d'autant plus grand que leur naissance était plus récente. Pour obtenir des effectifs autorisant des comparaisons significatives jusqu'au début de notre ère, nous avons élargi la base de données en épulsant cette fois toutes les lettres de l'alphabet du dictionnaire, à la différence de nos sondages initiaux. Nous avons retenu les données les plus anciennes qui sont aussi les plus rares. Nous avons ainsi constitué un second corpus de 4 585 personnes au total, dont la distribution des durées de vie est donnée dans les tableaux des figures 1, 2 et 3, avant et après l'an mille, ce qui donne une idée des difficultés historiques rencontrées. Le petit nombre d'hommes célèbres dans le passé n'est pas seulement dû pour nous à la difficulté d'accéder aux informations les plus anciennes et d'en vérifier l'exactitude ; il est relié objectivement à l'aspect démographique. La population mondiale au début de notre ère est estimée à environ 300 millions contre 6 milliards aujourd'hui, probablement 100 millions, 2 500 ans avant JC, (Wilmoth, 1995) ; donc avec un taux de notoriété identique à l'actuel, on pouvait s'attendre à cette époque à vingt fois moins de personnes célèbres qu'aujourd'hui. C'est ce qui est à peu près vérifié au cours du travail.

Enfin on aurait pu penser que le nombre de personnes retenues à partir d'un dictionnaire comme *Le Petit Robert* pouvait être complété grâce aux biographies trouvées dans d'autres dictionnaires ou encyclopédies (allemandes, anglaises, italiennes, etc.). Il n'en est rien ; car chaque équipe rédactionnelle a ses définitions et ses critères de la notoriété. Ainsi Alain Rey dans sa présentation du tome 2 du *Petit Robert* (4^e éd. de 1980) insiste bien sur « le caractère incertain et relatif du critère de notoriété » et sur la décision collective de l'équipe rédactionnelle de son attribution à un individu donné. En fait, on ne peut mélanger des sources de natures différentes sans introduire des hétérogénéités supplémentaires, si ce n'est des erreurs dans la constitution du corpus. Nous

Encadré 2. La durée de vie maximale

La recherche des centenaires, dans les différentes régions du globe et dans le temps passé, n'a pas seulement été le fait d'une curiosité bien naturelle, ni celui de l'établissement de records qui prêtent d'ailleurs à discussion. C'est aussi une contribution à la définition de la durée de vie maximale comme caractéristique de l'espèce humaine. On a d'ailleurs essayé de personnaliser chaque espèce par sa durée de vie maximale.

Ce qui est particulier chez l'homme, et remarqué depuis longtemps grâce aux archives les plus diverses, c'est l'augmentation de la fréquence des centenaires au cours du temps. Il semble bien qu'il y ait eu des centenaires depuis très longtemps, mais en très petit nombre (Jeune, 1995). Aujourd'hui non seulement le nombre de gens qui atteignent 100 ans augmente, mais le nombre de ceux qui dépassent cet âge augmente aussi (Wilmoth et al., 2000). Il n'y a pas seulement des carrières exceptionnelles, mais un mouvement général des populations dans le sens d'une augmentation de la durée de vie maximale. Cette évolution accentue une caractéristique essentielle de l'espèce humaine (qui la distingue des autres mammifères), à savoir l'importance de la fraction de la vie qui suit la période d'activité reproductrice (en particulier durée de vie post-ménopause chez la femme) ; la ménopause a pu être considérée comme une adaptation évolutive (Packer et al., 1998 ; Lewis, 1999). Quoiqu'il en soit, hommes et femmes réunis, la survie des personnes âgées augmente, l'humanité vieillit (Vaupel et al., 1998).

Inévitablement, les questions qui se posent sont : Y a-t-il une durée de vie maximale ? Quel est le coût de la longévité ? (voir par exemple les notes de Maria Barinaga, 1991 ; Kirkwood, 1997) et bien sûr : Pourquoi vieillissons-nous ? (Kirkwood et Austad, 2000).

n'avons donc utilisé les sources complémentaires que pour vérifier ou discuter notre source de base, ce qui fait que l'effectif du corpus sur lequel nous avons travaillé est resté de 4 585 personnes.

Résultats et premiers commentaires : la durée de vie et ses variations

1) La durée de vie moyenne des hommes célèbres retenus dans notre corpus est très proche de 65 ans (64,84). C'est à peu près l'espérance de vie qu'on pourrait donner à 20 ans pour cette catégorie de population, puisqu'on ne peut pratiquement pas définir de notoriété avant 18 ans et que nous n'avons retenu, en tout état de cause, que quelques individus de moins de 20 ans.

Le diagramme des fréquences des durées de vie ne présente évidemment qu'un sommet ; la courbe est un peu dissymétrique, faiblement déportée vers les âges élevés. La classe d'âge la plus importante pour les hommes nés après l'an mille est celle des 65-70 ans ; pour ceux nés avant l'an mille, elle est celle des 60-65 ans. Nous allons préciser ces divers points.

