

Thèmes

Commentaires

Éthique biomédicale
et normes juridiques

VIEILLESSE ET POLITIQUES PUBLIQUES

ASPECTS CLINIQUES, ETHIQUES,
LEGAUX ET SOCIAUX

Sous la direction de
Christian Hervé, Michèle Stanton-Jean,
Mylène Deschênes et Henri-Corto Stoeklé

Lefebvre Dalloz



DALLOZ

VIEILLESSE ET POLITIQUES PUBLIQUES

ASPECTS CLINIQUES, ÉTHIQUES, LÉGAUX ET SOCIAUX

Sous la direction de
Christian Hervé, Michèle Stanton-Jean,
Mylène Deschênes et Henri-Corto Stoeklé

Avec les contributions de

Marilyne Alerte, Régis Aubry, Christian Ballouard,
Clara Bernard-Xémard, Philippe Beuzeboc, Frédéric Bizard,
Lauriane Blavette, Frédéric Bloch, Côte Bommier, I. Cantegreil,
Jean-Pierre Cléro, Sébastien Dacunha, Dominique Desjeux,
Marie-Josée Drolet, Anne-Marie Duguet, Julien Duguet, Charles Dupras,
Antoine Flahault, Roger Gil, Jérôme Guedj, Olivier Hamel, Christian Hervé,
Intza Hernandorena, Blandine Humbert, Avidan Kogel, Valérie Kokoszka,
Laure Ladrat, Paule Lebel, Hermine Lenoir, Mélanie Levasseur,
Marie-Hélène Lévesque, Evelyne Liuu, Virginie Manus, Souad Meziane-Damnée,
Mathilde Minet, B. Naudé, Grégory Ninot, Michel Noguès, Stanis Perez,
Matthieu Piccoli, Maribel Pino, Camille Poirier-Veilleux, Anne-Sophie Rigaud,
Stéphane Rivard, Guillaume Rousset, François-Xavier Roux-Demare,
Anne-Marie Savard, Thomas Siret, Michèle Stanton-Jean, Henri-Corto Stoeklé,
Samuel Turcotte, Stamatios Tzitzis, Denise Veilleux, Isabelle Wesolowski

Lefebvre Dalloz

DA|LOZ

2024

Des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement offerts aux consommateurs

■ Enjeux éthiques, ■ juridiques et sociétaux

CHARLES DUPRAS

Programmes de bioéthique, Département de médecine sociale et préventive, École de santé publique, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada

Résumé : Le vieillissement biologique d'une personne peut dorénavant se mesurer grâce à un test épigénétique. C'est ce que propose la nouvelle industrie des tests épigénétiques offerts directement aux consommateurs. Pour remédier au « problème » du vieillissement, un nombre croissant de compagnies émergentes encourage la biosurveillance en continu des marqueurs de l'âge biologique et l'adoption de *stratégies de longévité* visant à ralentir et ultimement à renverser notre vieillissement, au niveau moléculaire. Parmi les stratégies offertes, on compte notamment l'achat de suppléments alimentaires élaborés dans l'intention de contrer le vieillissement épigénétique. Ce chapitre explore les enjeux éthiques, juridiques et sociétaux soulevés par l'arrivée des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement sur le marché des tests biologiques en ligne.

Mots-clés : horloges épigénétiques, vieillissement biologique, tests offerts directement aux consommateurs, stratégies de longévité, éthique.

Abstract: A person's biological aging can now be measured using an epigenetic test. This is what the new direct-to-consumer epigenetic testing industry is proposing. To address the « problem » of aging, a growing number of emerging companies are promoting the continuous biomonitoring of biological age markers and the adoption of longevity strategies aimed at slowing and ultimately reversing our aging, at the molecular level.

These strategies include the purchase of dietary supplements designed to counter epigenetic aging. This chapter explores the ethical, legal, and societal issues raised by the arrival of epigenetic age and aging tests on the online bioassay market.

Keywords: epigenetic clocks, biological aging, direct-to-consumer testing, longevity strategies, ethics.

Les tests *génétiques* offerts directement aux consommateurs soulèvent des enjeux éthiques, juridiques et sociétaux depuis leur arrivée sur le marché. En novembre 2013, la *U.S. Food and Drug Administration* (FDA) faisait parvenir une lettre d'avertissement à la compagnie 23andMe exigeant qu'elle interrompe ses pratiques commerciales pour ne pas avoir prouvé la validité scientifique et l'utilité clinique des tests qu'elle offrait en ligne pour la détection de gènes liés au cancer du sein et à l'Alzheimer (1). Les tests suscitaient la controverse non seulement pour des raisons scientifiques et le doute quant à leur fiabilité à des fins médicales (2-4), mais aussi pour des raisons éthiques (5-7), touchant par exemple au consentement libre et éclairé des consommateurs (8), à la protection de leur vie privée (9) et à l'utilisation secondaire de leurs renseignements personnels (10). Aujourd'hui, l'industrie des tests génétiques en ligne est largement consciente des critiques qui leur ont été adressées. Plusieurs d'entre elles ont pris des mesures pour y répondre, ou à tout le moins, pour rassurer leurs détracteurs à certains égards (11). Ce fût le cas par exemple de compagnies telles que 23andMe, Helix, MyHeritage, Habit and Ancestry, qui en 2018 cosignaient un document de bonnes pratiques visant une plus grande transparence concernant la collecte, l'utilisation, la conservation et le partage des données, l'interdiction de partage des données avec des tiers sans consentement (sauf lorsque la loi l'exige), une meilleure sécurisation des données, des restrictions en matière de marketing, et une meilleure éducation des consommateurs (12).

Ces cadres normatifs furent développés, entre autres, en réaction à quelques évènements hautement médiatisés, tels que l'utilisation par la police américaine de la base de données de la compagnie GED Match pour la résolution de l'enquête du Golden State Killer (13). Cette utilisation secondaire avait fait mauvaise presse à l'industrie et il fallait regagner la confiance du marché. Malgré les démarches entreprises, les tests génétiques offerts directement aux consommateurs ne font toujours pas l'unanimité et des pays comme l'Allemagne, la France et la Slovénie sont encore réticents à permettre leur commercialisation sur leur territoire et les ont même interdits (14). Au Canada, il n'existe pas de législation spécifique à cet effet. S'ils ne sont pas recommandés par plusieurs groupes et suscitent toujours la discussion, les enjeux éthiques, juridiques et sociétaux découlant de leur utilisation sont de mieux en mieux décrits. Ils demeurent aussi sous la loupe d'une importante communauté de chercheurs ayant contribué à une vaste littérature sur le sujet. Cependant, ce n'est pas le cas d'une nouvelle génération de tests biologiques

ayant fait leur apparition sous le radar de cette communauté ces dernières années : les tests *épigénétiques* offerts directement aux consommateurs.

