

Nous avons tous un point de rupture : comment la crise climatique affecte notre cerveau

L'augmentation des taux d'anxiété, de dépression, de TDAH, de TSPT, de maladie d'Alzheimer et celles des neurones moteurs est-elle liée à la hausse des températures et à d'autres changements environnementaux extrêmes ?

Clayton Page Aldern
Mercredi 27 Mar 2024 06. 00 CET



Les chercheurs qui ont mesuré les effets de l'ouragan Sandy sur les enfants in utero à l'époque ont déclaré : "Nos résultats sont extrêmement alarmants". Illustration : Ngadi Smart/The Guardian

Source complète dans The Guardian et autres détails à la fin

Fin octobre 2012, un ouragan de catégorie 3 s'est abattu sur la ville de New York avec une force qui allait graver son nom dans les annales de **l'histoire**ⁱ. La tempête Sandy a transformé la ville, infligeant plus de 60 milliards de dollars de dégâts, tuant des dizaines de personnes et forçant 6500 patients à être évacués d'hôpitaux et de **maisons de retraite**ⁱⁱ. Pourtant, dans le cas d'une neuroscientifique cognitive, la tempête a représenté, sombrement, une opportunité.

Yoko Nomura s'est retrouvée au centre d'une expérience naturelle. Avant la visite inattendue de l'ouragan, Nomura - qui enseigne au département de psychologie du Queens College, CUNY, ainsi qu'au département de psychiatrie de l'Icahn School of Medicine à Mount Sinai - avait méticuleusement constitué une cohorte de recherche de centaines de futures mères new-yorkaises. Son enquête, l'étude **Stress in Pregnancy**ⁱⁱⁱ, visait depuis 2009 à explorer l'empreinte potentielle du stress prénatal sur l'enfant à naître. S'appuyant sur le domaine en pleine évolution de l'épigénétique, Mme Nomura a cherché à comprendre comment les facteurs de stress environnementaux pouvaient entraîner des changements dans l'expression des gènes, dont on savait déjà qu'ils influençaient le risque de troubles neuro-comportementaux spécifiques chez l'enfant, tels que l'autisme, la schizophrénie et le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH).

Cependant, la tempête a conduit à une nouvelle question urgente pour ces recherches. Certaines femmes (un sous-ensemble de la cohorte) étaient enceintes pendant Sandy. Elle voulait savoir si le stress prénatal lié au passage d'un ouragan, à l'expérience d'une catastrophe aussi exceptionnelle, avait des effets différents sur les enfants que ces mères portaient, par rapport aux enfants nés avant ou conçus après la tempête.

Plus d'une décennie plus tard, elle a trouvé sa réponse. Les conclusions révèlent une disparité étonnante : les enfants qui étaient "in utero" pendant Sandy présentent aujourd'hui un risque anormalement élevé de troubles psychiatriques. Par exemple, les filles qui ont été exposées à Sandy pendant la période prénatale ont vu leur anxiété multipliée par 20 et leur dépression multipliée par 30 plus tard dans leur vie, par rapport aux filles qui n'ont pas été exposées. Chez les garçons, les risques de TDAH et de troubles du comportement ont été respectivement multipliés par 60 et 20. Les enfants ont exprimé des symptômes de ces troubles dès l'âge préscolaire.



*Inondations à Lindenhurst, New York, en octobre 2012, après le passage de l'ouragan Sandy.
Photographie : Bruce Bennett/Getty Images*

"Nos résultats sont extrêmement alarmants", ont écrit les chercheurs dans une **étude de 2022**^{iv} résumant leurs premiers résultats. Ce n'est pas le genre de phrase que l'on trouve habituellement dans les sections de discussion, par ailleurs mesurées, des publications scientifiques.

Pourtant, les recherches de Nomura et de ses collègues ouvrent une page qui est représentative d'une nouvelle histoire de la crise climatique : une histoire qui affirme qu'un climat changeant ne

façonne pas seulement l'environnement dans lequel nous vivons. Au contraire, la crise climatique provoque des transformations viscérales et tangibles dans notre cerveau. Alors que le monde subit des changements environnementaux spectaculaires, notre paysage neurologique se modifie lui aussi. Les changements induits par les combustibles fossiles - de la hausse des températures aux conditions météorologiques extrêmes en passant par l'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère - altèrent la santé de notre cerveau, influençant tout, de la mémoire à la capacité de décider en passant par le langage, la formation de l'identité et même la structure du cerveau. Le poids de la nature est lourd, et il tend à nous modifier de l'intérieur.