2) Ces remarques et l'allure générale de la distribution font penser au modèle de Weibull, mis au point pour rendre compte de la durée de vie de pièces de machines, qui sont censées travailler, fatiguer et vieillir. Après transposition en biologie, on peut parler

d'une probabilité de mourir entre « t » et « t + Dt », étant entendu que l'individu en question a vécu jusqu'au temps « t ».

La densité de probabilité d'une variable aléatoire suivant la loi de Weibull ($t > 0, \alpha > 0$ et $\lambda > 0$) est :

$$f(t) = \lambda \cdot \alpha \cdot t^{\alpha-1} \cdot \exp(-\lambda t^\alpha)$$

La probabilité pour un individu vivant à l'instant « t » de mourir entre « t » et « t + dt » et qu'on appelle « fonction de hasard », généralement notée $h(t)$, est :

$$h(t) = \lambda \alpha t^{\alpha-1}$$

Le modèle de Weibull est une généralisation du modèle exponentiel. Dans le cas de ce dernier, un certain nombre de caractéristiques restent constantes, en particulier la probabilité de mourir. Dans le cas de Weibull, la probabilité de mourir après un certain temps « t » peut augmenter ou diminuer. Il s'agit donc d'une représentation plus souple et plus complexe. On voit bien qu'en faisant $\alpha = 1$ dans l'expression (1) on retrouve le modèle exponentiel.

On peut donc considérer la loi exponentielle comme le cas particulier de la loi de Weibull où $\alpha = 1$. On peut dire aussi que si X suit la loi W (α, λ) la variable X^α suit la loi exponentielle de paramètre λ ; la loi de Weibull se déduit donc de la loi exponentielle par le changement de variable $X \Rightarrow X^{1/\alpha}$.

La figure 1 résume ces résultats et montre le bon ajustement du modèle à l'ensemble des 4 585 données. Les résidus se répartissent de façon équilibrée autour de zéro, ce qui signifie que la courbe théorique est bien cadrée dans l'intervalle de variations des données observées ; il n'y a pas de déviation systématique ; le modèle de Weibull est donc un modèle possible.

3) Il est possible de séparer les données antérieures à l'an mille et celles qui lui sont postérieures et de refaire les calculs précédents pour les deux distributions correspondantes (figures 2 et 3). On note la bonne qualité des ajustements.

On est ainsi amené à comparer ces deux distributions. En tenant compte des résultats de Antle et Bain (1998), on peut construire l'intervalle de confiance (à la probabilité 0,95) pour la différence $\lambda_1 - \lambda_2$:

$$\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_2 \pm 1,96 \sqrt{1,109 \left(\frac{\hat{\lambda}_1^2}{n_1 \hat{\alpha}_1^2} + \frac{\hat{\lambda}_2^2}{n_2 \hat{\alpha}_2^2} \right)}$$

et en remplaçant les paramètres par leurs estimations :

– avant l'an 1000	$n_1 = 469$	$\alpha_1 = 4,000$ $\lambda_1 = 4,8389 \cdot 10^{-8}$
– après l'an 1000	$n_2 = 4 116$	$\alpha_2 = 4,925$ $\lambda_1 = 6,0918 \cdot 10^{-10}$

On peut calculer les deux bornes de l'intervalle de confiance pour $(\lambda_1 - \lambda_2)$, soit :

$$4,6627 \cdot 10^{-8} \quad ; \quad 4,8933 \cdot 10^{-8}$$

Cet intervalle de confiance ne contient pas la valeur 0 donc λ_1 diffère significativement de λ_2 .

De même on construit un intervalle de confiance pour $\alpha_1 - \alpha_2$:

$$\hat{\alpha}_1 - \hat{\alpha}_2 \pm 1,96 \sqrt{0,608 \left(\frac{\hat{\alpha}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\alpha}_2^2}{n_2} \right)}$$

soit après calcul : (– 1,281 ; – 0,669)

Cet intervalle de confiance ne contient pas la valeur 0, donc α_1 diffère significativement de α_2 .

Par suite on peut dire que les deux durées de vie moyennes $E_1(X) = 61,11$ et $E_2(X) = 65,33$ diffèrent significativement, et que celle après l'an mille est plus grande que celle avant l'an mille².

4) Ces résultats et l'orientation qu'ils indiquent nous autorisent à conduire une analyse plus détaillée, en portant notre attention sur les deux indices les plus simples et les plus représentatifs : moyennes et variances.

Nous noterons en premier lieu que la durée de vie moyenne augmente depuis longtemps, de façon chaotique dans les temps les plus anciens (mais pour lesquels nous avons très peu de données), de façon indiscutable et beaucoup plus régulière depuis 750 et bien entendu depuis 1200.

Le meilleur ajustement est obtenu après transformation logarithmique des données. Le coefficient de corrélation entre données observées et calculées est élevé : r^2 vaut plus de 0,6 si l'on prend la période de 750 à nos jours, 0,7 si l'on réduit la période de 1200 à nos jours (figure 4).

On peut donc conclure que la durée de vie des hommes célèbres augmente en moyenne depuis longtemps, lentement, mais de façon exponentielle. L'augmentation forte et récente des durées de vie n'est peut-être pas due à un changement de phase dans cette évolution (comme on aurait un peu trop rapidement tendance à le croire), mais au passage progressif à la partie redressée de l'exponentielle.

