

Aaron Tilley pour le New York Times. Décors de Kyle Bean.

LA QUESTION DE LA SANTÉ

Comment l'humanité s'est offert une vie supplémentaire

Entre 1920 et 2020, la durée moyenne de la vie humaine a doublé. Comment y sommes-nous parvenus ? La science a joué un rôle important, mais le militantisme aussi.

Par Steven Johnson

Publié le 27 avril 2021

Mis à jour le 24 mai 2021

En septembre 1918, un virus de la grippe a commencé à se propager à Camp Devens, une base militaire surpeuplée située à proximité de Boston. À la fin de la deuxième semaine de l'épidémie, un soldat sur cinq de la base avait contracté la maladie. Mais la rapidité avec laquelle elle s'est propagée dans le camp n'est pas aussi choquante que sa létalité. "Ce n'est qu'une question de quelques heures avant que la mort ne survienne", écrit un médecin du camp. "C'est horrible. On peut supporter de voir un, deux ou vingt hommes mourir, mais de voir ces pauvres diables tomber comme des mouches, ça vous tape sur les nerfs. Nous avons enregistré une moyenne de 100 décès par jour."

La dévastation de Camp Devens allait bientôt être suivie d'épidémies encore plus catastrophiques, alors que la grippe dite espagnole - une souche du virus de la grippe que la science identifie aujourd'hui comme H1N1 - se répandait dans le monde entier. Aux États-Unis, elle causera près de la moitié des décès au cours de l'année suivante. Dans ce qui était déjà une période de guerre meurtrière, la maladie a tué des millions d'autres personnes sur les lignes de front et dans les hôpitaux militaires en Europe ; dans certaines populations en Inde, le taux de mortalité des personnes infectées approchait les 20 %. Selon les meilleures estimations, la grande épidémie de grippe, qui a fini par faire le tour du monde, aurait fait jusqu'à 100 millions de victimes. À titre de comparaison, environ trois millions de personnes sont mortes du Covid-19 au cours de l'année écoulée, sur une planète comptant quatre fois plus d'habitants.

Image

Des volontaires de la Croix-Rouge rassemblent des masques de gaze destinés à être utilisés au Camp Devens, près de Boston, pendant la pandémie de grippe de 1918-19.

Il existe une autre différence majeure entre ces deux pandémies. L'épidémie de grippe H1N1 de 1918-19 a été exceptionnellement mortelle chez les jeunes adultes, qui constituent normalement la cohorte la plus résistante pendant les saisons de grippe ordinaires. Les jeunes ont connu une chute abrupte de leur espérance de vie pendant l'épidémie de H1N1, alors que l'espérance de vie des personnes beaucoup plus âgées n'a pas été affectée. Aux États-Unis, pratiquement du jour au lendemain, l'espérance de vie moyenne est passée de 54 à 47 ans ; en Angleterre et au Pays de Galles, elle a chuté de plus d'une décennie, passant d'un sommet historique de 54 à 41 ans à l'époque élisabéthaine. L'Inde a connu une espérance de vie moyenne inférieure à 30 ans.

Imaginez que vous vous trouviez à Camp Devens à la fin de l'année 1918, en train d'examiner les corps empilés dans une morgue de fortune. Ou que vous parcouriez les rues de Bombay, où plus de 5 % de la population est morte de la grippe en quelques mois. Imaginez visiter les hôpitaux militaires d'Europe, voir les corps de tant de jeunes hommes mutilés simultanément par les nouvelles technologies de guerre - mitrailleuses, chars et bombardiers aériens - et la violence respiratoire du H1N1. Imaginez le bilan de ce carnage sur l'espérance de vie mondiale, la planète entière revenant à des chiffres plus adaptés au XVIIe siècle qu'au XXe. Quelles prévisions auriez-vous faites pour les cent prochaines années ? Les progrès réalisés au cours du dernier demi-siècle n'étaient-ils qu'un coup de chance, facilement annulés par la violence militaire et le risque accru de pandémies à l'ère des connexions mondiales ? Ou bien la grippe espagnole était-elle le signe avant-coureur d'un avenir encore plus sombre, dans lequel un virus dévoyé pourrait provoquer l'effondrement de la civilisation elle-même ?

Visitez le Centre Pulitzer pour trouver des programmes, des guides d'enseignement et des activités pour les élèves en rapport avec cet article, ainsi que la prochaine émission de PBS "Extra Life : A Short History of Living Longer".

Ces deux sombres scénarios semblaient tout à fait envisageables. Et pourtant, étonnamment, aucun ne s'est réalisé. Au lieu de cela, ce qui a suivi a été un siècle de vie inattendue.

La période de 1916 à 1920 a été le dernier moment où un renversement majeur de l'espérance de vie mondiale a été enregistré. (Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'espérance de vie a certes brièvement diminué, mais avec une gravité sans commune mesure avec l'effondrement survenu pendant la Grande grippe). Les descendants des bébés anglais et gallois nés en 1918, qui vivaient en moyenne 41 ans, ont aujourd'hui une espérance de vie de 80 ans. Et si les nations occidentales ont pris une avance considérable en matière de durée de vie moyenne au cours de la première moitié du siècle dernier, d'autres nations ont rattrapé leur retard au cours des dernières décennies, la Chine et l'Inde ayant enregistré ce qui est presque certainement la progression la plus rapide de toutes les sociétés de l'histoire. Il y a cent ans, un habitant pauvre de Bombay ou de Delhi avait toutes les chances de survivre jusqu'à la fin de sa vingtaine. Aujourd'hui, l'espérance de vie moyenne en Inde est d'environ 70 ans.

En fait, au cours du siècle qui s'est écoulé depuis la fin de la grande épidémie de grippe, la durée de vie moyenne de l'homme a doublé. Il existe peu de mesures du progrès humain plus étonnantes que celle-ci. Si vous deviez publier un journal qui ne paraîtrait qu'une fois par siècle, le titre de la manchette serait certainement - ou devrait être - la déclaration de cet incroyable exploit. Mais bien sûr, l'histoire de notre vie supplémentaire n'apparaît presque jamais à la une de nos quotidiens actuels, car les drames et l'héroïsme qui nous ont permis de vivre ces années supplémentaires sont bien plus évidents a posteriori que sur le moment. En d'autres termes, l'histoire de notre vie supplémentaire est une histoire de progrès sous sa forme habituelle : des idées et des collaborations brillantes se déroulant loin des projecteurs de l'attention publique, mettant en branle des améliorations progressives qui mettent des décennies à montrer leur véritable ampleur.

Image

Préparation du traitement d'un patient atteint de variole, d'après un manuscrit ottoman du XVIIe siècle.

Préparation du traitement d'un patient atteint de la variole, d'après un manuscrit ottoman du XVIIe siècle. Crédit...DeAgostini/Getty Images

Une autre raison pour laquelle nous avons du mal à reconnaître ce type de progrès est qu'il tend à être mesuré non pas en événements mais en non-événements : la variole qui ne vous a pas tué à l'âge de 2 ans ; l'éraflure accidentelle qui ne vous a pas donné une infection bactérienne mortelle ; l'eau potable qui ne vous a pas empoisonné avec le choléra. En un sens, les êtres humains ont été de plus en plus protégés par un bouclier invisible, qui a été construit, pièce par pièce, au cours des derniers siècles, nous gardant toujours plus en sécurité et plus loin de la mort. Il nous protège grâce à d'innombrables interventions, petites et grandes : le chlore dans notre eau potable, les vaccinations en anneau qui ont débarrassé le monde de la variole, les centres de données qui cartographient les nouvelles épidémies tout autour de la planète. Une crise comme la pandémie mondiale de 2020-21 nous donne une nouvelle perspective sur tous ces progrès. Les pandémies ont une tendance intéressante à rendre ce bouclier invisible soudainement, brièvement visible. Pour une fois, on nous rappelle à quel point la vie quotidienne est dépendante de la science médicale, des hôpitaux, des autorités de santé publique, des chaînes d'approvisionnement en médicaments, etc. Et un événement comme la crise du Covid-19 a aussi un autre effet : Il nous aide à percevoir les trous dans ce bouclier, les vulnérabilités, les endroits où nous avons besoin de nouvelles percées scientifiques, de nouveaux systèmes, de nouvelles façons de nous protéger des menaces émergentes.

Les secrets de la longévité

Lire la suite de l'édition santé du magazine The New York Times

NYTimes - Lien connexe

Les vies des Noirs sont plus courtes à Chicago. L'histoire de ma famille montre pourquoi.
27 avril 2021

Combien de temps pouvons-nous vivre ?

28 avril 2021

Pourrons-nous vivre jusqu'à 200 ans ? Voici une feuille de route

NYTimes - Lien connexe

Combien de temps ces enfants vivront-ils ?

Comment ce grand doublement de la durée de vie humaine s'est-il produit ? Lorsque les manuels d'histoire abordent le sujet de l'amélioration de la santé, ils font souvent allusion à trois percées décisives, toutes présentées comme des triomphes de la méthode scientifique : les vaccins, la théorie des germes et les antibiotiques. Mais la réalité est bien plus complexe. Ces avancées ont peut-être été initiées par des scientifiques, mais il a fallu le travail d'activistes, d'intellectuels publics et de réformateurs juridiques pour en faire profiter les gens ordinaires. De ce point de vue, le doublement de la durée de vie humaine est une réalisation plus proche de quelque chose comme le suffrage universel ou l'abolition de l'esclavage : un progrès qui a nécessité de nouveaux mouvements sociaux, de nouvelles formes de persuasion et de nouveaux types d'institutions publiques pour prendre racine. Et il a nécessité des changements de mode de vie à tous les niveaux de la société : se laver les mains, arrêter de fumer, se faire vacciner, porter des masques en cas de pandémie.