L'épigénétique est l'étude des changements biochimiques et biophysiques survenant autour de, ou « par-dessus » (*epi-*), l'ADN et pouvant affecter (activer ou réprimer) l'expression des gènes sans affecter la séquence linéaire d'ADN. Toutes les cellules du corps d'un individu contiennent le même ADN. Ce sont donc les modifications épigénétiques qui permettent aux cellules et aux tissus d'un organisme d'acquérir la structure et la fonction qui leur est propre. Le « profil épigénétique » distinct des cellules et des tissus s'acquiert au cours du développement de l'organisme, grâce au processus de différenciation cellulaire. Il s'agit d'un processus développemental hautement conservé à travers l'évolution, généralement partagé par les espèces d'ordres phylogénétiques supérieurs, et nécessaire chez l'humain. Les deux types de modification biochimique le plus souvent associés au champ de l'épigénétique sont la méthylation de l'ADN et les modifications post-traductionnelles des histones, petites protéines de structure de l'ADN. Ces deux types de modifications ont pour effet de changer l'environnement électrostatique (les forces électro-physiques) au locus de gènes bien précis, causant ainsi l'ouverture ou la fermeture des gènes, à la manière de plans d'ingénieur qui peuvent s'ouvrir et se fermer en fonction des besoins. Lorsqu'on analyse le profil épigénétique de différentes cellules, on peut observer différents « variants épigénétiques », de la même manière qu'on peut distinguer des variants génétiques lorsqu'on compare le profil génétique de différentes personnes.

En plus des modifications survenant au cours du processus normal du développement, d'autres modifications épigénétiques peuvent survenir au cours de la vie des personnes. Ces variations épigénétiques interindividuelles peuvent être influencées par de nombreux facteurs, dont le profil génétique de l'individu, son exposition à divers environnements (physico-chimique, familial, culturel, socio-économique), et ses habitudes de vie (15-19). Certains variants ont aussi été associés à un risque accru de souffrir d'une maladie particulière dans le futur. D'autres sont reconnus comme des indicateurs fiables – ou « signatures » – de divers stades du développement de certaines maladies, faisant de ces variants d'excellents candidats pour le raffinement d'outils diagnostics (20-24). Des tests épigénétiques sont donc convoités à cet effet et il est raisonnable d'anticiper que de plus en plus de diagnostics s'appuieront sur les résultats de tels tests dans l'avenir, lorsque leur validité scientifique et leur utilité clinique auront été démontrées et feront consensus dans le monde médical. En attendant, c'est principalement en recherche que ces tests sont mobilisés. Ils permettent de mieux comprendre, entre autres, les nombreux facteurs pouvant influencer l'expression différentielle des gènes entre les cellules, les tissus, les individus et les populations, et à travers les différentes phases de la vie.

L'une des innovations les plus fascinantes et prometteuses en épigénétique réside dans la découverte des « horloges épigénétiques ». Popularisée par le

chercheur Steve Horvath de l'université UCLA aux États-Unis, l'horloge épigénétique consiste en un petit ensemble – ou « lot » – de plusieurs sites de méthylation de l'ADN, pour lesquels des taux variables de méthylation ont été associés à l'âge ou au vieillissement d'un organisme. Il existe plusieurs horloges épigénétiques, qui ont été développées par des groupes de chercheurs pour offrir divers avantages. Par exemple, certaines horloges épigénétiques permettent d'estimer avec une bonne précision l'*âge chronologique* d'un individu, c'est-à-dire l'âge qu'indiquent ses cartes d'identité. D'autres ont été développées et sont particulièrement performantes pour évaluer l'*âge biologique* d'un individu, c'est-à-dire le stade de vieillissement de ses cellules et tissus par rapport à la moyenne de la population. Chez certaines personnes, en effet, le vieillissement biologique semble s'être accéléré. Les tests épigénétiques pourraient nous aider à indiquer qui est victime de ce vieillissement prématuré. Ils pourraient aussi nous informer sur ses causes. L'exposition à la fumée du tabac, par exemple, a été identifiée comme l'un des prédicteurs les plus fortement associés à l'accélération du vieillissement épigénétique (25-27). La consommation d'alcool (28-30) et l'expérience de traumatismes (31-33) seraient aussi associés à une telle accélération.

Comme ce fût le cas avec l'arrivée des tests génétiques, les nouvelles possibilités en épigénétique génèrent de l'enthousiasme mais également certaines préoccupations (34). Si les tests épigénétiques peuvent désormais fournir des informations médicales sur un individu, il importe de prendre les précautions qui s'imposent pour protéger la vie privée et préserver la confidentialité des personnes qui se soumettent volontairement – ou sont soumis – à ces tests (35, 36). Pour au moins deux raisons, l'information génétique pourrait être encore plus sensible que l'information génétique. D'abord, il s'agit d'un type d'information ayant le potentiel de révéler non seulement le profil biologique inné de l'individu, ses prédispositions biologiques déjà établies à la naissance, comme c'était le cas avec la génétique, mais aussi certains aspects du cours de sa vie. L'épigénétique s'inscrit ainsi, avec d'autres domaines comme la microbiomique – c'est-à-dire l'analyse de gènes microbiens permettant d'évaluer entre autres la composition des microbiotes humains – dans le domaine en expansion des *omiques de nos vies* (« *the omics of our lives* ») (37).

Ensuite, puisque des variants épigénétiques ont été associés à des expositions et à des comportements, l'information épigénétique a le potentiel de révéler les causes de risques épigénétiques de développer certaines maladies ou, formulé différemment, de révéler le tort épigénétique (« *epigenetic harm* ») pouvant avoir été causé au moins en partie par la famille, des proches, la société, ou l'individu lui-même. L'information épigénétique pourrait ainsi révéler les entités principalement responsables de variants épigénétiques qui ne sont pas à l'avantage d'individus ou de populations (38-41). L'assignation d'une responsabilité épigénétique, causale et éventuellement morale ou juridique, est loin d'être simple d'un point de vue scientifique (42). Sur

le plan de l'éthique, elle n'est peut-être tout simplement pas désirable. Pour plusieurs auteurs, elle pourrait avoir pour effet, par exemple, d'accroître injustement le blâme et la discrimination de groupes déjà marginalisés et stigmatisés (43-47). Ainsi, l'arrivée des tests épigénétiques soulève des enjeux éthiques et juridiques auxquels nous devons prêter attention. Cet impératif nous paraît d'ailleurs être mis en évidence par l'arrivée récente sur le marché de tests épigénétiques offerts directement aux consommateurs.

Dans le cadre d'un sondage conduit auprès de 189 chercheurs en épigénétique évoluant dans 31 pays, nous avons observé qu'une très grande proportion d'entre eux sont préoccupés par l'arrivée de tests épigénétiques en ligne – un total de 48,1 % des répondants se disant « très » ou « extrêmement » préoccupés (48). Un enjeu important découlant de la lecture des horloges épigénétiques par des compagnies privées réside dans la protection des données et la confidentialité des renseignements sur l'âge et le vieillissement biologique des individus qui se soumettent aux tests. Comme nous le mentionnions plus haut, ceux-ci pourraient révéler des informations délicates concernant leur exposition à différents facteurs de risque, leur susceptibilité à certaines maladies, voire sur leur espérance de vie. Il existe un risque réel d'utilisation secondaire de telles informations (49, 50). À titre d'exemple, la compagnie FOXO Technologies – anciennement YouSurance – a déjà manifesté ouvertement son intention d'utiliser l'information épigénétique en assurance-vie, afin de grouper ses clients sur la base de leur « longévité épigénétique ». S'appuyant sur le principe d'équité actuarielle, la classification des clients en fonction du niveau de risque qu'ils représentent est une pratique courante largement admise dans le domaine de l'assurance. Si cette approche est souvent permise, elle ne l'est pas toujours. Par exemple, plusieurs pays ont adopté au cours des vingt dernières années des lois contre la discrimination génétique. Ces lois interdisent souvent l'utilisation de l'information génétique par les fournisseurs d'assurances. C'est le cas au Canada de la *Loi sur la non-discrimination génétique* (LC 2017, ch. 3). Cependant, il est difficile d'évaluer si la portée de ces lois s'étend ou si elle devrait s'étendre à l'utilisation des résultats de tests épigénétiques. En effet, la classification juridique et la réglementation des tests épigénétiques constituent un défi majeur. Il n'existe pas de cadre réglementaire qui définit explicitement comment ils devraient ou ne devraient pas être utilisés (51).

