L'invention des concepts en démographie

Hervé LE BRAS

Avant d'inventer le concept de taux de croissance, il a fallu se familiariser avec la série géométrique... Pour inventer le concept de mortalité, il a fallu admettre que l'on meurt aussi de mort naturelle...

Si j'étais faiseur de livres, je ferais un registre commenté des morts diverses. Qui apprendrait les hommes à mourir, leur apprendrait à vivre.
Michel de Montaigne
(1533-1592), *Essais.*

Taux de croissance et espérance de vie, ces notions nous paraissent des plus banales quand nous décrivons une population. Pourtant ces termes n'auraient rien signifié à un homme de la Renaissance et *a fortiori* à ses prédécesseurs de l'Antiquité et du Moyen Âge. Pour cause : les notions de taux de croissance d'une population et d'espérance de vie d'un individu n'ont émergé qu'au milieu du XVII^e^ siècle. En retraçant leur apparition, on saisit mieux comment ont évolué la conception de l'existence individuelle et son contrôle.

L'impensable croissance

Dans un univers comme celui d'Aristote, où la sphère des étoiles «fixes» limite l'espace et la matière à quelques milliers de rayons terrestres, une croissance indéfinie est impossible. Le concept de série géométrique (dont chaque terme est égal au précédent multiplié par un nombre constant, la raison) est d'ailleurs absent de la pensée ancienne, à l'exception des puissances successives de deux. On sait en effet que l'on obtient des mesures de surface ou de volume en multipliant une ou deux fois un nombre par lui-même : la longueur d'un segment (puissance 1), la surface d'un carré (longueur du côté à la puissance 2) et le volume d'un cube (longueur d'un côté à la puissance 3). C'est ainsi que le Démiurge du Timée utilise deux séries composées des trois premières puissances de 2 et de 3. Aller un cran plus loin reviendrait à découvrir une quatrième dimension.

Le monde sublunaire est donc soumis au changement, mais non à la croissance ou à la décroissance. Aucune image, d'ailleurs, n'aide à imaginer ce que signifie la croissance indéfinie. Toute évolution converge vers un état «adulte» final.

Timidement, au Moyen Âge, des problèmes de mathématiques introduisent l'idée de *«progressio»* ou série géométrique. Le plus célèbre et le plus ancien de ces problèmes est celui des lapins de Fibonacci qui se reproduisent indéfiniment sur une île *(voir l'encadré de la page suivante)*. Fibonacci, encore appelé Léonard de Pise, décrit, année après année, l'évolution de la population lapine : la population d'une année donnée vaut la somme des populations des deux années précédentes. Toutefois, il ne remarque pas que la population tend vers une progression géométrique dont la raison est le nombre d'or.

Plus tard, en 1494, Nicolas Chuquet examine le problème, devenu classique, du tonneau, qui introduit la série géométrique : soit un tonneau qui se vide chaque jour d'un dixième de son contenu ; à quelle date exacte sera-t-il à moitié vide? Auparavant, en 1472, un ouvrage du mathématicien et astronome Johannes de Sacrobosco fournit une formule pour calculer la somme des termes d'une série géométrique : r étant la raison, et u_0 étant le premier terme de la série, la somme $u_0 + u_1 + u_2 + \ldots + u_n = u_0\,(r^{n+1} - 1)/(r - 1)$.

Malgré ces travaux introductifs, la série géométrique demeure un objet bizarre et difficile à manier, alors qu'il est aisé de donner des exemples concrets de séries arithmétiques (où chaque terme égale au terme précédent plus une constante) : la série des entiers naturels ou encore celle des nombres pairs sont

LE PROBLÈME DU TONNEAU

Au bout de combien de temps un tonneau est-il à moitié vide? Si le tonneau se vide d'un dixième chaque jour, partant d'un contenu C_0, il contient au bout de n jours :

$C_n = C_{n-1} - C_{n-1}/10$, c'est-à-dire,
$C_n = C_{n-1} \times 9/10$.

Les différents contenus constituent les termes d'une série géométrique de raison 9/10. On exprime aisément en fonction du contenu initial C_0 le contenu du tonneau au $n^{\text{ième}}$ jour :

$C_n = C_0 \times (9/10)^n$.