Les preuves proviennent de différents domaines. Les psychologues et les économistes comportementaux ont illustré la manière dont les pics de température entraînent des hausses de tous les types de violence, de la **violence domestique**^v aux discours de **haine en ligne**^{vi}. Les neuroscientifiques cognitifs ont tracé les voies par lesquelles la chaleur¹ extrême et l'augmentation des niveaux de CO2 nuisent à la **prise de décision**^{vii}, diminuent les capacités de **résolution de problèmes**^{viii} et court-circuitent notre **capacité d'apprentissage**^{ix}. Les vecteurs de maladies cérébrales, tels que les tiques et les moustiques, voient leur aire de distribution s'étendre à mesure que le monde se réchauffe. Et comme l'ont montré des chercheurs tels que Nomura, il n'est pas nécessaire de faire la guerre pour souffrir de stress post-traumatique : la violence d'un ouragan ou d'un incendie de forêt suffit. Il semble que, grâce à l'héritage épigénétique, il ne soit même pas nécessaire d'être né.

En ce qui concerne les effets de la crise climatique sur la santé, Burcin Ikiz, neuroscientifique au sein de l'organisation philanthropique **Baszucki Group**^x, spécialisée dans la santé mentale, explique : "Nous savons ce qui se passe dans le système cardiovasculaire, dans le système respiratoire et dans le système immunitaire, mais il n'y a pratiquement rien sur le plan neurologique et la santé du cerveau". Ikiz, comme Nomura, fait partie d'un groupe croissant de neuroscientifiques qui cherchent à relier les points entre l'environnement et le bien-être neurologique.

En tant qu'effort cohérent, ce domaine - que nous pourrions appeler la neuro-épidémiologie climatologique - n'en est qu'à ses balbutiements. Mais bon nombre des effets répertoriés par ces chercheurs semblent intuitifs.

Vous avez peut-être remarqué que lorsque le temps devient un peu plus humide, votre façon de penser est moins claire. Il ne s'agit pas d'une coïncidence, mais d'un phénomène quasi universel. Pendant la canicule de l'été 2016 à Boston, des **épidémiologistes de Harvard ont montré**^{xi} que les étudiants vivant dans des dortoirs dépourvus de climatisation effectuaient des tests cognitifs standard plus lentement que ceux qui vivaient avec l'air conditionné. En janvier de cette année, des **économistes chinois**^{xii} ont noté que les étudiants qui passaient des tests de mathématiques les jours où la température dépassait 32°C semblaient avoir perdu l'équivalent d'un quart d'année d'études, par rapport aux jours de test où la température se situait entre 22 et 24°C. Les **chercheurs estiment**^{xiii} que les effets disparates des journées scolaires chaudes - qui se font sentir de manière disproportionnée dans les districts scolaires les plus pauvres qui n'ont pas accès à l'air conditionné et qui accueillent des concentrations plus élevées d'élèves non blancs - sont responsables d'environ 5 % de l'écart racial en matière de réussite aux États-Unis.

Les performances cognitives ne sont que la partie émergée de l'iceberg. Vous avez peut-être aussi remarqué, par exemple, votre propre sentiment d'agressivité lorsqu'il fait plus chaud. Vous et tout le monde - et les animaux aussi. Les veuves noires ont tendance à se livrer plus rapidement au **cannibalisme entre frères et sœurs**^{xiv} lorsqu'il fait chaud. Les **singes rhésus se battent**^{xv} plus souvent entre eux. Les **lanceurs de baseball**^{xvi} sont plus susceptibles de frapper intentionnellement les

1 L'article utilise presque systématiquement le mot "heat", chaleur (qui est une forme d'énergie) au lieu du mot "température". J'ai conservé le mot "chaleur" ; il convient de se rappeler que l'auteur veut en réalité dire "température"

batteurs avec leurs balles lorsque les températures augmentent. Les employés des services postaux^{xvii} américains subissent environ 5 % d'incidents de harcèlement et de discrimination supplémentaires les jours où la température est supérieure à 32 °C, par rapport aux jours tempérés.