Ce résultat est important dans la mesure où il apporte des arguments à la continuité d'une évolution, et repousse l'idée d'une phase nouvelle originale dans la prolongation de la durée de vie, au moins jusqu'au XX^e siècle.

5) L'erreur standard des durées de vie décroît sans cesse depuis le début de notre ère, mais le fait de façon marquée depuis l'an 750 et de façon remarquablement régulière depuis 1200, époque qui paraît constituer un moment important dans certaines évolutions démographiques et socioéconomiques (figure 5).

La manière dont cette décroissance s'effectue n'est pas quelconque. Le meilleur ajustement est obtenu avec la régression du logarithme de l'erreur standard sur les temps. Les graphiques de cette figure donnent une représentation de la décroissance après transformation logarithmique de 750 à nos jours, et de 1200 à nos jours, ainsi que les équations de régression dans les deux cas, et les coefficients de corrélation entre données observées et calculées. Ces derniers sont très

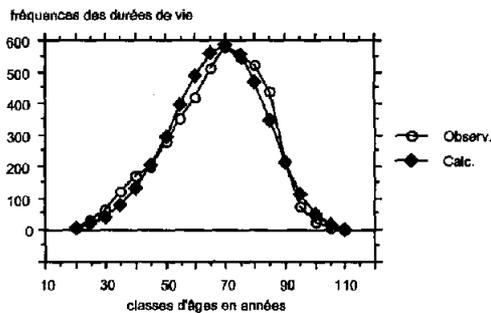
² On peut montrer, avant et après l'an mille, une différence pour les paramètres α et λ . Concrètement cela signifie par exemple que la probabilité de décès entre 60 et 61 ans pour un individu ayant 60 ans est de 0,349 avant l'an mille et de 0,256 après l'an mille.

Classes Durées	Fréq. Observées	Fréq. Calculées
16-20	7	6.8
21-25	31	19.8
26-30	67	42.1
31-35	123	78.5
36-40	174	132.2
41-45	203	204.8
46-50	280	294.5
51-55	353	393.9
56-60	421	489.0
61-65	512	560.3
66-70	581	587.0
71-75	546	555.9
76-80	522	468.6
81-85	441	345.6
86-90	216	218.4
91-95	76	115.6
96-100	25	49.9
101-105	6	17.1
106-110	1	4.5

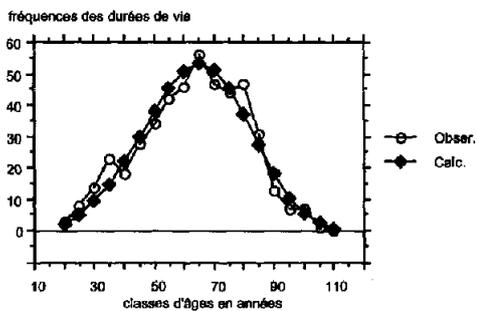
Moyenne des durées de vie : 64,84 ans

Classes Durées	Fréq. Observées	Fréq. Calculées
16-20	3	2.1
21-25	8	5.2
26-30	14	9.3
31-35	23	14.9
36-40	18	21.9
41-45	28	29.9
46-50	34	38.1
51-55	42	45.6
56-60	46	50.9
61-65	56	53.0
66-70	47	51.2
71-75	44	45.5
76-80	47	37.0
81-85	31	27.2
86-90	13	18.0
91-95	7	10.5
96-100	7	5.4
101-105	1	2.4
106-110	0	0.9

Moyenne des durées de vie : 61,11 ans



MODELE DE WEIBULL $f(t) = \lambda \cdot \alpha \cdot t^{\alpha-1} \cdot \exp(-\lambda t^\alpha)$
avec $\alpha = 4,829$ et $\lambda = 1,165 \cdot 10^{-09}$



MODELE DE WEIBULL $f(t) = \lambda \cdot \alpha \cdot t^{\alpha-1} \cdot \exp(-\lambda t^\alpha)$
avec $\alpha = 4,000$ et $\lambda = 4,8389 \cdot 10^{-08}$

Figure 1. Ajustement du modèle de Weibull à l'ensemble de 4 585 données (les durées de vie sont réparties en classes de 5 ans).

Figure 2. Ajustement du modèle de Weibull aux données avant l'an 1000 (les durées de vie sont réparties en classes de 5 ans).

élevés et témoignent bien de la qualité des ajustements.

La variabilité des durées de vie des hommes célèbres diminue donc de façon exponentielle, régulière et lente depuis plus d'un millénaire (figure 5). Bien que nous ne soyons pas capables pour le moment d'estimer dans cette variation la part de nature génétique et la part environnementale, on peut, sans prendre trop de risques, affirmer que cette dernière est certainement importante.

6) La comparaison, pour une période donnée, entre l'âge moyen au décès des hommes célèbres et celui concernant les hommes ordinaires n'est pas facile. Deux questions principales au moins se posent :

- le choix de la population de référence des hommes non célèbres,
- la fraction de cette population qui servira à la comparaison.