On cherche n tel que $(9/10)^n = 1/2$. En utilisant les logarithmes népériens, notés ln, on obtient $n = ln\ 2/ln\ 0{,}9$ soit 6,58. Le tonneau est à moitié vide au bout de six jours et demi.

des séries arithmétiques (de raisons un et deux, respectivement). Outre l'obstacle du monde fini, la prohibition de l'usure par la papauté, c'est-à-dire des intérêts sur les intérêts ou encore, des intérêts composés, empêche de disposer d'un exemple facile de croissance géométrique. Les caractères mathématiques les plus évidents de la croissance demeurent inconnus. Ainsi dans les *Observations naturelles et politiques sur les bulletins de mortalité de la ville de Londres*, sans doute le premier traité de statistique et de démographie, on trouve ce curieux exemple de calcul de la croissance :

Entre 1593 et 1613, le nombre des décès à Londres est passé de 6 986 à 12 110, «ainsi pendant cette période, la population de ces paroisses a augmenté dans le rapport de 7 à 12, à très peu de choses près», puis de 1613 à 1633, le nombre des décès a grimpé à 15 625, soit, nous dit-on, «dans le rapport de 24 à 31». Enfin, récapitulant les deux périodes, l'auteur déclare que «la population des paroisses en question a augmenté dans le rapport de 23 à 52», au cours de ces 40 années.

On voit que la technique de comparaison repose sur des arrondis et des multiplications simples. Ainsi, en arrondissant 6 986 et 12 110 au plus proche millier, on a 7 000 à 12 000 donc 7 à 12. Pour obtenir le second rapport, il faut d'abord multiplier par deux les deux chiffres de décès, ce qui donne 24 220 et 31 250, puis ne garder que le chiffre des milliers, 24 à 31. Enfin, pour l'ensemble des 40 années, une division par 3 des deux effectifs est faite sur le nombre de centaines : 69 donne 23 et 156 donne 52. Toutes ces opérations approximatives peuvent être effectuées de tête. Elles jaugent le résultat. Ici, elles ont l'inconvénient de conduire à une incongruité au sens moderne de la croissance. En effet, la croissance sur l'ensemble des deux périodes devrait être le produit des croissances sur chacune des périodes, donc de : $12/7 \times 31/24 = 31/14$.

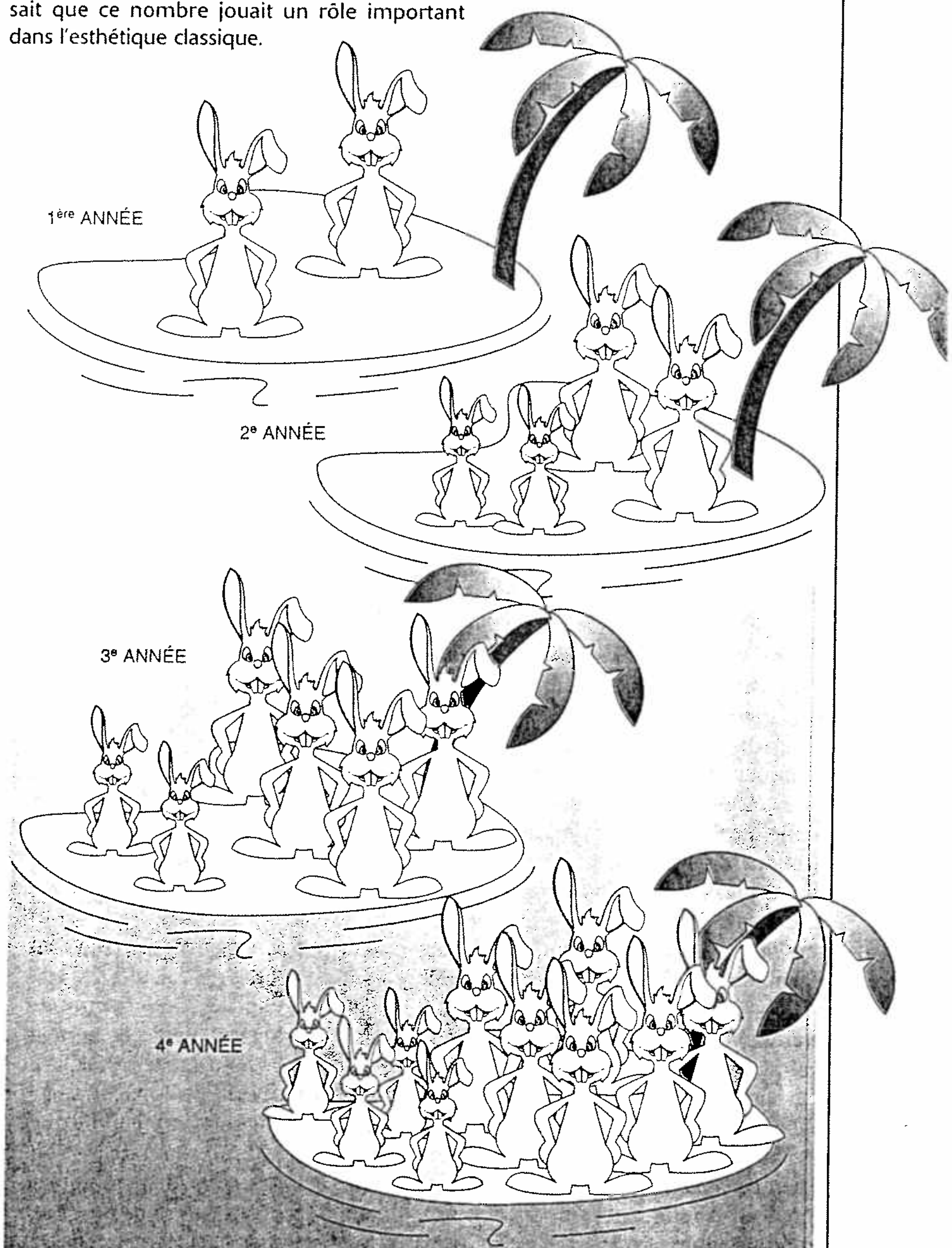
Au lieu de ce 31/14, l'auteur des *Observations* parvient par une approximation directe à 52/23. La différence n'est pas considérable ($31/14 = 2{,}214$ et $52/23 = 2{,}261$), mais elle n'est pas négligeable. Ainsi, en ce milieu de XVII[e] siècle, un livre fondateur de la démographie n'a pas encore une conception claire de la nature de la croissance, dont il ignore la propriété multiplicative simple, $f(a+b) = f(a) \times f(b)$. Il en reste à une mesure sans aucune propriété mathématique particulière. Notons aussi qu'en