Le potentiel des horloges épigénétiques est convoité dans plusieurs domaines et ses applications non médicales sont diverses. Dans le domaine de l'immigration, par exemple, les tests épigénétiques de l'âge chronologique pourraient être utilisés pour confirmer la minorité d'un migrant mineur sans papier qui bénéficie d'un régime juridique d'immigration favorable. En Allemagne, le cas Hildesheim a mis en évidence l'intérêt des agences d'immigration pour ce type de test (52). Les migrants mineurs eux-mêmes pourraient aussi vouloir faire appel aux tests épigénétiques pour prouver leur minorité lorsqu'ils n'ont pas la possibilité de présenter d'autres preuves. Pour l'instant,

cependant, la précision limitée des tests et la possibilité de facteurs confondants – par ex. un traumatisme ayant accéléré le vieillissement – nuisent à l’admissibilité des tests épigénétiques comme source de données probantes.

Les tests épigénétiques semblent aussi prometteurs dans le domaine des sciences médicales et pour les enquêtes policières (53, 54). En effet, ils pourraient nous informer sur l’âge d’une victime ou d’un suspect, par la simple analyse d’un échantillon biologique laissé sur une scène de crime. Lorsque, combinés aux nouvelles technologies de phénotypage à ADN (et autres « analyses étendues de l’ADN »), ils augmentent considérablement le pouvoir identificatoire des échantillons biologiques pouvant être collectés dans des espaces publics. Ils peuvent d’ailleurs révéler d’autres informations pertinentes, comme le statut de fumeur d’un suspect, sa consommation d’alcool, ou encore aider à distinguer un suspect entre plusieurs jumeaux homozygotes. Les tests épigénétiques et l’édition de l’épigénome humain pourraient aussi trouver des applications dans le monde militaire, comme le révèle l’une de nos dernières études sur le sujet (55).

La réflexion sur les risques d’utilisation secondaire de l’information épigénétique ou pour des raisons non médicales nous paraît importante. Elle s’inscrit d’ailleurs dans un mouvement critique soutenu par plusieurs auteurs, dont nous faisons partie, à l’endroit de l’*exceptionnalisme génétique*, c’est-à-dire contre l’idée largement répandue qui consiste à accorder à la génétique une attention toute particulière en éthique et en droit (56-58). Une attention disproportionnée est problématique lorsqu’elle a pour effet, entre autres, de sous-estimer les ressemblances entre des champs d’étude partageant plusieurs caractéristiques, comme c’est le cas pour la génétique et l’épigénétique. Cela peut laisser des développements technoscientifiques se déployer sans cadre éthique ou juridique. Le déploiement actuel des tests épigénétiques nous semble frappant à cet égard.

Dans le cadre d’un projet de recherche précédent, financé par le Commissariat à la protection de la vie privée du Canada (2018-2020), nous avons étudié cette nouvelle offre de services et ses implications (59). Au début de notre étude, la nouvelle industrie des tests épigénétiques offerts directement aux consommateurs comptait seulement cinq entreprises : Chronomics, EpigenCare, Muhdo, MyDNAage et TruMe. Un an plus tard seulement, on constatait la venue de quatre nouvelles compagnies : EpiAge, Elysium Health, My Toolbox Genomics et TruDiagnostic. Sur le plan de l’éthique, les questions qui nous semblaient les plus importantes déjà à ce stade, et que nous avons d’ailleurs soulignées dans un commentaire publié dans la revue *Nature Reviews Genetics* en 2020, relevaient de la validité scientifique et de l’utilité clinique incertaines des tests, du niveau de sensibilité de l’information potentiellement révélés par ceux-ci, du manque de clarté quant à la gestion des données épigénétiques par les compagnies offrant les tests, et de la possibilité d’utilisations secondaires de ces données dans un contexte où les normes éthiques et juridiques existantes sont souvent focalisées sur les

données génétiques (59). Sur le plan plus technique, le format et le contenu des conditions d'utilisation et des politiques de confidentialité des compagnies investiguées nous paraissaient aussi problématiques. D'une part, le contenu était très variable entre les compagnies, par exemple, concernant la définition de renseignement personnel et afin de savoir si les données épigénétiques seront considérées et gérées comme telles. D'autre part, le niveau d'accessibilité des diverses dispositions énoncées dans ces politiques nous laissait présager des enjeux liés au consentement éclairé des consommateurs.

Mais aussi, à l'intérieur d'une période d'à peine deux ans, on pouvait constater une transition significative de la stratégie d'affaire et de marketing de l'industrie des tests biologiques en ligne : l'apparition d'une offre de *biosurveillance* (« *biomonitoring* ») en continu. Cette nouvelle approche consistait à offrir aux consommateurs un plan de suivi des marqueurs épigénétiques du vieillissement biologique, de façon qu'ils puissent mesurer et constater eux-mêmes, au niveau moléculaire, l'effet bénéfique d'un changement de régime alimentaire, d'un nouveau plan de mise en forme, de nouvelles habitudes de vie. Évidemment, cette nouvelle approche est aussi bénéfique sur le plan commercial, puisqu'elle permet aux compagnies de justifier l'offre aux consommateurs d'une série de tests auxquels ils devraient se soumettre, par exemple tous les trois ou six mois, pour constater, idéalement, un ralentissement de leur horloge épigénétique. Pour plusieurs chercheurs en épigénétique, cependant, la précision actuelle des tests épigénétiques de l'horloge biologique n'est pas assez bonne pour permettre ce type de comparaison, à l'intérieur de périodes aussi courtes. L'utilité réelle des plans de biosurveillance du vieillissement qui sont offerts par les compagnies émergentes demeure donc encore à ce jour douteuse (37).