Des habitants évacuent l'île d'Evia, en Grèce, en 2021, après les incendies de forêt qui l'ont frappée. Photo : Bloomberg/Getty Images : Bloomberg/Getty Images

Les neuroscientifiques signalent diverses voies par lesquelles la chaleur extrême peut agir sur le comportement. En 2015, par exemple, des chercheurs coréens^{xviii} ont découvert que le stress thermique déclenche une inflammation dans l'hippocampe des souris, une région du cerveau essentielle au stockage de la mémoire. Les chaleurs extrêmes^{xix} diminuent également la communication neuronale chez le poisson zèbre, un organisme modèle régulièrement étudié par les scientifiques qui s'intéressent aux fonctions cérébrales. Chez l'homme, les connexions fonctionnelles entre les zones du cerveau^{xx} semblent plus aléatoires à des températures élevées. En d'autres termes, la chaleur limite le degré de coordination de l'activité cérébrale. En ce qui concerne l'agressivité, des chercheurs finlandais^{xxi} ont noté en 2017 que les températures élevées semblent supprimer la fonction sérotonine, davantage chez les personnes ayant commis des crimes violents. Chez ces personnes, les niveaux sanguins d'une protéine de transport de la sérotonine, fortement corrélés aux températures extérieures, pourraient expliquer près de 40 % des fluctuations du taux de crimes violents dans le pays.

"Nous ne pensons pas à tout cela", déclare M. Ikiz. "Nous ne préparons pas nos systèmes de santé. Nous ne faisons rien en termes de prévention ou de protection".

Mme Ikiz est particulièrement préoccupée par les effets neurodégénératifs de la crise climatique. Cela s'explique en partie par le fait qu'une exposition prolongée à la chaleur - y compris une augmentation d'un seul degré centigrade - peut activer^{xxii} une multitude de voies biochimiques associées à des maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. La pollution atmosphérique a le même effet^{xxiii}. Chez les rats, de tels effets sont observés après une exposition^{xxiv} à une chaleur extrême pendant seulement 15 minutes par jour pendant une

semaine². Ainsi, la poursuite de l'utilisation des combustibles fossiles, qu'elle ait des effets directs ou indirects, entraîne une augmentation de la démence. Les chercheurs ont déjà illustré la manière dont les hospitalisations liées à la démence **augmentent avec la température**^{xxv}. Le **réchauffement climatique aggrave**^{xxvi} également les symptômes de la neurodégénérescence.



Une exposition prolongée à la chaleur peut activer une multitude de voies biochimiques associées aux maladies d'Alzheimer et de Parkinson. Illustration : Ngadi Smart/The Guardian

Avant qu'elle ne se lance dans la philanthropie, les recherches en neurosciences de Mme Ikiz portaient essentiellement sur les mécanismes sous-jacents à la maladie neurodégénérative qu'est la sclérose latérale amyotrophique (SLA, également connue sous le nom de maladie de Lou Gehrig ou de maladie du neurone moteur). Aujourd'hui, elle cite des recherches suggérant que les algues bleues, qui se développent de plus en plus fréquemment dans un climat mondial changeant, libèrent une **neurotoxine**^{xxvii} puissante qui offre l'une des **explications causales**^{xxviii} les plus convaincantes de l'incidence de la SLA non génétique. Les épidémiologistes ont, par exemple, identifié des **groupes**^{xxix} de cas de SLA sous le vent de lacs d'eau douce sujets à la prolifération d'algues bleues.

2 Le texte dit "rats" mais la publication parle en fait de "souris"

C'est ce type de recherche qui l'inquiète le plus. Les enfants constituent l'une des populations les plus vulnérables à ces facteurs de risque, car ces expositions semblent se cumuler tout au long de la vie et les maladies neurodégénératives ont tendance à se manifester à un âge avancé. Les années passent et les gens contractent ces maladies. C'est d'ailleurs ce qui m'effraie le plus dans cette histoire. Les incendies de forêt nous exposent à la pollution de l'air. Nous assistons à des chaleurs extrêmes. Nous sommes exposés à des neurotoxines. Nous sommes devenus nous-mêmes des cobayes, avec un cerveau chroniquement exposé à de multiples toxines.