Il n'est pas toujours facile de percevoir l'impact cumulatif de tout ce travail, de toute cette transformation culturelle. Le résultat final n'est pas l'une de ces icônes visibles de la

modernité : un gratte-ciel, un alunissage, un avion de chasse, un smartphone. Il se manifeste plutôt par d'innombrables réalisations, souvent vite oubliées, parfois littéralement invisibles : l'eau potable exempte de micro-organismes, ou le vaccin reçu dans la petite enfance et auquel on ne pense plus. Le fait que ces réalisations soient si nombreuses et subtiles - et donc sous-représentées dans les histoires que nous nous racontons sur le progrès moderne - ne devrait pas être une excuse pour continuer à nous concentrer sur les astronautes et les pilotes de chasse. Au contraire, cela devrait nous inciter à corriger notre vision.

I. Percer le plafond

Les premières tables d'espérance de vie ont été calculées à la fin des années 1600, à l'aube des statistiques et des probabilités modernes. Il s'agissait de l'une de ces avancées en matière de mesure qui transforme la chose mesurée : En suivant l'évolution de l'espérance de vie au fil du temps et en comparant l'espérance de vie entre différentes populations, il est devenu plus facile de détecter les inégalités de résultats, de percevoir les menaces à long terme et de suivre avec plus de précision les effets d'interventions sanitaires prometteuses. Les démographes font désormais la distinction entre les espérances de vie à différents âges. Dans une société où la mortalité infantile est très élevée, l'espérance de vie à la naissance peut être de 20 ans, car de nombreuses personnes meurent dans les premiers jours de leur vie, ce qui fait baisser le chiffre global, alors que l'espérance de vie à 20 ans peut facilement atteindre les 60 ans. Le doublement de l'espérance de vie au cours du siècle dernier est le résultat de progrès aux deux extrémités du spectre des âges : Les enfants meurent beaucoup moins souvent et les personnes âgées vivent beaucoup plus longtemps. Les centenaires devraient constituer le groupe d'âge qui connaît la croissance la plus rapide dans le monde.

L'histoire de l'espérance de vie mondiale a ceci d'étrange qu'elle est restée stable pendant presque toute l'histoire de l'humanité. Jusqu'au milieu du 18e siècle, le chiffre semble avoir rarement dépassé un plafond d'environ 35 ans, augmentant ou diminuant avec une bonne récolte ou une épidémie, mais sans jamais montrer de signes d'amélioration à long terme. Les taux de mortalité infantile et juvénile extrêmement élevés ont été un facteur déterminant de la faiblesse de l'espérance de vie moyenne : Deux enfants sur cinq mouraient avant d'atteindre l'âge adulte. Les êtres humains ont passé 10 000 ans à inventer l'agriculture, la poudre à canon, la comptabilité en partie double, la perspective dans la peinture - mais ces progrès indéniables dans la connaissance collective de l'humanité n'ont pas réussi à faire bouger l'aiguille dans une catégorie critique : la durée de vie d'une personne moyenne.

NYTimes - Lien connexe

Pourquoi les mères et les bébés noirs d'Amérique sont dans une crise de vie ou de mort.

11 avril 2018

Le premier indice que ce plafond pourrait être brisé est apparu en Grande-Bretagne au cours des décennies intermédiaires du XVIIIe siècle, au moment où les Lumières et l'industrialisation se combinaient pour transformer les sociétés européennes et nord-américaines. Le changement a d'abord été subtil et largement imperceptible pour les observateurs contemporains. En fait, il n'a été correctement documenté que dans les années 1960, lorsqu'un démographe historique du nom de T.H. Hollingsworth a analysé des documents remontant à 1550 et a découvert une tendance étonnante. Vers 1750, après

deux siècles de stagnation, l'espérance de vie moyenne d'un aristocrate britannique a commencé à augmenter à un rythme régulier, année après année, créant un écart mesurable entre les élites et le reste de la population. Dans les années 1770, l'élite britannique vivait en moyenne jusqu'à la quarantaine ; au milieu du règne de la reine Victoria, elle approchait des 60 ans d'espérance de vie à la naissance.

Ces aristocrates constituaient une proportion extrêmement faible de l'humanité. Mais la transformation démographique qu'ils ont vécue leur a offert un aperçu de l'avenir. L'interminable mouvement de balancier des 10 000 années précédentes n'avait pas seulement pris une nouvelle forme - une ligne plus ou moins droite, régulièrement inclinée vers le haut. Il a également marqué le début d'un écart mesurable dans les résultats de santé. Avant 1750, peu importait que vous soyez un baron, une mercerie ou un chasseur-cueilleur : Votre espérance de vie à la naissance était de l'ordre de 30 ans. Toutes leurs richesses et tous leurs privilèges ne donnaient aux élites européennes aucun avantage dans la tâche élémentaire de se maintenir en vie, et surtout de maintenir en vie leurs enfants.

La meilleure façon d'apprécier l'absence d'inégalités en matière de santé avant 1750 est de contempler la liste des membres de la royauté européenne tués par le virus mortel de la variole au cours des décennies précédentes. Au cours de la seule épidémie de 1711, la variole a tué le Saint-Empereur romain Joseph 1er, trois frères et sœurs du futur Saint-Empereur romain François 1er et l'héritier du trône de France, le grand dauphin Louis. La variole allait ensuite coûter la vie au roi Louis 1er d'Espagne, à l'empereur Pierre II de Russie, à Louise Hippolyte, princesse souveraine de Monaco, au roi Louis XV de France et à Maximilien III Joseph, électeur de Bavière.

Comment, alors, l'élite britannique a-t-elle réussi à obtenir cette première prolongation soutenue de la durée de vie moyenne ? L'histoire classique des progrès de la santé à cette époque est l'invention du vaccin contre la variole par Edward Jenner, qui figure, avec la pomme de Newton et le cerf-volant de Franklin, parmi les récits les plus connus de l'histoire des sciences. Après avoir remarqué que l'exposition à une maladie apparentée, la variole des vaches, souvent contractée par les travailleurs laitiers, semblait prévenir les infections plus dangereuses de la variole, Jenner a prélevé un peu de pus sur les ampoules de variole des vaches d'une laitière, puis a inséré cette substance, via des incisions faites avec une lancette, dans les bras d'un garçon de 8 ans. Après avoir développé une légère fièvre, le garçon s'est rapidement avéré être immunisé contre la variole, le virus qui provoque la variole. En tant que première véritable vaccination, l'expérience de Jenner a marqué un tournant dans l'histoire de la médecine et dans l'interaction ancienne entre l'homme et les micro-organismes. Mais le triomphe de Jenner ne s'est pas produit avant mai 1796, bien après le décollage initial de l'espérance de vie au sein de l'élite britannique. Le moment choisi suggère qu'une innovation antérieure était très probablement à l'origine d'une grande partie des progrès initiaux, une innovation qui a vu le jour loin des centres de la science et de la médecine occidentales : la variolisation.

Personne ne sait exactement quand et où la variolisation, une sorte de proto-vaccination qui implique une exposition directe à de petites quantités du virus lui-même, a été pratiquée pour la première fois. Certains témoignages suggèrent qu'elle pourrait avoir vu le jour dans le sous-continent indien il y a des milliers d'années. L'historien Joseph Needham a décrit un

variolâtre du Xe siècle, probablement un ermite taoïste, originaire du Sichuan, qui a apporté la technique à la cour royale après que le fils d'un ministre chinois soit mort de la variole. Quelles que soient ses origines, l'histoire montre clairement que la pratique s'est répandue en Chine, en Inde et en Perse dans les années 1600. Les esclaves africains ont apporté cette technique dans les colonies américaines. Comme beaucoup de grandes idées, elle a pu être découverte indépendamment plusieurs fois dans des régions du monde sans lien entre elles. Il est possible, en fait, que l'adoption de la variolisation ait temporairement augmenté l'espérance de vie dans ces régions également, mais l'absence de dossiers médicaux rend cette hypothèse impossible à déterminer. Tout ce que l'on peut dire avec certitude, c'est que cette augmentation, quelle qu'elle soit, a disparu au moment où des pays comme la Chine ou l'Inde ont commencé à conserver des données précises sur la durée de vie.

Image

Premières méthodes d'inoculation en Chine, telles que documentées dans une illustration tirée d'une histoire de la vaccination datant de 1913.

Les premières méthodes d'inoculation en Chine, telles que documentées dans une illustration tirée d'une histoire de la vaccination datant de 1913 Credit...The Historical Medical Library of the College of Physicians of Philadelphia

La variolisation est arrivée en Grande-Bretagne grâce à un défenseur improbable : une jeune femme érudite et bien élevée nommée Lady Mary Wortley Montagu. Ayant elle-même survécu à la variole, Montagu était la fille du duc de Kingston-Upon-Hull et l'épouse du petit-fils du premier comte de Sandwich. Adolescente, elle a écrit des poèmes et un roman épistolaire ; au début de la vingtaine, elle a entretenu une correspondance avec le poète Alexander Pope. Elle a croisé le chemin de la variolation grâce à un accident de l'histoire : Peu après sa guérison de la variole, son mari, Edward Wortley Montagu, est nommé ambassadeur dans l'Empire ottoman. En 1716, après avoir passé toute sa vie à Londres et dans la campagne anglaise, Mary Montagu emmène sa famille grandissante à Constantinople, où elle vit pendant deux ans.