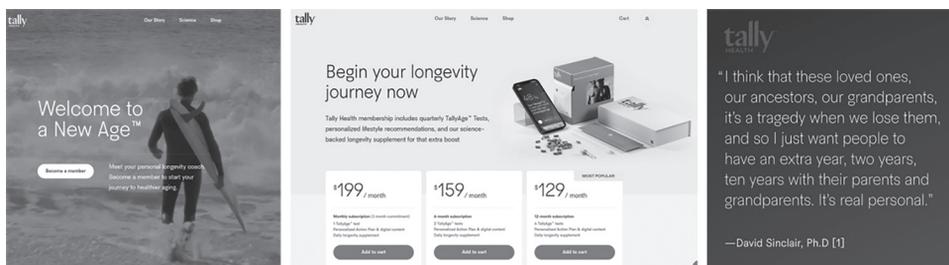


Figure 1 : Images et messages promotionnels tirés du site web de la compagnie Tally Health, 13 sept. 2023

Les compagnies pionnières citées ci-dessus ont toutes contribué à paver le chemin d'une nouvelle vision d'affaire plus lucrative dans l'industrie des tests biologiques offerts directement aux consommateurs. Cependant, aucune n'a reçu la couverture médiatique et généré autant de discussions par les médias traditionnels et sur les médias sociaux que Tally Health [<https://tallyhealth.com/>], une toute nouvelle compagnie de tests épigénétiques codirigée par le

chercheur de renommée internationale David Sinclair (Harvard) et publicisée par des personnalités publiques en vogue comme Pedro Pascal, Zac Efron et John Legend (60). Depuis la percée de Tally Health, nous avons d'ailleurs été consultés à plusieurs reprises sur le sujet ; entre autres, par la revue en ligne *WIRED*, le quotidien *The National Post* et l'agence Policy Horizons Canada, ce qui reflète un engouement public et médiatique croissant pour les tests épigénétiques. On remarque aussi une explosion du nombre d'articles journalistiques et de discussions dans des fora en ligne faisant état d'expériences, d'attentes et de préoccupations publiques à l'égard des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement. Pour la première fois, nous observons une masse critique de données accessibles publiquement à ce sujet. Cela représente d'ailleurs une opportunité nouvelle d'étudier l'évolution de cette industrie naissante et la perception publique de technologies épigénétiques en pleine émergence.

L'équipe scientifique derrière la commercialisation de Tally Health et sa popularisation rapide aux États-Unis nous laissent présager un déploiement progressif des tests épigénétiques au niveau mondial au cours des prochaines années, comme ce fût le cas pour plusieurs compagnies de tests génétiques telles que 23andMe et Ancestry. Il semble donc important de suivre la situation des tests épigénétiques de près pour mieux préparer la population à leur arrivée possible dans plusieurs pays et mieux informer les décideurs sur comment promouvoir une utilisation responsable des technologies émergentes en épigénétique. Maintenir une vigie active des nouvelles pratiques commerciales et promotionnelles de l'industrie et explorer la réception du public à l'heure où les tests épigénétiques reçoivent une visibilité sans précédent permettrait, entre autres, de bien caractériser et de poser un regard critique sur la nouvelle promotion de *stratégies de longévité* visant à préserver ou à retrouver la jeunesse épigénétique. Cela nous offrirait l'occasion d'approfondir l'investigation des enjeux éthiques, juridiques et sociétaux de la marchandisation des tests épigénétiques qui, avec Tally Health, s'étendent encore par-delà les enjeux cités plus haut.

Une particularité de l'approche de Tally Health réside dans la vente en ligne de produits de « bien-être » visant à ralentir l'horloge épigénétique. Les suppléments alimentaires Vitality et Amplify sont offerts par la compagnie pour leur capacité à « cibler » des marqueurs classiques du vieillissement biologique au niveau moléculaire. Selon le site web de Tally Health, les comprimés contiennent plusieurs molécules pouvant aider à contrer le vieillissement, comme le resveratrol, un composé « naturel » promu pour ses effets sur la méthylation de l'ADN et l'horloge épigénétique. Le resveratrol est un composé antioxydant qu'on retrouve effectivement dans certains fruits. S'il ne présente pas de danger à petites doses, il pourrait provoquer des effets secondaires à doses plus fortes ou prolongées, et être contre-indiqué dans certaines situations (61-63). Pourtant, les suppléments de Tally Health ne sont pas assujettis à une approbation de la FDA avant de pouvoir être

commercialisés. Aux États-Unis, c'est le cas pour tous les produits offerts comme des produits de bien-être – et non comme des produits de santé. Cette lacune au niveau de la gouvernance des médecines alternatives et complémentaires est d'ailleurs problématique, puisqu'elle ne permet pas une évaluation rigoureuse et indépendante des bienfaits et des risques de plusieurs produits offerts directement aux consommateurs. Dans ce contexte, la table est mise pour l'exagération des bienfaits et la minimisation des risques par des acteurs désirant tirer profit des avancées réelles et perçues de la science en épigénétique.

L'objectif de créer un engouement social à l'encontre du vieillissement humain est explicite dans les écrits à grand déploiement public de son cofondateur David Sinclair, ne serait-ce qu'au regard de l'intitulé de son livre best-seller publié en 2019 *Lifespan. Why We Age – and Why We Don't Have To* (64). Si l'idée que « nous n'avons pas à vieillir » est excitante et nécessairement très vendeuse dans la bouche d'un scientifique de l'université d'Harvard, elle n'en demeure pas moins fausse, au moins pour l'instant. Le fait humain du vieillir et de la mort est inéluctable, l'une des certitudes les plus persistantes qu'il nous soit donné de connaître, que ce soit au niveau biologique ou social. Prétendre pouvoir renverser cette certitude n'est pas simplement provocateur et controversé, c'est aussi l'annonce – au minimum prématurée – d'un changement de paradigme pour l'humanité. En effet, l'emprise de la temporalité sur notre vie organique, l'alternance continue, linéaire et unidirectionnelle des phases la vie, et notre vulnérabilité commune devant la mort, sont des traits fondamentaux de l'être humain. Par le fait même, la promotion de l'antivieillescence – ou « contre-vieillescence » – est manifestement transhumaniste. Si le transhumanisme n'est pas un problème éthique en soi, la possibilité d'une rupture soudaine et dans une certaine mesure violente avec la condition humaine que nous connaissons, expérimentons depuis toujours, et pouvons anticiper raisonnablement pour nous-mêmes, peut et nous le soutenons *devrait* soulever le questionnement et la réflexion éthique.

La promesse de la jeunesse éternelle et le mirage de l'immortalité sont des produits qui se vendent particulièrement bien. Le marché des produits cosmétiques est un exemple du potentiel commercial immense de discours scientifiques et de mouvements sociaux embrassant l'antivieillescence. Or, l'idée n'est pas nouvelle. De la fontaine de Jouvence d'Alexandre le Grand au lait de chèvre de Metchnikov, en passant par le St-Graal chrétien de la littérature arthurienne, l'humain n'a cessé d'être la proie de ses fascinations immortalistes. Il est vrai que l'enjeu est de taille. Mais comment nous prémunir contre les hallucinations immortalistes? La prudence et le doute semblent tout indiqués à ce chapitre. C'est ce que nous enseigne l'histoire. Mais lorsque la parole de scientifiques respectés est engagée, le défi est plus grand. Devant l'expert, le profane est vulnérable. Il pourrait mériter protection. En outre, la promotion commerciale de la jeunesse épigénétique et de stratégies de longévité par des compagnies comme Tally Health s'intègre

idéalement au substrat biopolitique actuel, qui tend à privilégier et à catalyser les attitudes, les discours et les pratiques en adéquation avec les courants de molécularisation et de (bio)médicalisation de la vie humaine, mais également avec l'idéologie néolibérale, qui remet le pouvoir sur – et la responsabilité de – sa santé à l'individu (65, 66). Acheter un plan de biosurveillance de son propre vieillissement épigénétique, puis prendre les moyens de l'éviter, c'est se prendre en main. Ainsi, ne pas le faire serait-il irresponsable.