Pour nous faire une opinion, nous avons choisi la population d'Artas (commune rurale du Bas-Dauphiné) sur laquelle nous avons beaucoup travaillé³ et obtenu sur plusieurs siècles des données fiables. Nous avons établi la moyenne des durées de vie des hommes sur le siècle 1720 (inclus) - 1820 (exclu), en ne conservant que la fraction ayant atteint l'âge de 18 ans (voir plus

haut notre définition de la notoriété), et nous avons trouvé 53,86 ans sur un effectif de 716 individus (qui ne comportait aucune célébrité). Cette valeur, proche de 54 ans, est très inférieure à celle trouvée pour les hommes célèbres qui est proche de 65 ans pour l'ensemble du corpus.

Discussion générale

Avant de discuter de nos résultats, il faut peut-être avancer quelques raisons de l'avantage que l'on a à connaître la vie des hommes illustres. Quels que soient l'attention que l'on peut y porter et le profit que l'on peut en tirer, la façon de vivre des hommes illustres et les conséquences qui peuvent en résulter nous intéressent au plus haut point ; car il faut souligner que cette catégorie particulière de la population fournit probablement de bons indicateurs pour la population dans son ensemble.

Il n'y a pas contradiction en moyenne entre les deux sources d'information : celle concernant les hommes célèbres et celle concernant la population générale, mais seulement décalage dans le temps.

³ Des articles ultérieurs donneront des détails sur cette population.

Classes Durées	Fréq. Observées	Fréq. Calculées
16-20	4	5.0
21-25	23	15.1
26-30	53	33.0
31-35	100	63.2
36-40	156	108.9
41-45	175	172.3
46-50	246	252.7
51-55	311	344.4
56-60	375	435.1
61-65	456	506.6
66-70	534	538.1
71-75	502	514.9
76-80	475	436.4
81-85	410	321.4
86-90	203	201.1
91-95	69	104.0
96-100	18	43.3
101-105	5	14.0
106-110	1	3.4

Moyenne des durées de vie : 65,33 ans

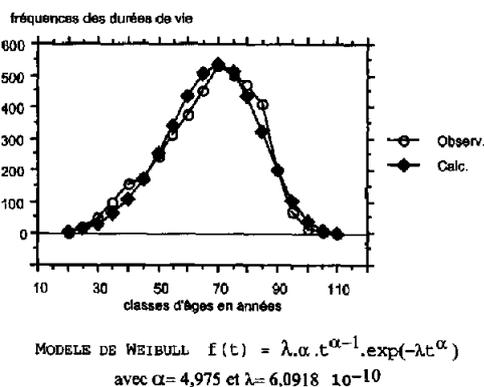


Figure 3. Ajustement du modèle de Weibull aux données après l'an 1000 (les durées de vie sont réparties en classes de 5 ans).

Peut-être même pourrait-on dire que ce qui arrive aujourd'hui aux hommes célèbres, c'est ce qui arrivera à l'ensemble de la population dans un certain nombre d'années. Ce qui nous autorise à exprimer cette hypothèse, c'est que l'amélioration des conditions de vie atteint en premier lieu, en moyenne, la catégorie des hommes célèbres, dans la mesure où ceux-ci sont assez souvent privilégiés (ce qui est très visible dans les moments de crise, en particulier lors des disettes, des guerres ou des épidémies). Et dans ces conditions l'examen des caractéristiques particulières de la vie des hommes célèbres ne peut conduire qu'à des prévisions et à des interrogations utiles.

Cela dit, on peut discuter de nos résultats de deux manières : l'une dans le cadre du corpus que nous avons défini, c'est-à-dire celui de l'ensemble des données acquises sur les hommes célèbres ; l'autre sur ce que ce corpus peut nous apprendre sur l'ensemble de la population dont ils proviennent.

Ainsi la diminution progressive de la variabilité des durées de vie des hommes célèbres n'est pas une surprise, encore que le caractère régulier de cette évolution se révèle plus marqué qu'on aurait pu l'imaginer. Certaines causes de ce phénomène ne sont pas

extraordinaires ; il y a eu à coup sûr homogénéisation des conditions de vie surtout pour des hommes ayant acquis une certaine notoriété – et ce phénomène se poursuit certainement –, mais il y a probablement aussi homogénéisation des réponses à ces conditions. Après tout, l'apparition de l'eau courante domestique induit chez son usager des comportements de même genre. Certains mécanismes sont sans doute plus subtils. Il y a dans bien des circonstances une prise de conscience du fait que les qualités manifestées par certaines personnes étaient utiles, que leur vie était profitable à la société, parfois dans des conditions extrêmes (guerres, épidémies, etc.) et qu'il fallait les protéger. Si bien que les conditions de vie faites à ces personnes étaient progressivement plus homogènes entre hommes illustres de différents pays. Les modes de vie traditionnels dans l'environnement de ces hommes pouvaient être assez différents, mais l'idée de confort, par exemple, si elle prenait des formes matérielles différentes selon les lieux, faisait malgré tout évoluer les choses dans le même sens. Le souhait de disposer d'une source d'eau courante (froide, puis chaude), celui de disposer d'une source d'énergie (d'emploi aisé et rapide) n'ont jamais été contredits par personne.