Montagu s'est immergée dans la culture de la ville, visitant les célèbres bains et étudiant le turc. Au cours de ses explorations, elle découvre la pratique de la variolisation et la décrit dans des lettres enthousiastes adressées à ses amis et à sa famille en Angleterre : "La variole - si fatale et si générale parmi nous - est ici rendue entièrement inoffensive, par l'invention de la greffe." En mars 1718, elle fait greffer son jeune fils. Après quelques jours de fièvre et une poussée de pustules sur les deux bras, le fils de Montagu se rétablit complètement. Il vivra jusqu'à 60 ans, apparemment immunisé contre la variole pour le reste de sa vie. Il est généralement considéré comme le premier citoyen britannique à avoir été inoculé. Sa sœur a été inoculée avec succès en 1721, après le retour de Montagu et de sa famille à Londres. Au cours des années suivantes, inspirée par le succès de Montagu, la princesse de Galles inocule trois de ses enfants, dont son fils Frederick, l'héritier du trône britannique. Frederick survit à son enfance sans être touché par la variole et, s'il meurt avant de monter sur le trône, il vit suffisamment longtemps pour avoir un héritier : George William Frederick, qui deviendra le roi George III.

Image

Lady Mary Wortley Montagu a contribué à populariser la pratique de la variolisation en Grande-Bretagne.

Lady Mary Wortley Montagu a contribué à populariser la pratique de la variolisation en Grande-Bretagne. Credit...Bettmann/Getty Images

Grâce en grande partie au plaidoyer de Mary Montagu, la variolisation s'est répandue dans les hautes sphères de la société britannique au cours des décennies suivantes. Elle est restée une procédure controversée tout au long du siècle ; nombre de ses praticiens travaillaient en dehors de l'establishment médical officiel de l'époque. Mais l'adoption de la variolisation par l'élite britannique a laissé une marque indélébile dans l'histoire de l'espérance de vie humaine : cette première pointe ascendante qui a commencé à apparaître au milieu des années 1700, alors que toute une génération d'aristocrates britanniques survivait à leur enfance grâce, au moins en partie, à leur niveau accru d'immunité à la variole. Il est important de noter que l'un des Anglais inoculés au cours de cette période était Edward Jenner lui-même, qui a reçu le traitement alors qu'il était un jeune enfant en 1757 ; des décennies plus tard, en tant que médecin local, il a régulièrement inoculé ses propres patients. S'il n'avait pas été familiarisé toute sa vie avec la variolisation, il est peu probable que Jenner ait eu l'idée d'injecter du pus provenant d'une maladie moins virulente mais apparentée.

Comme Jenner le démontrera plus tard, la vaccination améliorait le taux de mortalité de la procédure ; les patients étaient nettement plus susceptibles de mourir de la variolisation que de la vaccination. Mais indéniablement, un élément déterminant de l'intervention résidait dans l'idée de déclencher une réponse immunitaire en exposant un patient à une petite quantité de matériel infecté. Cette idée avait émergé ailleurs, non pas dans l'esprit fertile du médecin de campagne qui méditait sur l'étrange immunité des laitières, mais plutôt dans celui des guérisseurs de la Chine, de l'Inde et de l'Afrique, des centaines d'années avant le siècle des Lumières. Dès le départ, la vaccination était une idée véritablement mondiale.

Les tendances positives en matière d'espérance de vie parmi les élites britanniques à la fin du XVIIIe siècle ne deviendront un phénomène de masse que dans un siècle. À cette époque, la variole et la vaccination s'étaient répandues parmi les pauvres des campagnes et les classes ouvrières industrielles, en partie grâce à des campagnes politiques et juridiques qui ont abouti à des programmes de vaccination obligatoire. Mais le déclin de la variole a été écrasé par les menaces d'origine humaine de l'industrialisation. Pendant une grande partie du XIXe siècle, le bilan global des avancées scientifiques et technologiques a été négatif en termes de santé humaine : Les avantages en termes de durée de vie d'une avancée technologique (variolisation et vaccins) étaient rapidement effacés par les coûts d'une autre (industrialisation).

En 1843, le statisticien britannique William Farr a comparé l'espérance de vie dans trois régions d'Angleterre : le Surrey rural, Londres métropolitaine et Liverpool industrielle. Farr a constaté que les habitants du Surrey jouissaient d'une espérance de vie proche de 50 ans, ce qui représentait une amélioration considérable par rapport au long plafond du milieu des années 30. La moyenne nationale était de 41 ans. Londres, malgré toute sa grandeur et sa richesse, était toujours bloquée à 35 ans. Mais Liverpool - une ville qui avait connu des explosions stupéfiantes de densité de population, en raison de l'industrialisation - était le véritable choc. Le Liverpudlien moyen mourait à 25 ans.

Les tendances de la mortalité aux États-Unis au cours de la première moitié du 19e siècle sont tout aussi frappantes. Malgré l'adoption généralisée de la vaccination, l'espérance de

vie globale aux États-Unis a diminué de 13 ans entre 1800 et 1850. En 1815, environ 30 % de tous les décès signalés à New York concernaient des enfants de moins de 5 ans. Au milieu du siècle, ce pourcentage était passé à plus de 60 %.

L'un des coupables était de plus en plus évident. En mai 1858, un journaliste progressiste de New York nommé Frank Leslie a publié un exposé de 5 000 mots dénonçant un tueur brutal dans la métropole. Des personnages malveillants, écrit Leslie, sont responsables de ce qu'il appelle "le massacre en masse des innocents". Il poursuivait : "Pour l'assassin de minuit, nous avons la corde et la potence ; pour le voleur, le pénitencier ; mais pour ceux qui assassinent nos enfants par milliers, nous n'avons ni réprobation ni punition". Leslie ne s'en prenait pas aux truands ou aux trafiquants de drogue, mais plutôt à un ennemi juré plus surprenant : le lait.

Boire du lait animal - une pratique aussi ancienne que la domestication des animaux elle-même - a toujours présenté des risques pour la santé, qu'il s'agisse d'altérations ou d'infections transmises par l'animal. Mais la densité des villes industrielles comme New York a rendu le lait de vache beaucoup plus mortel qu'il ne l'était auparavant. À une époque où la réfrigération n'existait pas, le lait se gâtait pendant les mois d'été s'il était apporté des pâturages éloignés du New Jersey ou du nord de l'État de New York. La participation accrue des femmes à la main-d'œuvre industrielle signifiait que davantage de nourrissons et de jeunes enfants buvaient du lait de vache, même si une part importante des vaches laitières souffraient de tuberculose bovine et que le lait non transformé de ces vaches pouvait transmettre la bactérie responsable de la maladie aux êtres humains. D'autres maladies potentiellement mortelles étaient également liées au lait, notamment la diphtérie, la typhoïde et la scarlatine.

Comment le lait est-il passé du statut de "poison liquide" - comme l'appelait Frank Leslie - à celui d'icône de la santé et de la vitalité qu'il est devenu au XXe siècle ? La réponse évidente commence en 1854, lorsque le jeune Louis Pasteur accepte un poste à l'université de Lille, dans le nord de la France, juste à l'ouest de la frontière franco-belge. Suite à des conversations avec des vignerons et des responsables de distilleries de la région, Pasteur s'est intéressé à la question de savoir pourquoi certains aliments et liquides se gâtent. En examinant au microscope des échantillons d'un alcool de betterave avarié, Pasteur a pu détecter non seulement les levures responsables de la fermentation, mais aussi une entité en forme de bâtonnet - une bactérie désormais appelée *Acetobacter aceti* - qui transforme l'éthanol en acide acétique, l'ingrédient qui donne au vinaigre son goût aigre. Ces premières observations ont convaincu Pasteur que les mystérieux changements liés à la fermentation et à l'altération n'étaient pas le résultat d'une génération spontanée mais plutôt un sous-produit de microbes vivants. Cette idée, qui allait servir de base à la théorie des germes de la maladie, a conduit Pasteur à expérimenter différentes techniques pour tuer ces microbes avant qu'ils ne puissent causer des dommages. En 1865, Pasteur, désormais professeur à l'École normale supérieure de Paris, avait mis au point la technique qui allait porter son nom : en chauffant le vin à environ 130 degrés Fahrenheit, puis en le refroidissant rapidement, il pouvait tuer un grand nombre des bactéries qu'il contenait et, ce faisant, empêcher le vin de se gâter sans en altérer sensiblement le goût. Et c'est cette technique, appliquée au lait dans le monde entier, qui permet aujourd'hui à d'innombrables personnes de ne pas mourir de maladie chaque jour.

Image

Louis Pasteur dans son laboratoire à Paris, vers 1880.

Louis Pasteur dans son laboratoire à Paris, vers 1880. Crédit...Hulton Archive/Getty Images
Comprendre cette dernière réalisation comme un triomphe de la chimie n'est pas tant erroné qu'incomplet. Pour comprendre pourquoi elle est incomplète, il suffit de voir le temps qu'il a fallu à la pasteurisation pour avoir un effet significatif sur la sécurité du lait : Aux États-Unis, elle n'est devenue une pratique courante dans l'industrie laitière qu'un demi-siècle après sa conception par Pasteur. C'est parce que le progrès n'est jamais le résultat de la seule découverte scientifique. Il faut aussi d'autres forces : le journalisme de croisade, le militantisme, la politique. L'idée de la pasteurisation a d'abord germé dans l'esprit d'un chimiste. Mais aux États-Unis, elle allait finalement faire la différence grâce à un groupe de personnages beaucoup plus large, dont le plus mémorable était un imprésario de grand magasin nommé Nathan Straus.