À plus long terme, l'accès aux technologies visant à contrer le vieillissement épigénétique pourrait soulever des préoccupations en matière d'équité. Le coût élevé des tests, ou encore leur indisponibilité dans certaines régions ou pour certaines populations, pourraient avoir pour effet d'exacerber les inégalités en privant certains groupes des bienfaits potentiels de la biosurveillance – si l'on assume bien sûr qu'il en existera un jour. La commercialisation de cosmétiques personnalisés et de suppléments alimentaires visant à ralentir ou renverser le vieillissement épigénétique ajoute une autre dimension à la problématique. Bien qu'elle puisse sembler une stratégie légitime et prometteuse en promotion du bien-être personnel, on peut se poser la question à savoir si la promotion de la jeunesse épigénétique pourrait affecter, même subtilement, notre perception et notre approche du vieillissement et de la mort comme finalités de la vie. En effet, la promotion de la jeunesse épigénétique comme visée légitime – voire désirable moralement – ne pourrait-elle pas accroître la pression sociale à plusieurs niveaux sur certains individus et certaines communautés? Comment prévenir l'âgisme et le longévisme à l'ère des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement? Pour cela, il nous apparaît important de maintenir une vigie active sur l'industrie des tests épigénétiques en ligne et sur la recherche de technologies épigénétiques visant à ralentir et à renverser le vieillissement biologique, les premières déjà commercialisées, les secondes promises et attendues (67, 68).

De nombreuses questions resteront en suspens à l'issue de ce chapitre mais méritent, il nous semble, d'être posées sérieusement dans les années à venir. La promotion commerciale de la jeunesse épigénétique pourrait-elle avoir des effets positifs sur la santé publique? Si des bienfaits réels pour la santé des utilisateurs pouvaient découler de l'utilisation des tests épigénétiques et des suppléments recommandés, comment nous assurer que ces bienfaits soient accessibles pour tous? Récemment, on a vu apparaître sur le marché une offre de service destinée aux animaux de compagnies. Il est désormais possible d'estimer l'espérance de vie de votre chien ou de votre chat sur la base d'un test épigénétique. Bien-sûr, ce service a un prix, et l'on peut deviner qu'il n'est accessible qu'à une bien mince proportion d'entre nous. Si cette offre est plus cocasse qu'autre chose pour l'instant, elle fait néanmoins réfléchir et peut laisser présager certaines tensions éthiques liées à l'allocation de ressources limitées en santé épigénétique qui pourraient émerger dans le futur. D'ici là, comment s'assurer que les consommateurs ne soient pas trompés ou induits en erreur par le contenu des messages

promotionnels diffusés par les compagnies émergentes? Comment réduire la vulnérabilité de certains groupes, les personnes âgées par exemple, face aux promesses souvent prématures ou exagérées de l'industrie? Comment protéger la confiance du public envers la science et les scientifiques dans un contexte où l'appel du profit et les conflits d'intérêts sont tangibles et peuvent émousser indûment la validité scientifique et l'utilité clinique d'une technologie? De façon plus générale, comment devrions-nous encadrer les tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement?

Cette dernière question mérite une attention particulière en France. Selon l'article 16-10 du Code civil, « l'examen des caractéristiques génétiques constitutionnelles d'une personne ne peut être entrepris qu'à des fins médicales ou de recherche scientifique ». Cet article a pour effet d'interdire, sur le territoire français, la vente et l'achat de tests génétiques offerts directement aux consommateurs par des compagnies comme 23andMe et Ancestry. Mais qu'en est-il des tests épigénétiques? Sont-ils et devraient-ils être interdits en France, d'une part, si l'on s'en tient à la formulation de l'article 16-10 et, d'autre part, si l'on examine plus en profondeur l'esprit de cet article – c'est-à-dire les justifications ayant motivé son adoption? Répondre à ces questions n'est pas simple. Comme nous l'avons expliqué précédemment, les variants génétiques et épigénétiques se ressemblent à certains égards, mais ils se distinguent également (69). La détection de taux de méthylation de l'ADN, qui est à la base des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement, s'apparente-t-elle suffisamment à un test génétique pour tomber sous la juridiction de l'article 16-10? Cela est possible. Si c'est le cas, il semble que certaines compagnies opérant déjà en France agissent de façon illégale. Mais avant de le certifier, faut-il encore s'assurer que l'article 16-10 soit aussi inclusif. Si la réponse n'est pas évidente pour nous, il serait malhonnête d'en vouloir aux compagnies qui exploitent présentement ce flou juridique, que ce soit intentionnellement ou non. Chose certaine, des clarifications de la part du législateur seraient les bienvenues.

L'essor récent des tests épigénétiques de l'âge et du vieillissement représente une avancée significative de notre capacité à comprendre et à quantifier le processus de vieillissement. Plus fiables que leurs prédécesseurs, qui s'appuyaient sur l'analyse de la longueur des télomères, ces tests permettent d'estimer avec une précision accrue l'âge d'un individu en se basant sur des calculs de taux de méthylation de l'ADN. Les tests épigénétiques ne sont généralement pas considérés comme des tests génétiques. Ainsi, ils ne semblent pas, à première vue, être assujettis aux cadres normatifs développés pour encadrer ce domaine. Mais devraient-ils l'être? Comme nous l'avons vu dans ce chapitre, les développements scientifiques et technologiques en épigénétique soulèvent des enjeux éthiques, juridiques et sociétaux. L'information épigénétique pourrait même être encore plus sensible sur certains points que l'information génétique qui, pour sa part, ne peut pas fournir de renseignements personnels sur les expositions d'une personne au cours de

sa vie et peut difficilement être désignée comme résultant de choix libres et volontaires. Cette sensibilité particulière devra être prise en compte dans les réflexions en éthique du vieillissement épigénétique.

Comme nous l'avons aussi expliqué dans ce chapitre, l'arrivée des tests épigénétiques marque une transition de l'industrie des tests biologiques offerts directement aux consommateurs. Grâce à ces tests, il est possible pour les compagnies de marchander non seulement une mesure rétrospective de l'effet moléculaire des expositions passées, mais aussi des plans de biosurveillance en continu du vieillissement, qui ont pour visée de permettre au consommateur de mesurer l'effet des actions qu'il compte entreprendre dans le futur pour réduire le rythme de son horloge épigénétique. Ainsi, les tests épigénétiques soutiennent la promotion commerciale de stratégies de longévité orientées de façon prospective vers le futur de l'individu. Celles-ci peuvent inclure, par exemple, l'incitation au changement d'habitudes de vie ou à la consommation de suppléments pour ralentir ou renverser le vieillissement biologique. En somme, la nouvelle offre de service de l'industrie contribue à accroître l'impression d'utilité des tests, la sensibilité des données biologiques collectées et, bien sûr, le prix total du service offert aux consommateurs. Elle s'intègre aussi parfaitement et de manière symbiotique aux attitudes, discours et pratiques contemporaines faisant porter à l'individu la responsabilité et le fardeau de son propre bien-être, et, désormais également, la responsabilité et le fardeau de son propre vieillissement.