Les lapins de Fibonacci

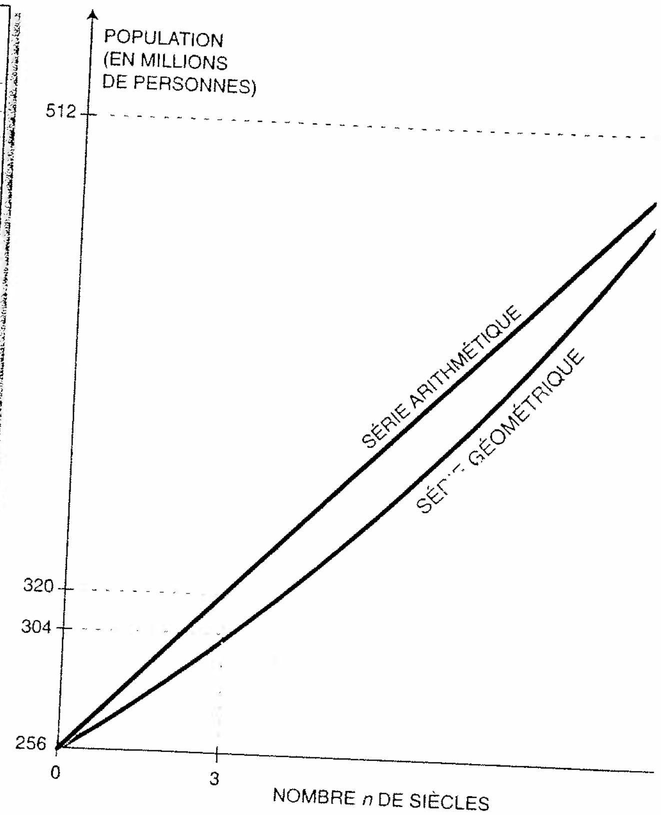
Un couple de lapins arrive seul sur une île et s'y reproduit. Chaque année, le couple engendre un nouveau couple de lapins. La maturité sexuelle de la progéniture est atteinte au bout d'une année. Aucun des lapins ne meurent ni ne devient stérile. Au bout de *n* années, quelle est la population lapine?

La population d'une année quelconque est constituée de lapins matures et de lapins immatures. La population mature est égale à la population totale de l'année précédente, puisque les immatures sont arrivés à maturité et que les matures ont survécu. La population immature est égale à la population mature de l'année précédente qui l'a engendrée, donc à la population totale deux ans auparavant. La population totale de l'année est ainsi la somme des populations totales des deux années précédentes. Ainsi, année après année, le nombre de couples de lapins évolue selon la suite dénommée suite de Fibonacci, du nom de l'auteur de ce petit problème de démographie : 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, etc. (la population totale est le double de chacun de ces termes).

Après un grand nombre de termes, la suite de Fibonacci tend vers une suite géométrique, dont la raison r vérifie la relation $r = 1 + 1/r$. Cette équation définit le nombre d'or, égal à $(1 + \sqrt{5})/2 = 1{,}61803398...$, également appelé divine proportion par le moine franciscain Luca Pacioli, qui pensait que ce nombre jouait un rôle important dans l'esthétique classique.