L'homogénéisation est venue aussi des protections dont ont pu jouir les hommes célèbres. Archimède a certainement été protégé par les habitants de Syracuse pendant son siège, et les romains de leur côté avaient à coup sûr l'intention, au moment et après leur victoire de poursuivre cette protection. Les réprimandes adressées par le consul romain au soldat responsable de la mort d'Archimède témoignent bien de cette continuité. Les exemples ne manquent pas de savants contemporains qui furent protégés pendant la dernière guerre et même après celle-ci, à travers toutes les vicissitudes politiques.

Les mécanismes que nous venons d'évoquer ne s'appliquent pas seulement à la variabilité des résultats mais aux résultats eux-mêmes, c'est-à-dire à l'augmentation de la durée de vie. Ces mécanismes sont certainement très généraux, ce qui explique que l'addition de données provenant de pays différents n'a pas brouillé les résultats auxquels nous sommes arrivés.

La durée de vie, comme tout caractère phénotypique observé, dépend simultanément d'un déterminisme génétique et d'un déterminisme environnemental. L'influence du milieu, c'est-à-dire chez l'homme des conditions de vie, sur la durée de cette vie ne fait pas de doute quant à son existence et à son sens. Il est complètement admis que les hommes ont su améliorer ces conditions et que la mortalité quels qu'en soient les causes, les taux, les âges, dont on peut beaucoup discuter et dans le détail desquels nous n'entrons pas, en a été diminuée. Les progrès ont été considérables et quantitativement mesurables en particulier concernant les périodes périnatales et infantiles. Même si ce type de phénomènes ne nous concerne pas directement, puisque nous n'avons mesuré la célébrité qu'après 18 ans, on peut penser que le même type de causes a produit le même type d'effets dans le cours de la vie. L'évolution de l'hy-

giène dans les établissements hospitaliers, maintes fois décrite, et les conséquences qui en ont résulté, en constituent un témoignage non douteux.

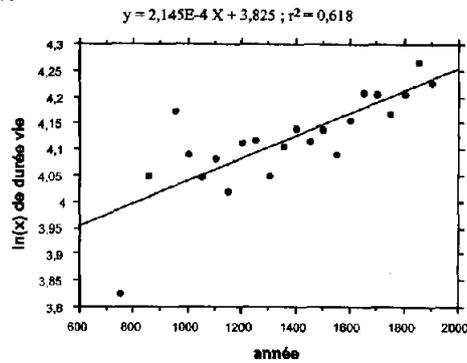
Le déterminisme génétique de la durée de vie et l'évolution de la part génétique dans la détermination de cette durée de vie est beaucoup plus difficile à discuter. Les avantages génétiques procurés par une augmentation de la durée de vie sont quelquefois abordés (Partridge et Barton, 1993), mais malheureusement sur des organismes divers, et en particulier la drosophile, ce qui nous paraît un peu loin de notre sujet. Il est presque sûr que l'hérédité de la longévité n'est pas nulle, même si son héritabilité est faible (Jacquard, 1982, confirmé par Finch et Tanzi, 1997), ce qui n'est pas étonnant (c'est le cas pour la plupart des traits de vie contribuant à la définition d'une espèce). On sait aussi que certains déterminants génétiques sont probablement portés par les hétérochromosomes ce qui expliquerait les interactions de la longévité avec le sexe (Cournil et al., 2000). Comme les appariements chez l'homme ne sont pas dirigés, et que de toute façon la durée de vie ne sera connue qu'après la reproduction, on comprend que la situation concernant la longévité soit très complexe chez l'homme et que son analyse génétique soit difficile (Cournil, 2000). Cependant des études récentes, en Islande, sur certains jumeaux ou sur les corrélations entre apparentés confirment cette hérédité modérée de la longévité (Gudmundsson et al., 2000).

Pour qu'il y ait évolution de la longévité, sur le plan génétique, il faut qu'une pression de sélection s'exerce dans le sens positif. Mais il faut aussi que les porteurs des génomes favorables survivent suffisamment longtemps pour se reproduire. Sans doute l'héritabilité de la durée de vie est-elle petite, mais par ailleurs si les deux parents sont à vie longue, les enfants présentent une augmentation de leur durée de vie par rapport aux autres enfants de la même époque (Cournil, 2000). Les parents à durée de vie longue sont plus à même de protéger la vie de leurs enfants ou de leurs petits-enfants que des parents à vie courte, et par là même protègent les caractéristiques génétiques correspondantes.

Il se trouve que, récemment, la durée de vie dans l'espèce humaine a davantage été étudiée chez la femme que chez l'homme ; pour celle-ci le nombre d'enfants portés jeune (Westendorp et Kirkwood, 1998) et la longueur de la phase post ménopause ont été largement discutés (Hawkes et al., 1997 ; Hawkes et al., 1998 ; Lewis, 1999), comme facteurs déterminants. Mais notre corpus de données concerne exclusivement les hommes, et précisément leur histoire de vie est plus mal connue que celle des femmes. Il n'y a aucun doute qu'il n'y a pas indépendance entre la durée de vie chez la femme et celle chez l'homme, mais les liaisons éventuelles n'ont pas été explorées de façon pluridisciplinaire.