RÉFÉRENCES

1. Hayden E. C., « The rise and fall and rise again of 23andMe », *Nature* [Internet]. 2017 Oct 12 [cited 2023 Sep 17];550:174–177. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/550174a>].
2. Howard H. C., Borry P., « Is there a doctor in the house?: The presence of physicians in the direct-to-consumer genetic testing context », *J Community Genet* [Internet]. 2012 Apr;3(2):105–112. Available from: [<https://link.springer.com/article/10.1007/s12687-011-0062-0>].
3. Mathews R., Hall W., Carter A., « Direct-to-consumer genetic testing for addiction susceptibility: a premature commercialisation of doubtful validity and value », *Addiction* [Internet]. 2012 Dec;107(12):2069–2074. Available from: [<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1360-0443.2012.03836.x>].
4. Gollust S. E., Wilfond B. S., Hull S. C., « Direct-to-consumer sales of genetic services on the Internet », *Genet Med* [Internet]. 2003 Jul-Aug;5(4):332–337. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1097/01.GIM.0000076972.83711.48>].
5. Caulfield T., McGuire A. L., « Direct-to-consumer genetic testing: perceptions, problems, and policy responses », *Annu Rev Med* [Internet]. 2012;63:23–33. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-med-062110-123753>].

6. Udesky L., « The ethics of direct-to-consumer genetic testing », *Lancet* [Internet]. 2010 Oct 23;376(9750):1377–1378. Available from: [[http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(10\)61939-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(10)61939-3)].
7. Tamir S., « Direct-to-consumer genetic testing: Ethical-legal perspectives and practical considerations », *Med Law Rev* [Internet]. 2010 Mar 1 [cited 2023 Sep 17];18(2):213–238. Available from: [<https://academic.oup.com/medlaw/article-abstract/18/2/213/940669>].
8. Borry P., Howard H. C., Sénécal K., Avard D., « Direct-to-consumer genome scanning services. Also for children? », *Nat Rev Genet* [Internet]. 2009 Jan;10(1):8. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/nrg2501>].
9. Garner S. A., Kim J., « The privacy risks of direct-to-consumer genetic testing: A case study of 23andMe and Ancestry », *Wash UL Rev* [Internet]. 2018;96:1219. Available from: [https://heinonline.org/hol/cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/walq96§ion=43].
10. Howard H. C., Knoppers B. M., Borry P., « Blurring lines. The research activities of direct-to-consumer genetic testing companies raise questions about consumers as research subjects », *EMBO Rep* [Internet]. 2010 Aug;11(8):579–582. Available from: [<https://www.embopress.org/doi/full/10.1038/embor.2010.105>].
11. Allyse M. A., Robinson D. H., Ferber M. J., Sharp R. R., « Direct-to-Consumer Testing 2.0: Emerging Models of Direct-to-Consumer Genetic Testing », *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2018 Jan;93(1):113–120. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.11.001>].
12. Majumder M. A., Guerrini C. J., McGuire A. L., « Direct-to-Consumer Genetic Testing: Value and Risk », *Annu Rev Med* [Internet]. 2021 Jan 27;72:151–166. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-med-070119-114727>].
13. de Groot N. F., van Beers B. C., Meynen G., « Commercial DNA tests and police investigations: a broad bioethical perspective », *J Med Ethics* [Internet]. 2021 Sep 11;47(12):788–795. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1136/medethics-2021-107568>].
14. Cernat A., Bashir N. S., Ungar W. J., « Considerations for developing regulations for direct-to-consumer genetic testing: a scoping review using the 3-I framework », *J Community Genet* [Internet]. 2022 Apr;13(2):155–170. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1007/s12687-022-00582-3>].
15. Quach A., Levine M. E., Tanaka T., Lu A. T., Chen B. H., Ferrucci L. *et al.*, « Epigenetic clock analysis of diet, exercise, education, and lifestyle factors », *Aging* [Internet]. 2017 Feb 14;9(2):419–446. Available from: [<http://dx.doi.org/10.18632/aging.101168>].
16. Cortessis V. K., Thomas D. C., Levine A. J., Breton C. V., Mack T. M., Siegmund K. D. *et al.*, « Environmental epigenetics: prospects for studying epigenetic mediation of exposure–response relationships », *Hum Genet* [Internet]. 2012 Oct 1;131(10):1565–1589. Available from: [<https://doi.org/10.1007/s00439-012-1189-8>].

17. Fiorito G., Polidoro S., Dugué P.-A., Kivimaki M., Ponzi E., Matullo G. *et al.*, « Social adversity and epigenetic aging: a multi-cohort study on socio-economic differences in peripheral blood DNA methylation », *Sci Rep* [Internet]. 2017 Nov 24;7(1):16266. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-16391-5>].
18. Cunliffe V. T., « The epigenetic impacts of social stress: how does social adversity become biologically embedded? », *Epigenomics* [Internet]. 2016 Dec;8(12):1653–1669. Available from: [<http://dx.doi.org/10.2217/epi-2016-0075>].
19. Burris H. H., Baccarelli A. A., « Environmental epigenetics: from novelty to scientific discipline », *J Appl Toxicol* [Internet]. 2014 Feb;34(2):113–116. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1002/jat.2904>].
20. Biswas S., Rao C. M., « Epigenetics in cancer: Fundamentals and Beyond », *Pharmacol Ther* [Internet]. 2017 May;173:118–134. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.02.011>].
21. Tumes D. J., Papadopoulos M., Endo Y., Onodera A., Hirahara K., Nakayama T., « Epigenetic regulation of T-helper cell differentiation, memory, and plasticity in allergic asthma », *Immunol Rev* [Internet]. 2017 Jul;278(1):8–19. Available from: [<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/imr.12560>].
22. Nebbioso A., Tambaro F. P., Dell’Aversana C., Altucci L., « Cancer epigenetics: Moving forward », *PLoS Genet* [Internet]. 2018 Jun;14(6):e1007362. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pgen.1007362>].
23. Al-Hasani K., Mathiyalagan P., El-Osta A., « Epigenetics, cardiovascular disease, and cellular reprogramming », *J Mol Cell Cardiol* [Internet]. 2019 Mar;128:129–133. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1016/j.yjmcc.2019.01.019>].
24. Qi C., Xu C.-J., Koppelman G. H., « The role of epigenetics in the development of childhood asthma », *Expert Rev Clin Immunol* [Internet]. 2019 Dec;15(12):1287–1302. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1080/1744666X.2020.1686977>].
25. Wu X., Huang Q., Javed R., Zhong J., Gao H., Liang H., « Effect of tobacco smoking on the epigenetic age of human respiratory organs », *Clin Epigenetics* [Internet]. 2019 Dec 4;11(1):183. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1186/s13148-019-0777-z>].
26. Klopach E. T., Carroll J. E., Cole S. W., Seeman T. E., Crimmins E. M., « Lifetime exposure to smoking, epigenetic aging, and morbidity and mortality in older adults », *Clin Epigenetics* [Internet]. 2022 May 28;14(1):72. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1186/s13148-022-01286-8>].
27. Joehanes R., Just A. C., Marioni R. E., Pilling L. C., Reynolds L. M., Mandaviya P. R. *et al.*, « Epigenetic Signatures of Cigarette Smoking », *Circ Cardiovasc Genet* [Internet]. 2016 Oct;9(5):436–447. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCGENETICS.116.001506>].