ANNEES DEPUIS LE DÉLUGE	POPULATION (NOMBRE DE PERSONNES)	PÉRIODE DE DOUBLEMENT (EN ANNÉES)
1 (SORTIEDE L'ARCHE)	8	10
10	16	10
20	32	10
30	64	10
40	128	10
50	256	10
60	512	10
70	1 224	10
80	2 048	10
90	4 096	10
100	8 000 ET PLUS	20
120	16 000	20
140	32 000	30
170	64 000	30
200	128 000	40
240	256 000	50
290	512 000	60
350	1 000 000 ET PLUS	70
420	2 000 000	100
520	4 000 000	190
710	8 000 000	290
1 000 (ÉPOQUE DE MOÏSE)	16 000 000	400
1 400 (ÉPOQUE DE DAVID)	32 000 000	550
1 950	65 000 000	750
2 700 (NAISSANCE DU CHRIST)	128 000 000	1 000
3 700	256 000 000	1 200
4 000	320 000 000	



1. Le premier calcul de croissance démographique connu est dû à William Petty et date de 1680. Petty calcule ici la croissance de la population depuis la sortie de l'Arche de Noé. Il raisonne non pas à l'aide de taux de croissance, mais à partir de périodes de doublement de la population. Ainsi, la dernière valeur de la population est extrapolée à l'aide d'une série arithmétique : après le quart de la période de doublement, la population est égale à la somme de la valeur précédente (256 000 000) et du quart de cette valeur. Plus généralement, après (n + 1) siècles, la population (en millions) vaut $P_{n+1} = P_n + 256/12$. Cette série arithmétique est représentée par une droite *(en bleu sur le graphe de droite)*. S'il raisonnait en termes de taux de croissance, Petty obtiendrait la série géométrique : $P_{n+1} = P_n \times 2^{1/12}$ *(la courbe rouge sur le graphe)*, et la population atteindrait 304 millions au lieu de 320 millions.

l'absence d'une notation décimale, qui se répand lentement à la même époque, les calculs gardent un caractère approximatif, autre obstacle à leur mathématisation.

La croissance de la population terrestre

Sir William Petty, le célèbre économiste anglais et sans doute l'auteur des *Observations*, a fourni l'un des premiers exemples remarquables de calcul de la croissance démographique, en estimant quelle a été l'évolution de la population terrestre depuis, non pas Adam, mais Noé et sa famille, soit huit personnes à la sortie de l'Arche *(voir la figure 1)*.

On remarque à nouveau l'utilisation d'arrondis, mais aussi deux indices d'une difficulté à concevoir la croissance. Le premier indice est le recours aux périodes de doublement, qui un moyen d'éviter l'usage de taux de croissance. Le deuxième indice, qui découle du premier, est l'interpolation linéaire qu'il réalise à la fin de son tableau, entre les années 3 700 et 4 000 : si la population du monde double (de 256 à 512 millions d'habitants) en 1 200 ans, on devrait obtenir au bout de 300 ans, soit le quart de la période, 304 millions de personnes et non 320 millions, comme il est écrit en bas de la figure : 320 millions correspond à la croissance arithmétique (un quart de l'accroissement sur un quart de la période, soit 256 + 256/4), tandis que 304 correspond à la croissance géométrique ($256 \times 2^{1/4}$). En fait, Petty n'établit pas de correspondance entre période de doublement et taux de croissance annuel, décennal ou, dans ce cas, séculaire. Si t désigne le taux de croissance, la population P devient, après n années (ou décennies ou siècles), $P \times (1 + t)^n$. Ainsi, si la population double en 12 siècles, le taux de croissance séculaire vaut $t = 2^{1/12} - 1 = 0{,}0595$, soit environ six pour cent.

Bien sûr, pour calculer $2^{1/4}$ (ou $2^{1/12}$), on doit disposer de logarithmes : on prend le logarithme de ce nombre, soit $1/4 \times ln\ 2$; on cherche la valeur de $ln\ 2$ dans une table de logarithmes, on le divise par 4, puis on prend l'exponentiel du résultat (la fonction inverse du logarithme, également disponible dans une table de logarithmes) et on trouve $2^{1/4}$, soit 1,19. Les logarithmes sont connus à l'époque des *Observations*, mais leur usage reste limité aux calculs astronomiques. Ainsi les tables Rodolphines de Kepler lui servent-elles à calculer les sinus et cosinus. John Wallis, proche ami de Petty, a construit sa propre table de logarithmes, mais aucun des deux savants n'a songé à l'utiliser pour les problèmes de croissance de la population.

Peu après son tableau d'évolution de la population terrestre, Petty fait encore usage du taux de doublement à des fins de prévision : «Si le nombre d'acres que mesure la partie habitable de la terre est inférieur à 50 milliards, si une population de 20 milliards est trop considérable pour pouvoir être nourrie par ce nombre d'acres (comme il y a peu ou point de pays qui soient peuplés dans la même proportion), alors en six redoublements de la population (ce qui se produira dans 2 000 ans), les 320 000 000 habitants dépasseront le chiffre en question de 20 milliards.» La conséquence en sera l'Apocalypse : «Et alors, suivant la prédiction des Écritures, il y aura des guerres et de grands massacres.»