Un supermarché de Long Beach est vidé de ses bouteilles d'eau en prévision de l'ouragan Sandy. Photographie : Mike Stobe/Getty Images

D'autres scientifiques qui ont pris note de ces expositions chroniques ont recours à un langage tout aussi dramatique que celui de Nomura et Ikiz. "Les caractéristiques de la maladie d'Alzheimer évoluent sans cesse chez les nourrissons, les enfants et les jeunes adultes de la ville de Mexico", tel est le titre d'un **article récent**^{xxx} dirigé par le Dr Lilian Calderón-Garcidueñas, toxicologue qui dirige le laboratoire de neuro-prévention

environnementale de l'université du Montana. Les chercheurs ont étudié la contribution de la pollution atmosphérique urbaine et de l'ozone aux biomarqueurs de la neurodégénérescence et ont trouvé des signes physiques de la maladie d'Alzheimer dans 202 des 203 cerveaux examinés, provenant de résidents âgés de 11 mois à 40 ans. "La maladie d'Alzheimer, qui commence dans le tronc cérébral des jeunes enfants et touche 99,5 % des jeunes citoyens, est une grave crise sanitaire", écrivent Calderón-Garcidueñas et ses collègues. Effectivement.

Ces problèmes de développement neurologique - les effets de la dégradation de l'environnement sur le cerveau du nourrisson et du jeune enfant - sont particulièrement importants, compte tenu des projections climatiques. Les jeunes rats exposés in utero à une chaleur de 40 °C ne **franchissent pas**^{xxxii} les étapes du développement cérébral. L'exposition à la chaleur pendant le développement neurologique du poisson zèbre **amplifie**^{xxxiii} les effets toxiques de l'exposition au plomb. Chez l'homme, l'exposition à la chaleur extrême au début de la grossesse est **associée**^{xxxiii} à un risque plus élevé de voir les enfants développer des troubles neuropsychiatriques tels que la schizophrénie et l'anorexie. Il est également probable que la neurotoxine responsable de la SLA puisse **voyager dans l'air**^{xxxiv}.

Bien entendu, ces expositions n'ont d'importance que si vous atteignez un âge où la détérioration des neurones a une chance de se manifester. Les maladies neurodégénératives se manifestent principalement chez les personnes d'âge moyen et les personnes âgées. En revanche, **l'amibe**³ **mangeuse de cerveau**^{xxxv} susceptible de se propager en raison de la crise climatique - qui est mortelle à 97 % et tue en une semaine - infecte principalement les enfants qui se baignent dans les lacs. Comme le font les enfants.

3 Elle s'appelle comme ça en français aussi. Voir **Wikipédia** https://fr.wikipedia.org/wiki/Naegleria_fowleri

Il n'existe pas encore d'effort coordonné pour comprendre et apprécier pleinement les coûts neurologiques de la crise climatique. Ikiz cherche à y remédier. Au printemps 2024, elle organisera la première réunion d'une équipe de neurologues, de neuroscientifiques et de planétologues, sous la bannière de l'International Neuro Climate Working Group⁴.

L'objectif du groupe de travail (auquel j'ai été invitée à participer) est de cerner collectivement le problème et de recommander des pratiques de traitement et des recommandations politiques en conséquence, avant que la société ne se retrouve au milieu d'épidémies qui se chevauchent. Le nombre de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer devrait tripler d'ici à 2050, selon Mme Ikiz, et ce sans tenir compte de la crise climatique. "Cela me fait peur", dit-elle. "Parce qu'en 2050, nous serons comme : 'Ah, c'est terrible. Essayons de faire quelque chose. Mais il sera trop tard pour beaucoup de gens.



*Inondations à Stonehaven, Aberdeenshire, en 2020.
Photographie : Martin Anderson/PA*

"Je pense que c'est la raison pour laquelle il est vraiment important aujourd'hui, alors que les preuves s'accumulent et que nous comprenons mieux, de parler de ces questions et d'y sensibiliser les gens", ajoute-t-elle. "Car nous ne voulons pas en arriver à des dommages irréversibles.