Né dans le royaume de Bavière en 1848, Straus déménage avec sa famille dans le Sud américain, où son père a ouvert un magasin général rentable. Dans les années 1880, Straus et son frère Isidor sont devenus copropriétaires du grand magasin Macy's à Manhattan. Straus s'inquiète depuis longtemps du taux de mortalité infantile dans la ville - il a perdu deux enfants à cause de la maladie. Des conversations avec un autre immigrant allemand, le radical politique et médecin Abraham Jacobi, lui font découvrir la technique de la pasteurisation, qui est enfin appliquée au lait près d'un quart de siècle après sa mise au point par Pasteur. Straus a compris que la pasteurisation offrait une intervention relativement simple qui pouvait faire une différence significative dans le maintien en vie des enfants.

L'un des principaux obstacles à la pasteurisation vient des consommateurs de lait eux-mêmes. Le lait pasteurisé était généralement considéré comme moins savoureux que le lait ordinaire ; on croyait également que le processus éliminait les éléments nutritifs du lait - une croyance qui a refait surface au 21^e siècle chez les adeptes du "lait naturel". Les producteurs laitiers ont résisté à la pasteurisation non seulement parce qu'elle ajoutait un coût supplémentaire au processus de production, mais aussi parce qu'ils étaient convaincus, à juste titre, qu'elle nuirait à leurs ventes. Straus a donc reconnu qu'il était essentiel de changer les attitudes populaires à l'égard du lait pasteurisé. En 1892, il a créé un laboratoire de lait où le lait stérilisé pouvait être produit à grande échelle. L'année suivante, il a commencé à ouvrir ce qu'il a appelé des dépôts de lait dans les quartiers défavorisés de la ville, où le lait était vendu à un prix inférieur au prix coûtant. Straus a également financé une usine de pasteurisation à Randall's Island qui fournissait du lait stérilisé à un orphelinat où près de la moitié des enfants avaient péri en seulement trois ans. Rien d'autre n'a été modifié dans leur régime alimentaire ou leurs conditions de vie que la consommation de lait pasteurisé. Presque immédiatement, le taux de mortalité a chuté de 14 %.

Image

Ramassage de lait pasteurisé dans l'un des dépôts de lait de Nathan Straus à New York.
Collecte de lait pasteurisé dans l'un des dépôts de lait de Nathan Straus à New York. Crédit : George Grantham Bain Collection, via la Library of Congress.
Enhardi par les résultats de ces premières interventions, Straus a lancé une vaste campagne visant à interdire le lait non pasteurisé, une initiative à laquelle l'industrie laitière et ses représentants dans les États du pays se sont farouchement opposés. Citant un médecin anglais lors d'un rassemblement en 1907, Straus déclare à une masse de

manifestants : " L'utilisation irréfléchie de lait cru et non pasteurisé n'est rien de moins qu'un crime national. " Le plaidoyer de Straus attire l'attention du président Theodore Roosevelt, qui ordonne une enquête sur les avantages de la pasteurisation pour la santé. Vingt experts gouvernementaux arrivent à la conclusion retentissante que la pasteurisation "prévient beaucoup de maladies et sauve de nombreuses vies". New York hésite encore, et en 1909, c'est au contraire Chicago qui devient la première grande ville américaine à exiger la pasteurisation. Le commissaire à la santé de la ville cite expressément les manifestations du "philanthrope Nathan Straus" pour justifier la stérilisation du lait. New York a finalement suivi le mouvement en 1912. Au début des années 1920, trois décennies après l'ouverture par Straus de son premier dépôt de lait dans le Lower East Side - plus d'un demi-siècle après la découverte de Pasteur, qui porte son nom - le lait non pasteurisé est interdit dans presque toutes les grandes villes américaines.

Image

Le premier dépôt de lait de Straus en 1893.

Le premier dépôt de lait de Straus en 1893. Crédit : Augustus C. Long Health Sciences Library, Columbia University.

II. La grande évasion

La lutte pour le lait pasteurisé est l'une des nombreuses interventions de masse - issues de la science du 19e siècle mais qui n'ont pas été mises en œuvre à grande échelle avant le début du 20e siècle - qui ont déclenché la première augmentation véritablement égalitaire de l'espérance de vie. Dès la première décennie du XXe siècle, l'espérance de vie moyenne en Angleterre et aux États-Unis avait dépassé les 50 ans. Des millions de personnes dans les pays industrialisés se sont retrouvées dans un cycle véritablement nouveau de tendances positives en matière de santé - ce que l'économiste Angus Deaton, lauréat du prix Nobel, a appelé "la grande évasion" -, brisant enfin le plafond qui avait limité l'Homo sapiens pendant toute la durée de vie de l'espèce. La tendance à la hausse s'est poursuivie après la brève mais terrifiante tempête de la grippe espagnole, sous l'effet d'une baisse sans précédent de la mortalité infantile et juvénile, en particulier au sein des populations ouvrières. De 1915 à 1935, les taux de mortalité infantile aux États-Unis ont été réduits de moitié, l'une des baisses les plus importantes de l'histoire de cette mesure des plus critiques. Pour cent êtres humains nés à New York pendant la majeure partie du 19e siècle, moins de 60 parvenaient à l'âge adulte. Aujourd'hui, 99 d'entre eux le font.

L'une des raisons pour lesquelles la grande évasion a eu une portée aussi égalitaire est qu'elle a été propulsée par des progrès en matière d'infrastructures qui ont bénéficié à l'ensemble de la population, et pas seulement aux élites. Dès les premières décennies du XXe siècle, les habitants des villes du monde entier ont commencé à consommer des quantités microscopiques de chlore dans leur eau potable. À doses suffisantes, le chlore est un poison. Mais à très faible dose, il est inoffensif pour l'homme mais mortel pour les bactéries qui provoquent des maladies comme le choléra. Grâce aux progrès de la microscopie et de la fabrication de lentilles qui ont permis à Louis Pasteur de voir les microbes dans le vin et le lait, les scientifiques peuvent désormais percevoir et mesurer la quantité de vie microbienne dans une réserve d'eau potable donnée, ce qui a permis, à la fin du XIXe siècle, de tester l'efficacité de différents produits chimiques, le chlore en tête, pour éliminer ces dangereux microbes. Après avoir mené un certain nombre de ces expériences, un conseiller sanitaire pionnier du nom de John Leal a discrètement ajouté du chlore aux

réservoirs publics de Jersey City - un acte audacieux qui a valu à Leal d'être poursuivi par la ville, qui lui reprochait de ne pas avoir fourni une eau "pure et saine" comme le stipulait son contrat.

Après l'expérience réussie de Leal, les villes ont commencé à installer des systèmes de désinfection au chlore dans leurs réseaux d'eau : Chicago en 1912, Detroit en 1913, Cincinnati en 1918. En 1914, plus de 50 % des consommateurs d'eau potable buvaient de l'eau désinfectée. Ces interventions ont permis de sauver des vies à une échelle étonnante. En 1908, lorsque Leal a commencé à expérimenter l'administration de chlore à Jersey City, la typhoïde était responsable de 30 décès pour 100 000 personnes. Trois décennies plus tard, le taux de mortalité avait été divisé par 10.

L'essor de la chloration, comme celui de la pasteurisation, pourrait être considéré uniquement comme un autre triomphe de la chimie appliquée. Mais la mise en œuvre de ces nouvelles idées issues de la chimie - l'effort minutieux pour les transformer en interventions permettant de sauver des vies - a été l'œuvre de milliers de personnes exerçant des professions très éloignées de la chimie : réformateurs de l'assainissement, conseils sanitaires locaux, ingénieurs des services des eaux. Ce sont ces hommes et ces femmes qui ont travaillé discrètement pour faire passer l'eau potable américaine de l'un des grands tueurs de la vie moderne à une forme d'hydratation sûre et fiable.

L'augmentation de l'espérance de vie a également été favorisée par l'explosion du développement des vaccins au cours de cette période - et par les réformes de santé publique qui ont permis de mettre ces vaccins dans les mains des gens. Le vaccin contre la coqueluche a été mis au point en 1914, celui contre la tuberculose en 1921, celui contre la diphtérie en 1923 - suivi, de façon très célèbre, par le vaccin contre la polio de Jonas Salk au début des années 1950.

Ce qui est curieux, presque contre-intuitif, à propos de la première étape de la grande évasion, c'est qu'elle n'a pas été propulsée de manière significative par les médicaments. Les vaccins pouvaient vous protéger contre de futures infections, mais si vous tombiez réellement malade - ou si vous développiez une infection à la suite d'une coupure ou d'une intervention chirurgicale - la science médicale ne pouvait pas faire grand-chose pour vous. Il n'y avait pas de pénurie de pilules et de potions à prendre, bien sûr. Mais la grande majorité d'entre eux étaient au mieux inefficaces. L'historien John Barry note que "l'édition 1889 du Merck Manual of Medical Information recommandait cent traitements pour la bronchite, chacun ayant ses fervents adeptes, mais l'éditeur actuel du manuel reconnaît qu'"aucun d'entre eux n'a fonctionné". Si un pharmacien de 1900 cherchait à garnir ses étagères de remèdes médicaux pour diverses affections - la goutte, peut-être, ou l'indigestion - il consulterait probablement le vaste catalogue de Parke, Davis & Company, aujourd'hui Parke-Davis, l'une des sociétés pharmaceutiques les plus prospères et les plus respectées des États-Unis. Dans les pages de ce catalogue, il aurait vu des produits comme Damiana et Phosphorus cum Nux, qui combinait un arbuste psychédélique et de la strychnine pour créer un produit conçu pour "raviver l'existence sexuelle". Un autre élixir du nom de Duffield's Concentrated Medicinal Fluid Extracts contenait de la belladone, de l'arsenic et du mercure. La cocaïne était vendue sous forme injectable, ainsi qu'en poudre et en cigarettes. Le catalogue annonçait fièrement que la drogue prendrait "la place de la nourriture, rendrait le lâche courageux, le silencieux éloquent" et "rendrait le malade insensible à la douleur".