Napier, le baron de Merchison, l'inventeur des logarithmes qui portent son nom, composa lui aussi un traité pour déterminer la date de l'Apocalypse. Il suivait en cela de nombreux écrits ésotériques, hermétistes et aussi religieux, notamment dans la mouvance de Luther (lequel pensait que la fin des temps surviendrait dans les dix années qui suivaient). La série géométrique ne pouvait pas exister réellement puisqu'elle conduisait à la fin des temps. Les puissances successives de deux constituaient un mécanisme de falsification. Déjà dans le célèbre problème du pari sur l'échiquier, fréquent dans la littérature médiévale, il servait à montrer l'impossible ou l'infini *(voir la figure 2).*

De l'Apocalypse à la mortalité

On ignore comment les spéculations sur la durée de vie de l'humanité se sont restreintes à des considérations sur la durée de la vie dans un groupe humain, mais, soudainement, en 1662, apparaît dans les *Observations* la première table de mortalité jamais construite. Son exposé est si simple qu'il peut être donné en entier :

«Puisque nous avons trouvé que sur 100 conceptions prises au départ, à peu près 36 n'atteignent pas l'âge de 6 ans, et que peut-être une seule survit à 76 ans, ayant sept décennies entre 6 et 76 ans, nous avons recherché six moyennes proportionnelles entre 64, ceux qui sont encore vivants à 6 ans, et l'unique survivant à 76 ans, et nous trouvons que les nombres suivants sont pratiquement assez près de la vérité ; car les hommes ne meurent pas selon des proportions exactes, ni selon des fractions : de là procède la table suivante, à savoir que sur 100 il en meurt

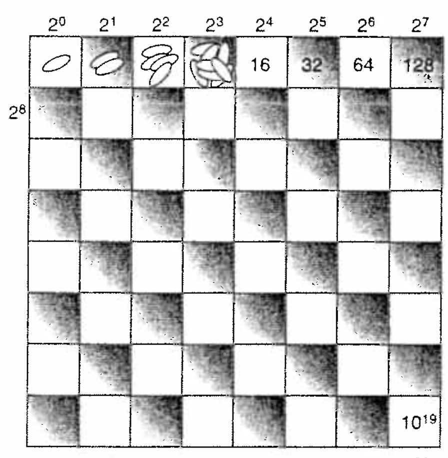
dans les six premières années	36
dans la décennie suivante	24
dans la seconde décennie	15
dans la troisième décennie	09
dans la quatrième	6
dans la suivante	4
dans la suivante	3
dans la suivante	2
dans la suivante	1.

«De là, il s'ensuit que sur 100 personnes conçues, il en reste,

au bout de six années pleines	64
au bout de 16 ans	40
au bout de 26	25
au bout de 36	16
au bout de 46	10
au bout de 56	6
au bout de 66	3
au bout de 76	1
à 80	0.»

On a beaucoup spéculé depuis trois siècles sur l'origine de ces chiffres. Plus de dix méthodes différentes de reconstitution ont été proposées, la plupart fondées sur des séries géométriques de raison 0,63, ou 0,625 (5/8), mais aucune ne donne une reconstitution entièrement correcte. Ainsi, la figure 3 indique la différence entre la table des *Observations* et la série géométrique de raison 5/8, retenue par Karl Pearson, fondateur de la statistique mathématique, et par le major Greenwood, un des fondateurs de la statistique médicale. Rien n'explique les écarts constatés, ce qui oblige à repousser l'hypothèse de la progression géométrique.

Si l'on prend au pied de la lettre le texte des *Observations*, il faudrait trouver 6 nombres proportionnels entre 64 et 1, c'est-à-dire une série géométrique commençant à 64 et se terminant, en 7 étapes, à 1. Une telle série, qui a pour raison 0,552, s'écarte considérablement des chiffres précédents. En fait, il faut se demander comment on pouvait calculer à l'époque de tels nombres proportionnels. Le chiffre initial de 64 met sur la piste, par référence aux calculs de croissance précédemment montrés : il représente six multiplications successives par 2. Or la «duplicatio» (multiplication par 2) et la «manducatio», (division par 2) étaient considérées au XVII^e^ siècle comme des opérations au même titre que nos quatre opérations (addition, soustraction, multiplication et division). Pour réduire de 64 pour cent un nombre donné, il suffisait de le multiplier six fois de suite par 2 et de le diviser par 100, en supprimant les deux derniers chiffres. Si l'on opère ainsi, et si l'on arrondit par suppression de la partie décimale comme on le faisait alors habituellement, on reconstitue exactement la table des *Observations (voir la figure 3).*



2. Le problème de l'échiquier. Le perdant donne des grains de blé ou des pièces d'or selon la règle suivante : une pour la première case de l'échiquier, puis le double en passant de case en case jusqu'à la 64^e^ et dernière. Arrivé à la dernière case, il doit verser 2 à la puissance 64 pièces ou grains, ce qui est au-delà de toute imagination ($2^{64} = 10^{19}$, soit 10 milliards de milliards de milliards).