De ce point de vue, la contribution des hommes célèbres à cette évolution n'est peut-être pas négligeable dans la mesure où leur durée de vie est en moyenne plus longue et où leurs moyens matériels et intellectuels leur permettent une protection de leurs descendants.

après 750



après 1200

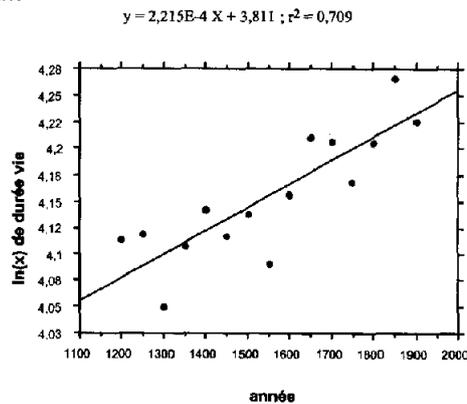


Figure 4. Augmentation de la durée de vie des hommes illustres : de 750 à nos jours, de 1200 à nos jours (logarithme de la durée de vie).

De toutes les façons, on constate qu'il n'y a pas contradiction entre les caractéristiques de la population totale et celles de la fraction de ses hommes célèbres, et nous en inférons que l'évolution positive constatée pour la durée de vie des hommes célèbres annonce celle qui concernera la population totale.

En résumé, on voit que les changements dans les conditions de vie s'améliorant au cours des siècles, et les mécanismes génétiques fonctionnant dans le même sens (l'héritabilité de la durée de vie est faible, mais positive), contribuent simultanément à une augmentation de la durée de vie. L'importance très limitée, d'une génération à l'autre, des gains génétiques possibles, ainsi que celle des progrès dans le niveau de vie, font que les modifications observées ne peuvent être que très faibles en moyenne, surtout dans les débuts du fonctionnement de ces mécanismes. Au bout d'un certain temps leurs effets peuvent devenir plus significatifs et, pour peu qu'ils soient multiplicatifs, peuvent prendre une allure exponentielle.

Quelles que soient les approches de la longévité, on s'accorde généralement aujourd'hui sur l'augmentation de la durée de vie chez l'homme et sur l'extension des populations âgées⁴. Mais les mécanismes qui conduisent à cette situation sont complètement en cours d'exploration (encadré 3). L'existence des classiques interactions entre facteurs génétiques et facteurs environnementaux n'est pas douteuse ; cependant la

⁴ En 40 ans, de 1950 à 1990, le nombre de personnes âgées de 50 ans et plus est passé en France de 11,6 à 16,7 millions. On peut en prévoir près de 30 millions en 2050, soit alors en un siècle une augmentation de l'ordre de 25 %. L'Insee fait remarquer qu'il s'agit des tranches d'âge correspondant aux personnes en activité et disposant des revenus les plus élevés.

part prise par chacun d'eux reste mal connue et très discutée ; la manière dont ils interviennent est encore plus difficile à saisir. Il ne s'agit certainement pas d'une simple addition, car ce qui est particulier à l'espèce humaine, c'est que son environnement ne reste pas aléatoire et n'est pas indépendant de l'homme lui-même. Ce ne sont pas seulement les variations probables du climat sous l'influence de facteurs anthropiques qui nous en convainquent, c'est l'ensemble de toutes les caractéristiques de nos conditions de vie qui à la fois se sont écartées des conditions naturelles et sont devenues incontournables.

L'hypothèse qu'on peut alors avancer est que les transformations de cet environnement vont dans le sens d'une amélioration au moins pour une série de composantes et que ce nouvel environnement va permettre à certaines structures génétiques de s'exprimer, de prendre une signification historique concrète, et peut-être même de s'inscrire dans un processus de sélection.

Ainsi s'expliquerait qu'une évolution lente mais de plus en plus significative de la durée de vie humaine devienne une caractéristique essentielle de notre espèce. Si le niveau de vie autorise une durée de vie plus longue, il protège en même temps, au moins indirectement, les porteurs du matériel génétique correspondant.

Un bref sondage nous indique que vers les années 1000-1300 l'âge des (futurs) hommes célèbres à la mort de leur père était souvent inférieur à 20 ans ; aujourd'hui dans la population ordinaire, les grands-parents non seulement voient leurs petits-enfants, mais s'en occupent de façon active. Il n'est donc pas exclu que la longueur de la vie soit sélectionnée comme un caractère génétique altruiste avantageux pour la descendance. Cette hypothèse rejoint certains débats de la sociobiologie, mais ne peut être testée sans l'acquisition, chez l'homme, d'importantes données complémentaires.

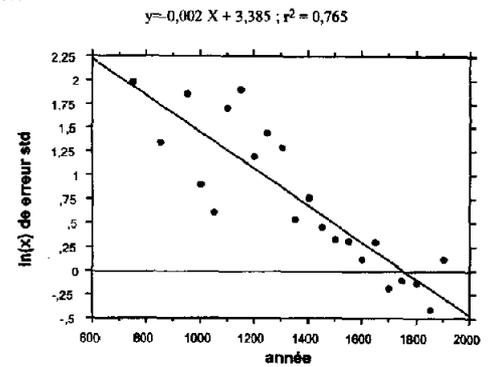
L'évolution dans ce domaine ne peut qu'être très lente, étant donné le caractère indirect et tardif de cette protection, mais elle existe, elle explique la situation actuelle et elle laisse prévoir la permanence⁵ de la tendance révélée dans l'histoire du dernier millénaire.