Pour les neuroscientifiques qui s'intéressent au problème du climat, éviter ce point de non-retour implique d'investir dès aujourd'hui dans la recherche sur la résilience. Mais il ne s'agit pas d'une histoire d'anxiété climatique et de force mentale. "Je ne parle pas de résilience psychologique", précise Mme Nomura. "Je parle de résilience biologique. "

Un programme de recherche en neuro-épidémiologie climatologique ferait probablement le lien entre plusieurs domaines et échelles d'analyse. Il fusionnerait les connaissances de la neurologie, de la neurochimie, de la science environnementale, des neurosciences cognitives et de l'économie comportementale - de la dynamique moléculaire au cerveau individuel, en passant par les écosystèmes entiers. Nomura, par exemple, souhaite comprendre comment les pressions environnementales externes influencent la santé du cerveau et le développement cognitif, qui est le plus vulnérable à ces pressions et à quel moment, et quelles stratégies préventives pourraient renforcer la résilience neurologique face aux facteurs de stress induits par le climat. D'autres souhaitent évaluer le prix de ces facteurs de stress, afin que les décideurs politiques puissent facilement les intégrer dans les analyses coûts-avantages des actions climatiques.

Pour Nomura, tout revient au stress. Dans de bonnes conditions, l'exposition prénatale au stress peut avoir un effet protecteur, explique-t-elle. "C'est comme une inoculation, n'est-ce pas ? On est artificiellement exposé à quelque chose in utero et on devient meilleur pour le gérer - à condition que ce ne soit pas excessivement toxique". Le stress pendant la grossesse, avec modération, peut

⁴ Le lien donné dans l'article <https://www.publichealth.columbia.edu/research/centers/global-consortium-climate-health-education/about/working-groups> ne pointe pas sur ce Groupe, mais sur un centre médical de Columbia. Le groupe cité dans l'article n'existe nullepart ailleurs sur le Net. Curieux.

peut-être contribuer à immuniser le fœtus contre les effets les plus délétères du stress plus tard dans la vie. "Mais tout le monde a un point de rupture", ajoute-t-elle.

L'identification de ces points de rupture est l'un des principaux défis du travail de Mme Nomura. Il s'agit d'un défi particulièrement épineux, dans la mesure où, pour des raisons d'éthique de la recherche et de physique atmosphérique, elle et ses collègues ne peuvent pas simplement provoquer un ouragan et y exposer de manière sélective les futures mères. "La recherche humaine dans ce domaine est en quelque sorte limitée. Nous ne pouvons pas réaliser l'étalon-or des essais cliniques randomisés", explique-t-elle. "Nous ne pouvons pas le faire. Nous devons donc tirer parti de cette horrible catastrophe naturelle".

Récemment, Mme Nomura et ses collègues ont commencé à s'intéresser aux effets de la chaleur sur le développement. Ils appliqueront des méthodes similaires à celles qu'ils ont utilisées pour comprendre les effets de l'ouragan Sandy, en établissant des cohortes naturelles et en traçant les trajectoires de développement qui les intéressent.

Le travail avance nécessairement lentement, en partie parce que la recherche sur l'homme est compliquée par le fait qu'il faut plus de temps à l'homme qu'à l'animal pour se développer. Les rats passent rapidement le cap de la petite enfance et atteignent la maturité sexuelle au bout de six semaines environ, alors qu'il faut plus d'une décennie pour l'homme. "C'est la raison pour laquelle cette étude longitudinale est vraiment importante, et c'est aussi la raison pour laquelle nous ne pouvons pas commencer à nous pencher sur la question tout de suite", explique M. Nomura. "Vous ne pouvez pas acheter 10 ans de temps. Vous ne pouvez pas acheter du temps pour 12 ans". Il faut attendre. Et c'est ainsi qu'elle attend, et qu'elle mesure, alors que les vagues continuent de s'écraser.