28. Nannini D. R., Joyce B. T., Zheng Y., Gao T., Wang J., Liu L. *et al.*, « Alcohol consumption and epigenetic age acceleration in young adults », *Aging* [Internet]. 2023 Jan 5;15(2):371–395. Available from: [<http://dx.doi.org/10.18632/aging.204467>].
29. Jung J., McCartney D. L., Wagner J., Yoo J., Bell A. S., Mavromatis L. A. *et al.*, « Additive Effects of Stress and Alcohol Exposure on Accelerated Epigenetic Aging in Alcohol Use Disorder », *Biol Psychiatry* [Internet]. 2023 Feb 15;93(4):331–341. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1016/j.biopsych.2022.06.036>].
30. Luo A., Jung J., Longley M., Rosoff D. B., Charlet K., Muench C. *et al.*, « Epigenetic aging is accelerated in alcohol use disorder and regulated by genetic variation in APOL2 », *Neuropsychopharmacology* [Internet]. 2020 Jan;45(2):327–336. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/s41386-019-0500-y>].
31. Lim S., Nzegwu D., Wright M. L., « The Impact of Psychosocial Stress from Life Trauma and Racial Discrimination on Epigenetic Aging—A Systematic Review », *Biol Res Nurs* [Internet]. 2022 Apr 1;24(2):202–215. Available from: [<https://doi.org/10.1177/10998004211060561>].
32. Katrinli S., Stevens J., Wani A.H., Lori A., Kilaru V., van Rooij S. J. H. *et al.*, « Evaluating the impact of trauma and PTSD on epigenetic prediction of lifespan and neural integrity », *Neuropsychopharmacology* [Internet]. 2020 Sep;45(10):1609–1616. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/s41386-020-0700-5>].
33. Zannas A. S., Linnstaedt S. D., An X., Stevens J. S., Harnett N. G., Roekner A. R. *et al.*, « Epigenetic aging and PTSD outcomes in the immediate aftermath of trauma », *Psychol Med* [Internet]. 2023 Nov;53(15):7170–9. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1017/S0033291723000636>].
34. Dupras C., Saulnier K. M., Joly Y., « Epigenetics, ethics, law and society: A multidisciplinary review of descriptive, instrumental, dialectical and reflexive analyses », *Soc Stud Sci* [Internet]. 2019 Oct;49(5):785–810. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1177/0306312719866007>].
35. Dupras C., Bunnik E. M., « Toward a Framework for Assessing Privacy Risks in Multi-Omic Research and Databases », *Am J Bioeth* [Internet]. 2021 Dec;21(12):46–64. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1080/15265161.2020.1863516>].
36. Dupras C., Bunnik E. M., « Response to Open Peer Commentaries on Toward a Framework for Assessing Privacy Risks in Multi-Omic Research and Databases », *Am J Bioeth* [Internet]. 2022 Sep;22(9):W4–6. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1080/15265161.2022.2105436>].
37. Knoppers T., Beauchamp E., Dewar K., « The omics of our lives: practices and policies of direct-to-consumer epigenetic and microbiomic testing companies », *New Genet Soc* [Internet]. 2021; Available from: [<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14636778.2021.1997576>].

38. Wiener C. J., « Transgenerational tort liability for epigenetic disease », *DePaul J Health Care Law* [Internet]. 2010;13:319. Available from: [https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/dephcl13§ion=19].
39. Sie P., « Epigenetics, preconception tort liability, and public health », *SSRN Electron J* [Internet]. 2023; Available from: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4514740].
40. Laubach K., « Epigenetics and toxic torts: how epidemiological evidence informs causation », *Wash Lee Law Rev* [Internet]. 2016;73:1019. Available from: [https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/waslee73§ion=23].
41. Khan F., « Preserving human potential as freedom: a framework for regulating epigenetic harms », *Health Matrix Clevel* [Internet]. 2010;20(2):259–323. Available from: [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21243846>].
42. Dupras C., Ravitsky V., « The ambiguous nature of epigenetic responsibility », *J Med Ethics* [Internet]. 2016 Aug;42(8):534–541. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1136/medethics-2015-103295>].
43. Saldaña-Tejeda A., Wade P., « Eugenics, Epigenetics, and Obesity Predisposition among Mexican Mestizos », *Med Anthropol* [Internet]. 2019 Apr 24;38(8):664–679. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1080/01459740.2019.1589466>].
44. Saulnier K., Berner A., Liosi S., Earp B., Berrios C., Dyke S. O. M. *et al.*, « Studying vulnerable populations through an epigenetics lens: Proceed with caution », *Can J Bioeth* [Internet]. 2022;5(1):68. Available from: [<http://id.erudit.org/iderudit/1087205ar>].
45. Santaló J., Berdasco M., « Ethical implications of epigenetics in the era of personalized medicine », *Clin Epigenetics* [Internet]. 2022 Mar 25;14(1):44. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1186/s13148-022-01263-1>].
46. Mansfield B., Guthman J., « Epigenetic life: biological plasticity, abnormality, and new configurations of race and reproduction », *Cultural Geographies* [Internet]. 2015 Jan 1;22(1):3–20. Available from: [<https://doi.org/10.1177/1474474014555659>].
47. Richardson S. S., Daniels C. R., Gillman M. W., Golden J., Kukla R., Kuzawa C. *et al.*, « Society: Don't blame the mothers », *Nature* [Internet]. 2014 Aug 14;512(7513):131–132. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/512131a>].
48. Dupras C., Knoppers T., Palmour N., Beauchamp E., Liosi S., Siebert R. *et al.*, « Researcher perspectives on ethics considerations in epigenetics: an international survey », *Clin Epigenetics* [Internet]. 2022 Sep 2;14(1):110. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1186/s13148-022-01322-7>].
49. Dupras C., Joly Y., « Human rights in the postgenomic era: Challenges and opportunities arising with epigenetics », *Soc Sci Inf* [Internet]. 2020; Available from: [<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0539018419900139>].