⁵ Des prévisions à court terme de l'accroissement de la durée de vie ont eu lieu (Wilmoth, 1998).

Encadré 3. La multiplication des contributions

Sur deux années (1998-1999), la seule exploration sur deux mots clés (*human longevity*) – à l'exclusion du vieillissement – et sur la seule banque de données des *Current Contents* conduit à relever trente-quatre articles parus dans trente-deux périodiques internationaux distincts. On conclut donc à l'importance de la production scientifique dans le domaine, et à sa répartition dans des spécialités, si ce n'est des disciplines, très différentes : de la médecine à la pharmacologie, de la génétique moléculaire à la biologie des populations, de la neurologie à la génétique humaine. En outre sur trente-quatre articles, dix-neuf d'entre eux sont signés par plus de cinq auteurs (cela va jusqu'à seize signatures !) indiquant par là les exigences pluridisciplinaires de ce type de recherches, ainsi que la difficulté des travaux et la largeur des champs qu'ils concernent.

après 750



après 1200

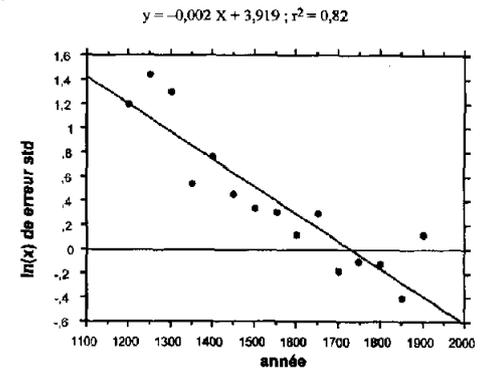


Figure 5. Diminution de la variabilité de la durée de vie des hommes célèbres en fonction du temps : de 750 à nos jours, de 1200 à nos jours (logarithme de l'écart type).

Remerciements

Nos chaleureux remerciements vont à Amandine Cournil, Nicole Mathieu, Dominique Pontier, Anne-Françoise Schmid, ainsi qu'à Christian Biémont, Richard Grantham, Marcel Jollivet, Henri Ploye, pour leurs conversations, leurs encouragements ou leurs contributions, et bien entendu à l'un des lecteurs de notre manuscrit pour ses critiques constructives.

Bibliographie

- Antle, C.E., Bain, L.J., 1998. Weibull distribution. In : Kotz, S., Johnson, N.L. (Eds.), *Encyclopedia of Statistical Science* 9, 549-556.
- Barinaga, M., 1991. How long is the human life-span? *Science* 254, 936-938.
- Cournil, A., Legay, J.M., Schächter, F., 2000. Evidence of sex linked effects on the inheritance of human longevity. A population based-study: Valserine Valley (French Jura), 18-20 th centuries. *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 267, 1021-1025.
- Cournil, A., 2000. Contribution à l'hérédité de la longévité humaine. Analyse des ressemblances familiales dans la vallée de la Valserine (Jura français) du XVIII^e siècle à nos jours. Thèse de doctorat de l'université Claude-Bernard-Lyon-1, n°205.
- Rhnc, C.E., Tänzl, R.Z., 1997. Genetics of aging. *Science* 278, 407-411.
- Gavrilov, L.A., Gavrilova, N.S., 1991. *The Biology of Life span: a quantitative approach*. Harwood academic publishers, Chur.

**Résumé – La longévité des hommes célèbres.
Évolution séculaire des durées de vie.**

Un corpus de 4 585 données, concernant les hommes célèbres (à l'exclusion des femmes), permet d'explorer l'évolution de leur longévité (durée de vie) de 500 ans avant JC jusqu'à 1900 ans après JC. Après une période très instable et mal connue, on constate au-delà de 600 ans après JC, une augmentation linéaire (après transformation logarithmique) de la durée de vie, et une diminution régulière de la variabilité des résultats concernant celle-ci. Pour une époque donnée, la durée de vie moyenne des hommes célèbres est plus longue que celle concernant les hommes de la population ordinaire. La discussion ayant trait aux parts génétique et environnementale de cette évolution est amorcée, en tenant compte des interactions probables entre les deux types de mécanismes. L'hypothèse est lancée selon laquelle la longueur de la vie serait sélectionnée comme un caractère génétique altruiste, avantageux pour la descendance. © 2001 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés

longévité humaine / évolution séculaire

- Gudmundsson, H. et al., 2000. Inheritance of human longevity in Iceland. *Europ. J. of Hum. Gen.* 8, 743-749.
- Hawkes, K., O'Connell, J.F., Jones, N.G.B., 1997. Hadza women's time allocation, offspring provisioning, and the evolution of long postmenopausal life spans. *Current Anthropology* 38, 551-577.
- Hawkes, K., O'Connell, J.F., Jones, N.G.B., Alvarez, H., Charnov, E.L., 1998. Grandmothering, menopause and the evolution of human life histories. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 95, 1336-1339.
- Hollingsworth, T.H., 1977. Mortality in the british peerage families since 1600 (n° spécial). *Population*, 323-349.
- Houdaille, J., 1970. La mortalité de la noblesse de robe à Paris aux XVII^e et XVIII^e siècles. *Population* 3, 637-641.
- Houdaille, J., 1989. L'espérance de vie des écrivains et des musiciens. *Population (Notes et Documents)* 1, 216-220.
- Houdaille, J., 1990. La mortalité des souverains et des hommes d'état de l'antiquité à nos jours. *Population* 2, 421-423.

- Jacquard, A., 1982. Heritability of human longevity. In : Preston H.S. (Ed.), *Biological and social aspects of mortality and the length of life*, Liège.
- Jeune, B., 1995. In search of the first centenarians. In : Jeune, B., Vaupel, J.W. (Eds.), *Exceptional longevity: from Prehistory to the Present*, Odense Monographs on Population Aging 2, 11-24.
- Kirkwood, T.B.L., 1997. The origins of human ageing. *Philos. Trans. of the R. Soc. of London S.B. Biological Sci.* 352, 1765-1772.
- Kirkwood, T.B.L., Austad, S.N., 2000. Why do we age? *Nature* 408, 233-238.
- Korpelainen, 2000. Fitness, reproduction and longevity among european aristocratic and rural finnish families in the 1700s and 1880s. *Proc. R. Soc. Lond.* 267, 1765-1770.
- Legay, J.M., Debouzie, D., 1985. Introduction à une biologie des populations. Masson, Paris.
- Lewis, K., 1999. Human longevity: an evolutionary approach. *Mechan. of Ageing and Develpt.* 109, 43-45.
- Packer, C., Tatar, M., Collins, A., 1998. Reproductive cessation in female Mammals. *Nature* 392, 807-811.
- Partridge, L., Barton, N.H., 1993. Optimality, mutation and the evolution of ageing. *Nature* 362, 305-311.
- Pressat, R., 1972. Démographie statistique. Puf, Paris.
- Riquet, R., 1967. Anthropologie et démographie au Néolithique. Thèse d'anthropologie de l'université de Bordeaux, n°7154.
- Robert, R., 1996. Dictionnaire universel des noms propres, Petit Robert 2. Le Robert, Paris.
- Vallois, H.U., 1937. La durée de vie chez l'homme fossile. *L'Anthrop.* 47, 499-532.
- Vaupel, J.W. et al., 1998. Biodemographic trajectories of longevity. *Science* 280, 855-859.
- Westendorp, R.G.J., Kirkwood, T.B.L., 1998. Human longevity at the cost of reproductive success. *Nature* 396, 743-746.
- Wilmoth, J.R., 1995. The earliest centenarians: a statistical analysis. In : Jeune, B., ans Vaupel, J.W. (Eds.), *Exceptional Longevity: from Prehistory to the Present*, Odense Monographs on Population Aging 2, pp. 125-168.
- Wilmoth, J.R., 1998. The future of human longevity: a demographer's perspective. *Science* 280, 395-397.
- Wilmoth, J.R., Deagan, L.J., Lundström, H., Horiuchi, S., 2000. Increase of maximum life span in Sweden, 1861-1999. *Science* 289, 2366-2368

Commentaire

À propos de l'article de Jean-Marie Legay et al.

ANNE-FRANÇOISE SCHMID

Cet article est extrêmement dense, condensé même et formellement lisse. Il serait dommage que son apparente simplicité fasse qu'il passe inaperçu : il suppose en effet une représentation de la science peu commune, presque pure, en tout cas indépendante des représentations disciplinaires admises. En plus des résultats effectifs qu'il présente sur lesquels on ne reviendra pas ici, il pose de façon assez radicale la question de la science même.

Le philosophe Berkeley s'était posé la question de la validité de l'idée générale de triangle indépendamment de ses caractéristiques particulières : cette idée générale se doit en effet de n'être ni oblicangle, ni rectangle, ni équilatérale, ni isocèle, ni scalène – donc

à la fois tout et rien (voir le *Traité sur les principes de la connaissance humaine* (1716), traduction André Leroy, Paris, Aubier, 1969, pp. 187-188). D'une façon analogue, cet article nous livre une idée de la science qui ne relève ni de la démographie, ni de la génétique, ni de l'histoire des civilisations, ni de la géographie. De même que le triangle ne consiste pas en une composition de chacune de ces caractéristiques, il ne peut s'agir ici d'un compromis entre les démarches de plusieurs disciplines : ni le démographe, ni le géographe ne peuvent immédiatement s'y reconnaître. Il suppose qu'il y a de la science (ce dont certains sociologues doutent parfois), que cette science

ANNE-FRANÇOISE SCHMID

Philosophe

Maître de conférences d'épistémologie à l'Insa de Lyon délégué au CNRS, 95, rue des Maraichers, 75020 Paris

afschmid@noos.fr