*Smog à Mexico City. Photograph:
E_Rojas/Getty Images/iStockphoto*



*Dévastation causée par la tempête à Seaside
Heights, New Jersey. Photo : Mike
Groll/AP :Mike Groll/AP*

Un peu de pub: Le livre de Clayton Page Aldern, [The Weight of Nature^{xxxvi}](#), qui traite des effets du changement climatique sur la santé du cerveau, sortira des presses de Allen Lane le 4 avril 2024.

Quelques infos sur ce document

Source originale dans The Guardian: <https://www.theguardian.com/environment/2024/mar/27/everybody-has-a-breaking-point-how-the-climate-crisis-affects-our-brains>

L'article du Guardian a été copié par morceaux dans DeepL (<https://www.deepl.com/translator>) et traduit. Les erreurs de traduction et quelques imprécisions ont ajusté ajustées « à la main ». D'autres modifications portent surtout sur la taille et la position des illustrations.

Ce document a été préparé par Wergosum le 2024 03 27. Il est téléchargeable à partir de Wergosum's random blog (<https://wergosum.com/>) sous la rubrique *La collection d'articles du petit scientifique curieux* sur ce lien :

https://wergosum.com/wp-content/uploads/2024/03/20240327_climat-et-fonctions-cerebrales.pdf

La liste des références de l'article original est donnée ci-dessous. Celles qui sont effectivement disponibles immédiatement et sans coût sont **surlignées vert**. Il s'agit d'un rapport et de 12 articles sur 35, ce qui illustre que la publication scientifique reste un très juteux business géré par des chacals qui s'appellent Springer, Elsevier, MDPI, et par beaucoup d'autres. On peut souvent trouver gratuitement les articles normalement payants et s'adressant directement aux auteurs (dont l'adresse courriel est donnée dans les publications), ou sur des sites comme <https://www.academia.edu/> ou <https://www.researchgate.net/> (il faut être membre et accepter d'être harassé sans fin par des propositions de versions payantes). Si, comme moi, vous ne craignez pas de fréquenter l'Antéchrist, pour les sources un peu anciennes comme celles du présent article du Guardian, vous pourrez les trouver chez <https://sci-hub.se/>, le site pirate de [Alexandra Elbakyan](#). Prenez quelques précautions si vous fréquentez Sci-hub: au minimum un VPN ou, mieux, le navigateur TOR (https://fr.wikipedia.org/wiki/Tor_Browser). Si vous êtes complètement parano ou si vous voulez vous amuser à jouer votre petit Snowden, il y a aussi Tails (<https://tails.net/>).

- i <https://www.theguardian.com/us-news/2022/oct/29/new-york-hurricane-sandy-climate-protest>
- ii https://www.nyc.gov/html/sirr/downloads/pdf/final_report/Ch_1_SandyImpacts_FINAL_singles.pdf
- iii <https://academic.oup.com/ije/article/46/5/1388/2907773>
- iv <https://acamh.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jcpp.13698>
- v <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sjpe.12365>
- vi [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00173-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00173-5/fulltext)
- vii <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037971122030758X>
- viii <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0265673021000054630>
- ix <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20180612>
- x <https://baszuckigroup.com/who-we-are/>
- xi <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002605>
- xii <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/726007>
- xiii <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20180612>
- xiv <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-021-01148-w>
- xv <https://www.nature.com/articles/s41598-020-80002-z>
- xvi <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956797611399292>
- xvii <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2204076119>
- xviii <https://jneuroinflammation.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12974-015-0324-6>
- xix <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S187439191930168X>
- xx <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278262613001103>
- xxi <https://www.nature.com/articles/s41598-017-06720-z>
- xxii <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935121008057>
- xxiii <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0163725820300516>
- xxiv <https://link.springer.com/article/10.1186/s12974-015-0324-6>
- xxv <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021006528>
- xxvi <https://peerj.com/articles/11941/>
- xxvii <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0404.2008.01150.x>
- xxviii <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21678421.2021.1980891>
- xxix <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/17482960903278485>
- xxx <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29587223/>
- xxxi <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306452222000963>

xxxii <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319301265>

xxxiii <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092099642100390X>

xxxiv <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306987712004938>

xxxv <https://academic.oup.com/femsec/article/97/1/fiaa238/6006869>

xxxvi <https://www.penguin.co.uk/books/452628/the-weight-of-nature-by-aldern-clayton/9780241597378>