Aujourd'hui, bien sûr, nous considérons la médecine comme l'un des piliers du progrès moderne, mais jusqu'à tout récemment, le développement de médicaments était une entreprise éparpillée et peu scientifique. L'un des facteurs déterminants était l'absence de toute interdiction légale de vendre des médicaments de pacotille. En fait, aux États-Unis, l'ensemble de l'industrie pharmaceutique n'était presque pas réglementée pendant les premières décennies du XXe siècle. Techniquement parlant, il existait bien une organisation connue sous le nom de Bureau of Chemistry, créée en 1901 pour superviser l'industrie. Mais cette première version de ce qui est finalement devenu la Food and Drug Administration des États-Unis n'était pas en mesure de garantir que les clients recevaient des traitements médicaux efficaces. Sa seule responsabilité était de s'assurer que les ingrédients chimiques figurant sur le flacon étaient effectivement présents dans le médicament lui-même. Si une entreprise voulait mettre du mercure ou de la cocaïne dans son médicament miracle, le Bureau de la chimie n'y voyait aucun inconvénient, à condition que cela soit mentionné sur l'étiquette.

Image

Moule de culture de la pénicilline, vers 1943.

Moule de culture de la pénicilline, vers 1943. Crédit...Fritz Goro/The LIFE Picture Collection, via Getty Images

Les médicaments ont finalement commencé à avoir un impact matériel sur l'espérance de vie au milieu du 20e siècle, avec en tête le plus célèbre des traitements "magiques" : la pénicilline. Tout comme dans le cas de Jenner et du vaccin contre la variole, l'histoire de la pénicilline est traditionnellement centrée sur un génie solitaire et un moment de découverte surprenant. Un jour fatidique de septembre 1928, le scientifique écossais Alexander Fleming a accidentellement laissé une boîte de Pétri de bactéries *Staphylococcus* près d'une fenêtre ouverte avant de partir pour deux semaines de vacances. À son retour, il découvre qu'une moisissure bleu-vert s'est développée dans la boîte de Pétri et s'apprête à la jeter, lorsqu'il remarque quelque chose d'étrange : La moisissure semblait avoir arrêté la croissance de la bactérie. En observant la moisissure au microscope, Fleming a constaté qu'elle brisait littéralement les parois cellulaires des bactéries, les détruisant ainsi. Dix-sept ans plus tard, alors que la véritable ampleur de sa découverte était devenue évidente, il a reçu le prix Nobel de médecine.

Comme beaucoup d'histoires de percées scientifiques, l'histoire de la boîte de Pétri et de la fenêtre ouverte simplifie et comprime de manière caricaturale le véritable récit de la façon dont la pénicilline - et les autres antibiotiques qui ont rapidement suivi - ont transformé le monde. Loin d'être l'histoire d'un génie solitaire, le triomphe de la pénicilline est en fait l'une des grandes histoires de collaboration internationale et multidisciplinaire de l'histoire des sciences. Il représente également le triomphe le plus méconnu des nations alliées pendant la Seconde Guerre mondiale. Si l'on demande à la plupart des gens de citer un projet militaire top secret de cette époque impliquant une équipe internationale de brillants scientifiques, le projet Manhattan leur viendra probablement à l'esprit. En fait, la course à la production de pénicilline à grande échelle comportait tous les mêmes éléments, à ceci près qu'il s'agissait de mettre au point un moyen véritablement nouveau de maintenir les gens en vie, et non de les tuer.

Malgré toute la perspicacité dont Fleming a fait preuve en remarquant les propriétés antibactériennes de la moisissure, il ne semble pas avoir entièrement saisi le véritable potentiel de ce qu'il a découvert par hasard. Il n'a pas réussi à mettre en place le plus élémentaire des essais expérimentaux pour tester son efficacité à tuer les bactéries en dehors de la boîte de Pétri. Il a fallu deux scientifiques d'Oxford - Howard Florey et Ernst Boris Chain - pour faire passer la pénicilline du statut de curiosité à celui de sauveur de vies, et leurs travaux n'ont commencé que plus de dix ans après la découverte initiale de Fleming. À ce moment-là, les événements mondiaux avaient transformé le moule d'une simple avancée médicale en un atout militaire clé : la guerre avait éclaté et il était clair qu'un médicament miracle capable de réduire le taux de mortalité dû aux infections serait un atout majeur pour le camp qui serait le premier à le développer.

Image

Howard Florey, qui a partagé le prix Nobel de physiologie ou médecine de 1945 avec Ernst Boris Chain et Alexander Fleming pour leur découverte de la pénicilline.

Howard Florey, qui a partagé le prix Nobel de physiologie ou de médecine de 1945 avec Ernst Boris Chain et Alexander Fleming pour leur découverte de la pénicilline. Crédit... Universal History Archive/Getty Images

Avec l'aide d'un ingénieur du nom de Norman Heatley, Florey et Chain avaient construit un appareil élaboré capable de transformer, en une heure, 12 litres de bouillon rempli du moule de la pénicilline en deux litres de médicament à base de pénicilline. Au début de 1941, après des expériences sur des souris, Florey et Chain ont décidé qu'ils étaient prêts à essayer leur nouveau traitement sur un être humain. Dans un hôpital voisin, ils ont trouvé un agent de police nommé Albert Alexander, qui était devenu "désespérément et pathétiquement malade" - comme l'a écrit l'un des scientifiques d'Oxford - à cause d'une infection contractée à la suite d'une égratignure d'épine de rose. L'état d'Alexander nous rappelle le genre d'infections grotesques qui naissent de la plus petite des coupures à l'époque précédant les antibiotiques ; il avait déjà perdu son œil gauche à cause de la bactérie, et l'autre était devenu aveugle. La nuit suivant la visite d'Alexander à l'hôpital, Heatley a écrit dans son journal : "Il suintait du pus partout."

Quelques heures après avoir reçu une première dose de pénicilline, Alexander a commencé à guérir. C'était comme regarder un film d'horreur inversé : Le corps de l'homme s'était visiblement désintégré, mais il a soudainement changé de direction. Sa température est revenue à la normale ; pour la première fois depuis des jours, il pouvait voir par son œil restant. Le pus qui s'écoulait de son cuir chevelu a entièrement disparu.

Image

Ernst Boris Chain au travail.

Ernst Boris Chain au travail. Crédit... Hulton-Deutsch Collection/Corbis, via Getty Images

En observant l'amélioration de l'état d'Alexander, Florey et ses collègues ont compris qu'ils étaient témoins de quelque chose de véritablement nouveau. "Chain dansait d'excitation", écrira un collègue à propos de cette journée mémorable ; Florey était "réservé et calme mais néanmoins intensément excité par cette remarquable histoire clinique". Pourtant, malgré tout leur génie, Florey et Chain n'avaient pas encore résolu le problème de l'échelle. En fait, leurs réserves de pénicilline étaient si limitées qu'ils se mirent à recycler le composé qui avait été excrété dans l'urine d'Alexander. Après deux semaines de traitement, ils ont épuisé le médicament ; l'état d'Alexander a immédiatement empiré et le policier est mort le 15 mars.

Son rétablissement remarquable, bien que temporaire, avait montré clairement que la pénicilline pouvait combattre les infections bactériennes. Ce qui était moins clair, c'était si quelqu'un pouvait en produire suffisamment pour faire la différence.

Pour résoudre le problème d'échelle, Florey s'est tourné vers les Américains. Il a écrit à Warren Weaver, le chef visionnaire de la Fondation Rockefeller, pour lui expliquer le nouveau médicament prometteur. Weaver reconnaît l'importance de la découverte et prend des dispositions pour que la pénicilline - et l'équipe d'Oxford - soit amenée aux États-Unis, loin des bombes allemandes qui commencent à pleuvoir sur la Grande-Bretagne. Le 1er juillet 1941, Florey et Heatley ont pris le Pan Am Clipper depuis Lisbonne, transportant une mallette fermée à clé contenant une partie importante des réserves mondiales de pénicilline. En Amérique, l'équipe s'est rapidement installée dans un laboratoire du Northern Regional Research Laboratory du ministère de l'Agriculture à Peoria, dans l'Illinois. Le projet a rapidement obtenu le soutien des responsables militaires américains, qui étaient impatients de trouver un médicament qui protégerait les troupes d'infections mortelles - et de plusieurs sociétés pharmaceutiques américaines, dont Merck et Pfizer.

Image

Flacons de culture de pénicilline, 1943.

Flacons pour la culture de la pénicilline, 1943. Crédit...Daily Herald Archive/SSPL/Getty Images

Il peut sembler étrange que Florey et Heatley se soient installés dans un laboratoire agricole alors qu'ils travaillaient sur un médicament médical. Mais Peoria s'est avéré être l'endroit idéal pour eux. Les agronomes avaient une grande expérience des moisissures et autres organismes du sol. Et l'emplacement au cœur du pays présentait un avantage significatif : la proximité du maïs. La moisissure s'est avérée prospérer dans des cuves de liqueur de maïs, un déchet de la fabrication de la fécule de maïs.