Les arrondis sont les mêmes que ceux effectués par Petty dans sa table d'évolution de la population de la terre depuis le déluge. Ainsi, la première table de mortalité est simplement une série géométrique décroissante calculée de manière approximative. La continuité entre des préoccupations religieuses sur le destin de l'humanité et des calculs plus limités sur le devenir d'un groupe d'hommes est ainsi établie. La mortalité n'est plus celle de l'ensemble des humains pour cause d'apocalypse, mais elle devient celle d'un petit groupe. De nombreux éléments vont renforcer ce point de vue sur la mort et écarter le point de vue qui prévalait depuis la fin du Moyen Âge, celui de la longévité

Mortalité et longévité

Quand on consulte la littérature sur la vieillesse et la mort depuis la Quattrocento jusqu'à l'âge classique, on est surpris par l'abondance d'ouvrages consacrés à l'art de vivre vieux, et aux moyens d'atteindre 100 ou, mieux, 120 ans. Les meilleurs esprits ont écrit sur ce sujet, en particulier Marcile Ficin, le premier traducteur de Platon et de Plotin, et Francis Bacon, l'inventeur de la méthode empirique. René Descartes lui-même croyait en d'étonnantes possibilités de prolonger sa vie. En 1637, il écrivit à Constantin Huygens que la mort «ne saurait désormais me surprendre qu'elle ne m'ôte l'expérience de plus d'un siècle». Selon son disciple, l'abbé Picot, il aurait même envisagé d'étendre la durée de la vie à quatre ou cinq siècles. La mort était donc un concept lié à la longévité individuelle, qui dépendait des précautions prises par chacun. Au contraire, la mortalité ne concernait à l'époque que les épidémies soudaines et graves comme les pestes.

Au milieu du XVIII^e^ siècle, la grande *Encyclopédie* emploie encore les deux termes dans leur ancienne acception. À l'article «mortalité», elle décrit seulement une curieuse épidémie ayant frappé les vaches en Pologne après le passage d'une brume bleutée. En revanche, à l'article «longévité», on trouve les considérations habituelles sur l'espérance de vie et les différences de mortalité selon les lieux et les âges.

Les possibilités d'action pour reculer la date de la mort, qui sont depuis plus de deux siècles pensées en termes collectifs de mortalité et d'espérance de vie, étaient alors imaginées en termes purement individuels. On pensait à peu près de la manière suivante : à des dates ou à des âges précis, déterminés par la numérologie ou par l'astrologie, une personne devait décéder, éventuellement «foudroyée par une planète», cause de mortalité encore listée dans les *Observations*. À ce moment précis, la configuration astrale était mortelle. Pour y échapper, il fallait en quelque sorte dévier le coup du sort avec l'aide de la magie blanche. L'historien de la Renaissance Eugenia Garin a montré comment le couple astrologie/magie répondait aux oppositions macrocosme/microcosme et fatalité/liberté.

Dans une telle conception de la mort, il ne restait guère de place à des forces collectives. Celles-ci étaient réduites à d'imprévisibles fléaux, guerres, famines, épidémies, ces grandes «mortalités» qui fauchaient indistinctement une masse de personnes. Pour bien marquer cette immense responsabilité de l'individu sur le cours de son existence, l'historien Philippe Ariès rappelle que l'on attachait au cou des mourants un petit «livre de vie», où leur histoire était racontée et dont ils pouvaient encore modifier la dernière page.

La première table de mortalité amorce donc un tournant décisif dans la conception de la mort. Elle est le premier pas vers un détachement de la mort de ses causes individuelles, personnelles et volontaires et vers une justification plus générale : l'âge d'abord, puis les lieux avec leurs régimes des vents, leur climat et la texture de leur sol, objets des topographies médicales qui se multiplient au XVIII^e^ siècle. Timidement d'abord, puis de plus en plus nettement, on estime que la lutte contre la mort se mène collectivement en améliorant les conditions de vie et d'hygiène. Ce n'est plus l'individu qui est alors responsable de la durée de son existence, mais la collectivité, et plus particulièrement l'État, devenu garant de la santé de ses sujets.

Construite selon une série géométrique, la table des *Observations* conserve encore une partie de la logique ancienne de la longévité : elle exprime l'idée que les risques de mourir sont les mêmes quel que soit l'âge, et donc qu'ils résultent non de la constitution de l'organisme, mais de hasards extérieurs, susceptibles de frapper chacun, chaque année, indifféremment. Toutefois, on remarque déjà que la mortalité aux jeunes âges est plus forte, puisque le risque de décéder est le même sur les six premières années que sur chacune des dix suivantes. À cause de l'arrondi que nous avons examiné, le risque de décès s'accroît aussi dans les dernières décennies de la vie. Implicitement, la table de mortalité des *Observations* commence à distinguer les risques de décès selon l'âge.