50. Dupras C., Beck S., Rothstein M. A., « Potential (mis)use of epigenetic age estimators by private companies and public agencies: human rights law should provide ethical guidance », *Environmentalist* [Internet]. 2019; Available from: [<https://academic.oup.com/eep/article-pdf/doi/10.1093/eep/dvz018/30033204/dvz018.pdf>].
51. Dupras C., Song L., Saulnier K. M., Joly Y., « Epigenetic Discrimination: Emerging Applications of Epigenetics Pointing to the Limitations of Policies Against Genetic Discrimination », *Front Genet* [Internet]. 2018 Jun 8;9:202. Available from: [<http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2018.00202>].
52. Ihar Z. D., « Phenotypic Personhood: Epigenetics and the Bioglegality of Processing Asylum », in de Leeuw M., van Wichelen S. editors, *Personhood in the Age of Bioglegality: Brave New Law* [Internet]. Cham, Springer International Publishing, 2020, p. 127–147. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-27848-9_8].
53. Vidaki A., Kayser M., « From forensic epigenetics to forensic epigenomics: broadening DNA investigative intelligence », *Genome Biol* [Internet]. 2017 Dec 21;18(1):238. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1186/s13059-017-1373-1>].
54. Shabani M., Borry P., Smeers I., Bekaert B., « Forensic Epigenetic Age Estimation and Beyond: Ethical and Legal Considerations », *Trends Genet* [Internet]. 2018 Jul;34(7):489–491. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1016/j.tig.2018.03.006>].
55. Dalpé G., Huerne K., Dupras C., Cheung K., Palmour N., Winkler E. *et al.*, « Defusing the legal and ethical minefield of epigenetic applications in the military, defense, and security context », *J Law Biosci* [Internet]. 2023 Dec 13;10(2):lsad034. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1093/jlb/lsad034>].
56. Rothstein M. A., « Genetic exceptionalism and legislative pragmatism », *J Law Med Ethics* [Internet]. 2007 Summer;35(2 Suppl):59–65. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-720X.2007.00154.x>].
57. Green M. J., Botkin J. R., « Genetic Exceptionalism in Medicine: Clarifying the Differences between Genetic and Nongenetic Tests », *Ann Intern Med* [Internet]. 2003 Apr 1;138(7):571–575. Available from: [<https://www.acpjournals.org/doi/abs/10.7326/0003-4819-138-7-200304010-00013>].
58. Murray T. H., « Is Genetic Exceptionalism Past Its Sell-By Date? On Genomic Diaries, Context, and Content », *Am J Bioeth* [Internet]. 2019 Jan;19(1):13–15. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1080/15265161.2018.1552038>].
59. Dupras C., Beauchamp E., Joly Y., « Selling direct-to-consumer epigenetic tests: are we ready? », *Nat Rev Genet* [Internet]. 2020 Jun;21(6):335–336. Available from: [<http://dx.doi.org/10.1038/s41576-020-0215-2>].
60. « États-Unis : cette start-up se dit capable de déterminer “l'âge réel” de votre corps et d'en ralentir le vieillissement » [Internet], *France Info*, 2023 [cited 2023 Sep 17]. Available from: [<https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/>]

- bientot-chez-vous/etats-unis-cette-start-up-propose-de-prendre-le-controle-de-son-veillesse_5738204.html].
61. Shaito A., Posadino A. M., Younes N., Hasan H., Halabi S., Alhababi D. *et al.*, « Potential Adverse Effects of Resveratrol: A Literature Review », *Int J Mol Sci* [Internet]. 2020 Mar 18;21(6). Available from: [http://dx.doi.org/10.3390/ijms21062084].
 62. Patel K. R., Scott E., Brown V. A., Gescher A. J., Steward W. P., Brown K., « Clinical trials of resveratrol », *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2011 Jan;1215:161–169. Available from: [http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05853.x].
 63. Salehi B., Mishra A. P., Nigam M., Sener B., Kilic M., Sharifi-Rad M. *et al.*, « Resveratrol: A Double-Edged Sword in Health Benefits », *Biomedicines* [Internet]. 2018 Sep 9;6(3). Available from: [http://dx.doi.org/10.3390/biomedicines6030091].
 64. Sinclair D. A., LaPlante M. D., *Lifespan. Why We Age – and Why We Don't Have To* [Internet], Simon and Schuster, 2019. 432 p. Available from: [https://play.google.com/store/books/details?id=x-oDwAAQBA].
 65. Dupras C., Ravitsky V., « Epigenetics in the Neoliberal “Regime of Truth” A Biopolitical Perspective on Knowledge Translation », *Hastings Cent Rep* [Internet]. 2016; Available from: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hast.522].
 66. Dubois M., Louvel S., Le Goff A., Guaspere C., Allard P., « Epigenetics in the public sphere: interdisciplinary perspectives », *Environ Epigenet* [Internet]. 2019 Oct;5(4):dvz019. Available from: [http://dx.doi.org/10.1093/eeep/dvz019].
 67. Baklaushev V. P., Samoilova E. M., Kalsin V. A., Yusubalieva G. M., « Aging and “rejuvenation” of resident stem cells. A new way to active longevity? », *Journal of Clinical Practice* [Internet]. 2022;13(1):79–91. Available from: [https://journals.eco-vector.com/clinpractice/article/view/104999].
 68. de Magalhães J. P., Ocampo A., « Cellular reprogramming and the rise of rejuvenation biotech », *Trends Biotechnol* [Internet]. 2022 Jun;40(6):639–642. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.01.011].
 69. Dupras C., « Being against reductionism regarding epigenetics », *Epigenetics Communications* [Internet]. 2023 May 18 [cited 2023 May 23];3(1):1–4. Available from: [https://epicom.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43682-023-00020-6].

Thèmes

Commentaires

Contributeurs

Marilyne Alerte
Régis Aubry
Christian Ballouard
Clara Bernard-Xémard
Philippe Beuzeboc
Frédéric Bizard
Lauriane Blavette
Frédéric Bloch
Côme Bommier
I. Cantegreil
Jean-Pierre Cléro
Sébastien Dacunha
Dominique Desjeux
Marie-Josée Drolet
Anne-Marie Duguët
Julien Duguët
Charles Dupras
Antoine Flahault
Roger Gil
Jérôme Guedj
Olivier Hamel
Christian Hervé
Intza Hernandorena
Blandine Humbert
Avidan Kogel
Valérie Kokoszka
Laure Ladrat
Paule Lebel
Hermine Lenoir
Mélanie Levasseur
Marie-Hélène Lévesque
Evelyne Liuu
Virginie Manus
Souad Meziane-Damnée
Mathilde Minet
B. Naudé
Grégory Ninot
Michel Noguès
Stanis Perez
Matthieu Piccoli
Maribel Pino
Camille Poirier-Veilleux
Anne-Sophie Rigaud
Stéphane Rivard
Guillaume Rousset
François-Xavier Roux-Demare
Anne-Marie Savard
Thomas Siret
Michèle Stanton-Jean
Henri-Corto Stoeklé
Samuel Turcotte
Stamatios Tzitzis
Denise Veilleux
Isabelle Wesolowski

ISBN 978-2-247-23073-0



9 782247 230730

VIEILLESSE ET POLITIQUES PUBLIQUES

ASPECTS CLINIQUES, ETHIQUES,
LEGAUX ET SOCIAUX

**Sous la direction de Christian Hervé,
Michèle Stanton-Jean, Mylène Deschênes
et Henri-Corto Stoeklé**

Le thème du vieillissement de la population est juridiquement, socialement majeur et de dimension profondément éthique. Des praticiens et universitaires, juristes et médecins principalement, québécois et français, de toutes disciplines, détaillent les normes des pratiques auxquelles ils ont collaboré pour les actions de santé publique, notamment de prévention contre la lente détérioration physique et intellectuelle, l'âgisme et les discriminations sociales. Ces données apparaissent impératives pour approcher une politique de santé publique, présidant au lien social.

50 €

Lefebvre Dalloz