Alors que les scientifiques tentaient d'augmenter le rendement des liqueurs de maïs, ils pensaient qu'il existait peut-être d'autres souches de pénicilline dans la nature qui se prêtaient mieux à une croissance rapide. Dans le même temps, les soldats et les marins américains collectaient des échantillons de sol dans le monde entier - Europe de l'Est, Afrique du Nord, Amérique du Sud - pour les renvoyer aux laboratoires américains à des fins d'étude. Une précédente recherche de sol aux États-Unis avait ramené un organisme qui allait devenir la base de la streptomycine, aujourd'hui l'un des antibiotiques les plus utilisés dans le monde. Dans les années qui ont immédiatement suivi la fin de la guerre, Pfizer et d'autres sociétés pharmaceutiques ont mené d'importantes missions d'exploration pour trouver des échantillons de sol partout, du fond des puits de mine aux échantillons transportés par le vent et recueillis à l'aide de ballons. Au final, Pfizer a collecté un nombre impressionnant de 135 000 échantillons distincts.

Image

Des membres du personnel du ministère de l'Agriculture des États-Unis en 1944 discutent de tests relatifs aux méthodes de production de masse de la pénicilline à Peoria, Illinois. Des membres du personnel du ministère de l'Agriculture des États-Unis en 1944 discutent des tests relatifs aux méthodes de production de masse de la pénicilline à Peoria, Ill. Crédit...Fritz Goro/The LIFE Picture Collection, via Getty Images.

La recherche de moisissures prometteuses a également eu lieu plus près de chez nous. Au cours de l'été 1942, les clients des épiceries de Peoria ont commencé à remarquer une présence étrange dans les rayons de produits frais, une jeune femme qui examinait attentivement les fruits exposés, choisissant et achetant ceux qui étaient visiblement pourris. Elle s'appelait Mary Hunt et était une bactériologiste du laboratoire de Peoria, chargée de trouver des moisissures prometteuses qui pourraient remplacer les souches existantes utilisées. (Ses habitudes d'achat inhabituelles lui ont valu le surnom de Moldy Mary.) L'une des moisissures de Hunt, qui poussait dans un cantaloup particulièrement peu appétissant, s'est avérée beaucoup plus productive que les souches originales que l'équipe de Florey et Chain avait testées. Presque toutes les souches de pénicilline utilisées aujourd'hui descendent de la colonie que Hunt a trouvée dans ce cantaloup.

Aidés par les techniques de production avancées des entreprises pharmaceutiques, les États-Unis produisirent bientôt une pénicilline stable en quantité suffisante pour être distribuée aux hôpitaux militaires du monde entier. Lorsque les troupes alliées ont débarqué sur les plages de Normandie le 6 juin 1944, elles transportaient de la pénicilline avec leurs armes.

Image

Production en série de pénicilline à la Commercial Solvents Corporation dans l'Indiana, vers 1944.

Pénicilline produite en masse par la Commercial Solvents Corporation dans l'Indiana, vers 1944. Crédit... Bettmann/Getty Images

La pénicilline, ainsi que les autres antibiotiques développés peu après la fin de la guerre, ont déclenché une révolution dans la santé humaine. Les tueurs de masse comme la tuberculose ont été presque entièrement éliminés. Les gens ont cessé de contracter des infections graves à partir de simples coupures et éraflures, comme l'égratignure d'épine de rose qui a tué Albert Alexander. Le pouvoir magique des antibiotiques pour combattre les infections a également ouvert la voie à de nouveaux traitements. Des procédures chirurgicales radicales comme les transplantations d'organes sont devenues courantes.

La révolution des antibiotiques a marqué un tournant plus général dans l'histoire de la médecine : Les médecins disposaient désormais de médicaments réellement utiles à prescrire. Au cours des décennies suivantes, les antibiotiques ont été rejoints par d'autres nouvelles formes de traitement : les médicaments antirétroviraux qui ont sauvé tant de personnes séropositives de la condamnation à mort du sida, les statines et les inhibiteurs de l'enzyme de conversion utilisés pour traiter les maladies cardiaques, et maintenant un nouveau régime d'immunothérapies qui promettent de guérir définitivement certaines formes de cancer. Les hôpitaux ne sont plus des endroits où l'on va pour mourir, n'offrant que des bandages et un froid réconfort. Les procédures chirurgicales de routine entraînent rarement des infections potentiellement mortelles.

Ces avancées médicales ont également été propulsées par la percée statistique des essais contrôlés randomisés (ECR), mis au point pour la première fois à la fin des années 1940, qui ont enfin permis aux chercheurs de tester l'efficacité de traitements expérimentaux ou de détecter les risques sanitaires liés à des polluants dangereux. La méthodologie des R.C.T. a ensuite permis aux entreprises privées et aux agences gouvernementales de déterminer empiriquement si un médicament donné était réellement efficace. Au début des années

1960, le Congrès a adopté les amendements Kefauver-Harris sur les médicaments, qui ont fait date, et qui ont radicalement élargi les exigences imposées aux demandeurs de nouveaux médicaments. Les amendements ont introduit de nombreux changements dans le code réglementaire, mais le plus frappant était le suivant : Pour la première fois, les compagnies pharmaceutiques devaient fournir des preuves d'efficacité. Il ne suffisait pas aux grandes entreprises pharmaceutiques de prouver qu'elles avaient inscrit les bons ingrédients sur l'étiquette. Elles doivent prouver - grâce à l'invention du RCT - que leurs prétendus remèdes fonctionnent réellement.

III. La grande égalisation

La décennie qui a suivi la première production de masse des antibiotiques a marqué le moment le plus extrême de l'inégalité de la durée de vie dans le monde. En 1950, alors que l'espérance de vie en Inde et dans la plupart des pays d'Afrique avait à peine bougé du long plafond d'environ 35 ans, l'Américain moyen pouvait espérer vivre 68 ans, tandis que les Scandinaves avaient déjà franchi le seuil des 70 ans. Mais l'ère postcoloniale qui suivit allait se caractériser par un taux d'amélioration extraordinaire dans la majeure partie du monde en développement. L'écart entre l'Occident et le reste du monde s'est réduit au cours des 50 dernières années, à un rythme sans précédent dans l'histoire démographique. Il a fallu à la Suède environ 150 ans pour ramener le taux de mortalité infantile de 30 % à moins de 1 %. La Corée du Sud d'après-guerre a réalisé le même exploit en 40 ans seulement. L'Inde a presque doublé son espérance de vie en 70 ans seulement ; de nombreux pays africains ont fait de même, malgré les ravages de l'épidémie de sida. En 1951, l'écart d'espérance de vie qui séparait la Chine et les États-Unis était de plus de 20 ans ; aujourd'hui, il n'est plus que de deux ans.

Image

Un agent du programme antivariolique de l'Organisation mondiale de la santé vaccinant des habitants au Bénin en 1968.

Un agent du programme de vaccination contre la variole de l'Organisation mondiale de la santé vaccine des habitants du Bénin en 1968.

Les forces qui sous-tendent ces tendances sont complexes et multidimensionnelles.

Certaines d'entre elles concernent l'augmentation du niveau de vie et le recul de la famine, grâce à l'invention des engrais artificiels et à la "révolution verte" ; d'autres concernent des médicaments et des infrastructures importés - antibiotiques, eau potable chlorée - qui ont été mis au point antérieurement. Mais certaines des interventions les plus significatives sont venues du Sud lui-même, notamment une technique remarquablement simple mais puissante appelée thérapie de réhydratation orale.

L'une des maladies endémiques qui réduisait l'espérance de vie dans les pays à faible revenu était le choléra, qui tue en créant une déshydratation sévère et un déséquilibre électrolytique, causés par une diarrhée aiguë. Dans certains cas extrêmes, on sait que les victimes du choléra perdent jusqu'à 30 % de leur poids corporel en quelques heures à cause des liquides expulsés. Dès les années 1830, les médecins ont observé que le traitement des patients par intraveineuse pouvait les maintenir en vie suffisamment longtemps pour que la maladie suive son cours ; dans les années 1920, le traitement des victimes du choléra par intraveineuse est devenu une pratique courante dans les hôpitaux. À cette époque, cependant, le choléra était devenu une maladie largement reléguée dans les pays en

développement, où les hôpitaux ou les cliniques et les professionnels de santé qualifiés étaient rares. Installer une perfusion pour les patients et leur administrer des fluides n'était pas une intervention viable lors d'une épidémie de choléra touchant des centaines de milliers de personnes au Bangladesh ou à Lagos. Entassées dans des villes en pleine expansion, dépourvues de systèmes d'assainissement modernes et d'accès aux équipements de perfusion, des millions de personnes, pour la plupart de jeunes enfants, sont mortes du choléra au cours des six premières décennies du XXe siècle.

L'ampleur de cette perte est une tragédie mondiale, mais elle est d'autant plus tragique qu'il existait un traitement relativement simple de la déshydratation sévère, qui pouvait être réalisé par des professionnels non médicaux en dehors du contexte hospitalier. Connu aujourd'hui sous le nom de thérapie de réhydratation orale, ou T.R.O., ce traitement est d'une simplicité déconcertante : il s'agit de donner aux gens beaucoup d'eau bouillie à boire, complétée par du sucre et des sels. (Les Américains ont recours à la T.R.O. lorsqu'ils consomment du Pedialyte pour combattre une gastro). Quelques médecins en Inde, en Irak et aux Philippines ont plaidé en faveur de ce traitement dans les années 1950 et 1960, mais en partie parce qu'il ne semblait pas relever de la médecine "avancée", il est resté une idée marginale pendant un temps frustrant.