La table de Halley

Le pas suivant sera franchi par l'astronome anglais Edmund Halley, qui construit en 1693 une table de mortalité de la ville de Breslau (Wroclaw, en Pologne), à partir de la répartition des décès observés par âge. Souvent loué comme le premier essai empirique d'estimation de la mortalité, le court tex d'Halley est aussi caractéristique de lutte que se livrent les deux conceptio de la mort, mortalité et longévité, sar que l'auteur en soit pleinement conscien car il ne le mentionne à aucun momen La conception ancienne, individualiste e magique, apparaît dans le tableau initia que Halley dresse de la fréquence de décès selon l'âge *(voir la figure 4)*.

La ligne supérieure, explique Halley, indique l'âge, et la ligne inférieure, le nombre de personnes par année mourant à cet âge ; «et quand aucun chiffre n'est indiqué sur la ligne supérieure, il s'agit de ceux qui meurent entre les deux âges encadrants». Cette explication un peu sibylline mérite un exemple : le 5 1/2 sous le point entre les âges 9 et 14 indique que 22 décès ont eu lieu aux âges de 10, 11, 12, et 13 ans, soit, en moyenne, 5 1/2 pour chaque âge simple.

D'habitude, on découpe l'étendue des âges en intervalles simples de 5 ou de 10 ans. Pourquoi avoir choisi ce curieux découpage, où l'on utilise tantôt des âges simples, tantôt des intervalles d'âges comprenant jusqu'à six années (entre 56 et 63 par exemple)? Si l'on examine bien les âges simples retenus, une règle apparaît : ce sont tous des multiples de 7 et de 9. Les quelques exceptions, comme 8 et 71, correspondent à un âge simple coincé entre un multiple de 7 et un multiple de 9. Autrement dit, le tableau permet de comparer directement le nombre de décès aux âges divisibles par 7 et 9 au nombre de décès aux autres âges. Quelle est la particularité des multiples de 7 et de 9? Ils étaient considérés comme des âges «climatériques» dangereux, car marquant des transitions entre les diffé-

ÂGE	TABLE DES OBSERVATIONS	SÉRIE DE RAISON 5/8	6 DUPLICATIONS	DIVISION PAR 100 (ET ARRONDI)
0	100			
6	64	64	10×2×2×2×2×2×2 = 6 400	64
16	40	40	64×2×2×2×2×2×2 = 4 096	40
26	25	25	40×2×2×2×2×2×2 = 2 560	25
36	16	15,625	25×2×2×2×2×2×2 = 1 600	16
46	9	9,766	16×2×2×2×2×2×2 = 1 024	9
56	6	6,104	10×2×2×2×2×2×2 = 640	6
66	3	3,815	6×2×2×2×2×2×2 = 384	3
76	1	2,384	3×2×2×2×2×2×2 = 192	1

3. Comment les mortalités de la table des *Observations* (1662) ont-elles été calculées? On a d'abord pensé qu'elles étaient les termes d'une série de raison 5/8, car les trois premiers termes de la série coïncident avec les premiers pourcentages de décès fournis par la table des *Observations*. Toutefois, à partir du quatrième terme, les chiffres ne sont plus égaux, même si l'on admet que l'auteur des *Observations* a effectué des arrondis. En réalité, l'auteur a appliqué six duplications successives puis a divisé le résultat par 100 et arrondi le résultat en supprimant les décimales. Cette suite d'opérations n'est pas équivalente à une série de raison 64/100 (ainsi que le lecteur peut le vérifier).

7 . 8 9 . . 14 . 18 . 21 . 27 . 28 . . 35 .
11 . 11 . 6 . $5\frac{1}{2}$. 2 . $3\frac{1}{2}$ 5 6 $4\frac{1}{2}$ $6\frac{1}{2}$ 9 . 8 . 7 . 7 .

36 . 42 . 45 49 54 . 55 . 56 . 63
8 . $9\frac{1}{2}$ 8 . 9 . 7 . 7 . 10 11 . 9 . 9 . 10 . 12

70 71 . 72 77 81 84 . 90 91 .
$9\frac{1}{2}$ 14 9 . 11 $9\frac{1}{2}$ 6 . 7 . 3 . 4 . 2 . 1 . 1 . 1 .