Cela a finalement changé en 1971, après que la lutte du Bangladesh pour l'indépendance du Pakistan ait envoyé un flot de réfugiés en Inde. Très vite, une épidémie de choléra s'est déclarée dans les camps de réfugiés surpeuplés des environs de Bangaon. Un médecin et chercheur diplômé de l'université Johns Hopkins, Dilip Mahalanabis, a suspendu son programme de recherche dans le laboratoire d'un hôpital de Kolkata et s'est immédiatement rendu en première ligne de l'épidémie. Il a trouvé les victimes pressées les unes contre les autres sur les sols bondés des hôpitaux, recouvertes de couches d'excréments aqueux et de vomissures.

M. Mahalanabis s'est rapidement rendu compte que les protocoles de perfusion existants n'allaient pas fonctionner. Seuls deux membres de son équipe étaient même formés pour administrer des fluides par voie intraveineuse. "Pour traiter ces personnes avec du sérum physiologique par voie intraveineuse", a-t-il expliqué plus tard, "il fallait littéralement s'agenouiller dans leurs excréments et leurs vomissures."

C'est ainsi que Mahalanabis a décidé d'adopter l'approche "low-tech". Allant à l'encontre des pratiques habituelles, lui et son équipe se sont tournés vers une version improvisée de la thérapie de réhydratation orale. Il l'a administrée directement aux patients avec lesquels il était en contact, comme ces corps étendus sur le sol de l'hôpital de Bangaon. Sous la supervision de Mahalanabis, plus de 3 000 patients des camps de réfugiés ont reçu une thérapie de T.R.O.. Cette stratégie s'est avérée être un succès étonnant : Les taux de mortalité ont chuté d'un ordre de grandeur, passant de 30 % à 3 %, tout cela en utilisant une méthode de traitement beaucoup plus simple.

Inspirés par ce succès, Mahalanabis et ses collègues ont lancé une vaste campagne d'éducation, les travailleurs sociaux démontrant à quel point il était facile pour des non-spécialistes d'administrer eux-mêmes la thérapie. "Nous avons préparé des brochures décrivant comment mélanger le sel et le glucose et les avons distribuées le long de la frontière", se souviendra plus tard Mahalanabis. "Les informations ont également été

diffusées sur une station de radio clandestine bangladaise." Faites bouillir de l'eau, ajoutez ces ingrédients et forcez votre enfant, votre cousin ou votre voisin à la boire. C'étaient les seules compétences requises. Pourquoi ne pas laisser les amateurs se lancer dans l'aventure ?

En 1980, près d'une décennie après l'indépendance du Bangladesh, une organisation locale à but non lucratif connue sous le nom de BRAC a conçu un plan ingénieux pour évangéliser la technique O.R.T. dans les petits villages de la jeune nation. Des équipes de 14 femmes, accompagnées chacune d'un cuisinier et d'un superviseur masculin, se sont rendues dans les villages pour montrer comment administrer une solution saline orale en utilisant uniquement de l'eau, du sucre et du sel. Le programme pilote a donné des résultats encourageants, si bien que le gouvernement bangladais a commencé à distribuer des solutions d'hydratation orale dans des centaines de centres de santé, employant des milliers de travailleurs.

Le triomphe bangladais a été reproduit dans le monde entier. L'O.R.T. est désormais un élément clé du programme de l'UNICEF visant à assurer la survie des enfants dans les pays du Sud, et il figure sur la liste modèle des médicaments essentiels de l'Organisation mondiale de la santé. The Lancet l'a qualifiée de "potentiellement l'avancée médicale la plus importante du 20e siècle". Pas moins de 50 millions de personnes seraient mortes du choléra au XIXe siècle. Au cours des premières décennies du XXIe siècle, moins de 66 000 personnes auraient succombé à la maladie, sur une planète huit fois plus peuplée.

Image

Rahima Banu, en haut à gauche, en 2000. En 1975, alors qu'elle n'était qu'un enfant en bas âge, elle a été enregistrée comme ayant la dernière infection connue de variole naturelle dans le monde.

Rahima Banu, en haut à gauche, en 2000. En 1975, alors qu'elle n'était encore qu'un enfant, elle a été enregistrée comme ayant la dernière infection connue de variole naturelle dans le monde. Crédit...C.D.C./Organisation mondiale de la santé ; Dr Stanley O. Foster

De toutes les réalisations qui ont permis au monde entier de s'évader, il en est une qui se distingue : la victoire sur la variole. Après des milliers d'années de conflit et de cohabitation avec l'homme, le virus naturel de la variole majeure a infecté son dernier être humain en octobre 1975, lorsque les pustules révélatrices sont apparues sur la peau d'une petite fille du Bangladesh nommée Rahima Banu. (Un cousin moins mortel du virus, la variole mineure, a été éliminé en Somalie deux ans plus tard). Banu vivait sur l'île de Bholá, sur la côte du Bangladesh, à l'embouchure de la rivière Meghna. Les responsables de l'Organisation mondiale de la santé ont été informés du cas et ont envoyé une équipe pour traiter la jeune fille. Avec les agents locaux, ils ont vacciné 18 150 personnes vivant dans un rayon de 1,5 m autour de sa maison. Elle a survécu à sa rencontre avec la maladie, et les vaccinations sur l'île de Bholá ont empêché le virus de se répliquer chez un autre hôte.

Quatre ans plus tard, après une recherche mondiale approfondie des foyers persistants, une commission de scientifiques a signé un document le 9 décembre 1979, certifiant que la variole avait été éradiquée. En mai de l'année suivante, l'Assemblée mondiale de la santé a officiellement déclaré que "le monde et tous ses peuples se sont libérés de la variole" et a rendu hommage à toutes les nations "qui, par leur action collective, ont libéré l'humanité de cet ancien fléau". Il s'agit d'une réalisation véritablement épique, qui a nécessité un mélange

de réflexion visionnaire et de travail sur le terrain dans des dizaines de pays différents. Le 9 décembre 1979 devrait être commémoré avec le même respect que celui que nous accordons à l'alunissage : une étape importante dans l'histoire du progrès humain.

Les premiers défenseurs de la vaccination, à l'époque d'Edward Jenner, rêvaient d'éradiquer le virus de la variole de la surface de la terre. À la veille de son premier mandat de président, Thomas Jefferson écrivait qu'il fallait retirer la variole du "catalogue des maux". Mais au début des années 1800, la lutte contre la variole progressait patient par patient. L'éradication totale de la variole à l'échelle mondiale était une impossibilité technique. Qu'est-ce qui a fait passer l'éradication de la variole du stade de fantasme au domaine du possible ?

Un facteur clé a été la compréhension scientifique du virus lui-même. Les virologues en étaient venus à croire que la variole ne pouvait survivre et se répliquer qu'à l'intérieur des êtres humains. De nombreux virus qui provoquent des maladies chez l'homme peuvent également infecter des animaux - pensez à la variole de Jenner. Mais la variole avait perdu la capacité de survivre en dehors du corps humain ; même nos proches parents parmi les primates sont immunisés. Cette connaissance a donné aux éradicateurs un avantage crucial sur le virus. Un agent infectieux traditionnel attaqué par un effort de vaccination de masse pourrait se réfugier dans une autre espèce hôte - rongeurs, par exemple, ou oiseaux. Mais comme la variole avait abandonné l'hôte initial qui l'avait amenée chez l'homme, le virus était particulièrement vulnérable à la campagne d'éradication. Si l'on parvenait à chasser le virus de la population humaine, on pouvait véritablement l'effacer de la surface de la terre.

Les innovations scientifiques ont également joué un rôle crucial dans les projets d'éradication. Un consultant du C.D.C. nommé William Foege a promu une technique de "vaccination en anneau" qui a permis d'éliminer la variole des zones infectées sans avoir à vacciner chaque personne. L'invention de l'aiguille "bifurquée" a permis aux travailleurs de terrain d'utiliser ce qu'on a appelé une technique de vaccination à piqûres multiples. Comme le T.R.O., l'aiguille bifurquée était beaucoup moins avancée sur le plan technologique que son prédécesseur : les coûteux "injecteurs à jet" utilisés auparavant dans les campagnes de vaccination de masse. Elle nécessitait également moins d'un quart de la quantité de vaccin que les techniques précédentes, un attribut essentiel pour les organisations qui tentent de vacciner des millions de personnes dans le monde. Et comme le T.R.O., elle a démocratisé le domaine, en permettant à des non-spécialistes d'effectuer plus facilement des vaccinations. Un autre atout crucial était un vaccin thermostable, mis au point vers 1950, qui pouvait être conservé pendant 30 jours sans réfrigération, un avantage énorme pour la distribution des vaccins dans les petits villages qui n'avaient souvent ni réfrigération ni électricité.

Image

Aiguilles bifurquées, une technologie clé qui a contribué à démocratiser la vaccination contre la variole.

Les aiguilles bifurquées, une technologie clé qui a permis de démocratiser la vaccination contre la variole. Crédit...SSPL/Getty Images

Mais une autre avancée majeure a été le développement d'institutions comme l'OMS et le C.D.C. eux-mêmes.