98 . 99 . 100.
0 . $\frac{1}{5}$. $\frac{3}{5}$

4. La table de Halley représente, sur deux lignes, la mortalité des habitants de Breslau durant l'année 1693 : elle indique le nombre de décès (seconde ligne) selon l'âge (première ligne). Chaque nombre de décès correspond à un âge, et non à une tranche d'âge comme ce serait le cas dans une table plus moderne. Lorsque seul est connu le nombre de décès d'une tranche d'âge (par exemple 22 décès entre 10 et 13 ans), alors Halley note la moyenne par âge (22 divisé par 4, soit 5 1/2).

rentes périodes de la vie. À ces âges, on courait donc un risque plus fort de mourir si l'on manquait de vigilance.

Les âges climatériques

Ces âges climatériques étaient déjà connus dans l'Antiquité où de nombreux traités leur furent consacrés (par exemple, le corpus pseudo-hippocratique, ou le *Jour natal*, de Censorinus) et ils suscitèrent un regain d'intérêt à la Renaissance. On sait d'ailleurs que la liste des décès de Breslau fut transmise à Halley par l'intermédiaire de Leibniz qui l'avait demandée à Caspar Neumann, un pasteur féru d'ésotérisme. Les lettres de Neumann qui ont été conservées montrent une grande variété de classements des décès selon les signes astraux et les âges (par exemple les grands climatériques qui sont 49, 63 et 81 ans, ou les triclimatériques, multiples de 7 et de 3 à la fois).

L'évolution des décès selon l'âge permet, au premier coup d'œil, d'écarter l'idée que ces âges climatériques sont plus risqués que d'autres (mais une explication dans l'esprit de la Renaissance conclurait seulement que l'on a pris plus de précautions à ces âges dangereux). D'ailleurs Halley n'y fait même pas allusion. Toutefois, sur un autre point, il montre mieux les résistances qu'il restait à vaincre pour imposer la nouvelle vision de la mort. Remarquant que les décès sont particulièrement rares entre 14 et 17 ans, il évoque son expérience à l'hôpital de Christchurch où il a vu «mourir plus de un pour cent des jeunes gens de cet âge», pour réajuster à la hausse les effectifs de décès, jusque la moyenne de 6. Non seulement, il n'est pas encore près à accepter une grande variabilité des risques selon l'âge, mais, il n'a pas encore une confiance très grande dans les données d'observation, tout astronome qu'il soit. Le «un pour cent par an» indique cependant un pressentiment de la notion de risque, qui sera la grande découverte du siècle suivant et consolidera la notion de mortalité telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Ces quelques exemples de difficultés conceptuelles reposent sur des indices ténus et peuvent paraître négligeables. Nous pensons au contraire qu'ils permettent de comprendre mieux les prodigieux changements qui se sont ensuite produits, et plus encore d'analyser dans des termes analogues les évolutions actuelles de la mortalité : à partir du moment où la mort est devenue, par l'intermédiaire de la mortalité, un phénomène de groupe, la lutte contre elle est devenue une des missions de l'État. La mortalité qui avait peu changé depuis l'Antiquité commence ainsi à diminuer au début du XVIII^e siècle. Au cours des décennies suivantes, l'évolution s'accélère, pour aboutir aux longues espérances de vie de l'époque présente. Simultanément, la longévité reste la même, c'est-à-dire que les risques de décès aux grands âges et les âges les plus élevés n'évoluent pas.

Il faut attendre les années 1970 pour que les risques de décès aux grands âges diminuent. Une coupure remarquable s'opère alors entre les pays socialistes et capitalistes. Dans les premiers, aucun progrès de longévité n'est enregistré, alors que dans les seconds, l'augmentation de la longévité est rapide. On est fondé à interpréter ce retour de la longévité comme une reprise en main de la durée de l'existence par l'individu, ce qui est possible et même encouragé à l'Ouest, favorable à l'initiative individuelle, mais ne rencontre pas d'écho dans les économies lourdement étatisées de l'Est, où la lutte contre la mortalité reste affaire d'État. Cette mentalité reste dans la droite ligne de la rupture amorcée au XVII^e siècle par les premiers grands États absolus modernes.

Hervé Le Bras dirige le Laboratoire de démographie historique, à l'École des hautes études en sciences sociales.

H. Le Bras, *Naissance de la mortalité : l'origine politique de la Démographie et de la Statistique*, Gallimard-Le Seuil, 1999 (à paraître).
K. Pearson, *Lectures in the History of Statistics*, sous la direction de E. Pearson, Londres, Ch. Griffith, 1986.
J. Graunt, *Natural and Political Observations Mentionned in a following Index and Made upon the Bills of Mortality*, Londres, J. Martyn, 1662 (ed. fac-simile Gregg Int. 1973).
E. Halley, *An Estimate of the Degrees of the Mortality of the Mankind*, philosophical transactions, vol.17, pp.596-610, 1693.
Les œuvres économiques de William Petty, sous la direction de H. Dussauze et M. Pasquier, Paris, Giard, 1905.