À partir du milieu des années 1960, l'OMS - dirigée par un fonctionnaire du CDC, D.A. Henderson - a travaillé de concert avec des centaines de milliers d'agents de santé, qui ont supervisé la surveillance et la vaccination dans plus de 40 pays souffrant encore d'épidémies de variole. L'idée d'un organisme international capable d'organiser l'activité d'un si grand nombre de personnes sur un territoire aussi vaste, et sur autant de juridictions distinctes, aurait été impensable à l'aube du 19e siècle.

Mais comme pour la chloration et la thérapie de réhydratation orale, l'éradication de la variole a été un triomphe de l'organisation ascendante. Le simple fait de localiser les foyers de variole dans des pays aussi vastes que l'Inde, à une époque dépourvue de téléphones portables, d'Internet et, dans de nombreux cas, d'électricité, était un exploit d'une complexité stupéfiante. L'approche de la vaccination en anneau permettait une utilisation plus efficace du vaccin - par opposition à la vaccination de toute la population - mais les responsables devaient encore trouver les cas autour desquels construire l'anneau.

Rien qu'en Inde, ce type de surveillance a nécessité des milliers de personnels de santé de district et plus de cent mille travailleurs de terrain, qui ont dû surmonter des conditions physiques difficiles et la résistance locale pour accomplir leur travail. Et même cette main-d'œuvre n'était pas assez nombreuse pour suivre toutes les épidémies du pays. Les éradicateurs ont fini par décider d'élargir encore leur réseau de surveillance en offrant une récompense à quiconque signalait un cas de variole. (Le montant de la récompense a augmenté régulièrement au fur et à mesure que le nombre de cas de variole diminuait, pour finalement atteindre l'équivalent de 1 000 dollars). L'approche du réseau étendu s'est avérée être un succès spectaculaire. Le nombre d'épidémies a chuté de façon spectaculaire au cours des quatre derniers mois de 1974 : 2 124, 980, 343 et 285. Au cours des dernières étapes du projet, des agents de terrain se sont rendus dans chacun des 100 millions de foyers du pays - une fois par mois dans les États endémiques, une fois tous les trois mois dans le reste du pays - pour suivre la propagation du virus.

L'éradication dépendait finalement autant de ce vaste réseau que de l'aiguille bifurquée ou de toute autre avancée technologique. L'éradication de la variole a peut-être été imaginée au départ dans les sièges des institutions de santé publique d'Atlanta et de Genève, mais il a fallu une armée de villageois pour qu'elle devienne réalité.

IV. Le seuil des huit milliards

Il est normal que ce qui est sans doute l'exploit le plus impressionnant de l'histoire de la santé tourne autour de la variole, car les toutes premières percées qui ont permis de prolonger nos vies - la variolisation et la vaccination - étaient aussi des tentatives pour réduire la menace de cette terrible maladie. Mais la liste des nouvelles idées qui ont permis la grande évasion est longue et variée. Certaines d'entre elles ont pris la forme d'objets tangibles : les appareils à rayons X, les médicaments antirétroviraux. Certaines d'entre elles étaient de nature juridique ou institutionnelle : la création de la Food and Drug Administration, les lois sur les ceintures de sécurité. Certaines étaient des percées statistiques : de nouvelles façons de suivre les données, comme l'invention des TRC, qui nous ont finalement permis de déterminer empiriquement si les nouveaux traitements fonctionnaient comme promis, ou de prouver le lien de causalité entre la cigarette et le cancer. Certaines d'entre elles étaient des méta-innovations dans la manière dont les

nouveaux traitements sont découverts, comme le développement de la "conception rationnelle des médicaments", qui a finalement fait passer le développement des médicaments du modèle Fleming de découverte fortuite à un processus fondé sur les bases de la chimie.

En ce qui concerne l'avenir, quelle est la probabilité que l'être humain puisse poursuivre la croissance effrénée de son espérance de vie ? Il est loin d'être acquis que nous le puissions. Le nombre d'infections de la pandémie de Covid-19 continue de croître ; même avant l'épidémie, les États-Unis avaient connu une augmentation significative des overdoses d'opioïdes et des suicides - les "morts du désespoir" - qui ont contribué à réduire l'espérance de vie du pays pendant trois années consécutives, la plus longue période de déclin depuis la fin de la grippe espagnole. Comme la pandémie actuelle l'a clairement montré, des écarts substantiels en matière de santé existent toujours entre les différents groupes socio-économiques et les nations du monde entier. (Des données provisoires suggèrent que les Afro-Américains ont perdu près de trois ans de leur espérance de vie en 2020, alors que le pays dans son ensemble a perdu un an).

La vérité est que le pic de la population mondiale n'a pas été causé par une quelconque poussée mondiale de la fécondité. Ce qui a changé, c'est que les gens ont cessé de mourir. Et paradoxalement, le triomphe épique du doublement de l'espérance de vie a créé sa propre série de problèmes, tout aussi épiques, pour la planète. En 1918, il y avait moins de deux milliards d'êtres humains en vie dans le monde, et aujourd'hui il y en a près de huit milliards. Les démagogues dénoncent parfois les taux de natalité irresponsables dans les pays en développement, mais la vérité est que le pic de la population mondiale n'a pas été causé par une hausse mondiale de la fécondité. En fait, les gens ont moins de bébés par habitant que jamais. Ce qui a changé au cours des deux derniers siècles, d'abord dans le monde industrialisé, puis dans le monde entier, c'est que les gens ont cessé de mourir, en particulier les jeunes. Et parce qu'ils ne sont pas morts, la plupart ont vécu assez longtemps pour avoir leurs propres enfants, qui ont répété le cycle avec leur progéniture. Augmentez la proportion de la population qui survit jusqu'à l'âge de la procréation et vous aurez plus d'enfants, même si chaque individu a moins de descendants en moyenne. Gardez leurs parents et grands-parents en vie plus longtemps, et la population existante augmente au fur et à mesure que les générations survivantes s'empilent. Répétez ce schéma dans le monde entier pendant quatre ou cinq générations, et la population mondiale peut passer de deux milliards à huit milliards, malgré la baisse des taux de fécondité.

Toutes ces solutions brillantes que nous avons élaborées pour réduire ou éliminer des menaces comme la variole ont créé une nouvelle menace de plus haut niveau : nous-mêmes. Bon nombre des problèmes majeurs auxquels nous sommes aujourd'hui confrontés en tant qu'espèce sont des effets de second ordre de la réduction de la mortalité. Pour des raisons compréhensibles, le changement climatique est généralement considéré comme un sous-produit de la révolution industrielle, mais si nous avons réussi à adopter un mode de vie alimenté par des combustibles fossiles sans réduire les taux de mortalité - en d'autres termes, si nous avons inventé les machines à vapeur, les réseaux électriques et les automobiles alimentés au charbon, mais maintenu la population mondiale au niveau de 1800 - le changement climatique serait beaucoup moins problématique. Il n'y aurait tout simplement pas assez d'humains pour avoir un impact significatif sur les niveaux de carbone dans l'atmosphère.

La croissance démographique effrénée - et la crise environnementale qu'elle a contribué à engendrer - devrait nous rappeler que les progrès continus de l'espérance de vie ne sont pas inévitables. L'histoire récente de l'ère industrielle nous a appris que les progrès scientifiques et technologiques ne garantissent pas à eux seuls une évolution positive de la santé humaine. Peut-être que notre monde de plus en plus interconnecté - et notre dépendance à l'égard de l'élevage industriel, en particulier des poulets - pourrait nous conduire à ce que certains ont appelé l'ère des pandémies, dans laquelle Covid-19 n'est qu'un avant-goût d'épidémies de grippe aviaire encore plus mortelles. Peut-être qu'une technologie dévoyée - armes nucléaires, attaques bioterroristes - tuera suffisamment de personnes pour inverser la grande évasion. Ou peut-être est-ce l'impact environnemental de 10 milliards de personnes vivant dans des sociétés industrielles qui nous fera reculer. L'allongement de la durée de vie a contribué à l'apparition de la crise climatique. Peut-être que la crise climatique finira par déclencher un retour à la moyenne.

Aucun endroit sur terre n'incarne cette réalité complexe de manière plus poignante que l'île de Bhola, au Bangladesh. Il y a près d'un demi-siècle, c'est là que s'est déroulé l'un des moments dont nous sommes le plus fiers en tant qu'espèce : l'élimination de la variole majeure, concrétisant ainsi le rêve que Jenner et Jefferson avaient réalisé près de deux siècles auparavant. Mais dans les années qui ont suivi l'éradication de la variole, l'île a subi une série d'inondations dévastatrices ; près d'un demi-million de personnes ont été déplacées de la région depuis que Rahima Banu y a contracté la variole. Aujourd'hui, de grandes parties de l'île de Bhola ont été définitivement perdues à cause de la montée des eaux causée par le changement climatique. L'île entière pourrait avoir disparu de la carte du monde lorsque nos enfants et petits-enfants célébreront le centenaire de l'éradication de la variole en 2079.

À quoi ressemblera alors leur espérance de vie ? Les forces qui ont été à l'origine de tant de changements positifs au cours du siècle dernier continueront-elles à propulser la grande évasion ? La variole ne sera-t-elle que la première d'une longue série de menaces - polio, malaria, grippe - rayées du "catalogue des maux" de Jefferson ? La marée montante de la santé publique égalitaire continuera-t-elle à soulever tous les bateaux ? Ou ces réalisations capitales - toute cette vie inattendue - seront-elles emportées par une marée réelle ?

L'article de Steven Johnson est extrait de son 13e livre, "Extra Life : A Short History of Living Longer". Steven Johnson est également l'animateur d'une série en quatre parties sur PBS/BBC portant le même titre et diffusée ce mois-ci.