

## Quelles neurosciences à l'ère de l'Anthropocène ?

DANIELE SCHÖN, REMI MAGNIN,  
JULIEN LEFEVRE, MANUEL MERCIER

*Institut de Neurosciences des Systèmes et  
Institut de Neurosciences de la Timone,  
Marseille*



En 2022, une trentaine de chercheuses et chercheurs appartenant aux 9 Laboratoires de neurosciences de l'Université Aix-Marseille ont obtenu un financement via l'Institut d'Etablissement NeuroMarseille dans le but d'entamer une démarche réflexive de la discipline et engager une discussion sur l'avenir de la communauté des neurosciences face à la crise climatique. L'article qui suit est un des résultats des échanges, séminaires et stages de cette démarche qui porte le nom de *What Neurosciences In The Anthropocene Era ?* et d'une passionnante session du [Brainhack 2023](#) sur le futur des Neurosciences, coordonnée par Hao Tam Ho & Jean-Michel Hupé. Le contenu de cet article n'engage que ses auteurs.

*Chaque progrès donne un nouvel espoir, suspendu à la solution d'une nouvelle difficulté. Le dossier n'est jamais clos. (Claude Lévi-Strauss, Le Cru et le Cuit)*

Pour espérer infléchir la trajectoire du réchauffement climatique et le dépassement de la plupart des limites dites planétaires (1), notre société fait face au défi de se transformer. La recherche scientifique, bien qu'elle soit porteuse d'espoir, porte aussi une responsabilité dans les développements technologiques et leurs impacts environnementaux (2).

### **Quelle place pour les neurosciences dans la compréhension de la crise écologique ?**

Face aux bouleversements environnementaux et à leurs conséquences alarmantes, les champs scientifiques étudiants de près ou de loin le cerveau (e.g., psychologies, sciences cognitives) sont l'objet d'attentes. On demande parfois aux neurosciences d'apporter des éclairages sur la perception des risques environnementaux souvent perçus comme trop abstraits ou lointains, sur l'absence de prises de décision pro-environnementales, les freins-leviers ou les biais dit « cognitifs » éventuellement associés, sur le rôle des émotions et de l'éducation dans les comportements.

En réponses, certains chercheurs promeuvent un usage de ces connaissances dans une perspective de management du comportement (e.g., nudges<sup>1</sup>) afin de le rendre « pro-environnementaliste » (3). Cette vision paternaliste est néanmoins très critiquée car elle est suspectée de retarder la mise en œuvre de mesures réellement efficaces au niveau de l'état et des entreprises tout en rejetant la responsabilité sur l'individu (4).

Les bouleversements environnementaux actuels et leurs conséquences offrent aussi de nouveaux champs d'études. Que ce soit sur la santé dans une perspective adaptative, ou sur la poursuite d'une naturalisation de traits comportementaux ou sociaux. Ainsi on voit des études détailler l'impact de la température sur les fonctions cognitives, d'autres mettre en évidence une corrélation entre l'épaisseur corticale des régions frontales dorsolatérale et des mesures définies comme pro-environnementales, pouvant le cas échéant être accrues suite à des stimulations transcrâniennes ciblées.

Quelle que soit les postures adoptées par notre communauté sur les liens entre neurosciences et bouleversements écologiques, il nous semble important de reconnaître que, d'une part les connaissances que nous avons déjà sur les comportements humains, les fonctions cognitives et leur bases neurophysiologiques nous donnent une possible clef de lectures de certains phénomènes, et d'autre part, que les racines de la crise sont profondément ancrées dans la structure sociétale et plus en lien avec le modèle ultra-libéral des sociétés humaines qu'avec le modèle de Hodgkin-Huxley ou le postulat de Hebb.

### **Est-ce que les neurosciences contribuent activement à accentuer la crise écologique ?**

De nombreux questionnements traversent aujourd'hui la recherche académique dans son ensemble, par la voix de nombreux collectifs (e.g., [Labo1.5](#), [AtEcoPols](#), [Scientifiques en Rebellions](#)). Ces questionnements dépassent l'organisation et l'impact de la recherche académique (5). Il s'agit de démarches transdisciplinaires, nourries entre autres par l'épistémologie, l'histoire des sciences ou l'écologie politique et qui ont été repris dans les champs

disciplinaires avec leurs propres spécificités, y compris les neurosciences.

Dans notre champ disciplinaire, les prises de positions sont souvent « modérées », comme celle de Zak *et al.* (6), dans la prestigieuse revue *Nature Neuroscience*, allant jusqu'à prôner la fermeture des hottes aspirantes lorsqu'elles ne sont pas utilisées (...). De nombreuses publications soutiennent les conférences virtuelles ou hybrides pour réduire les déplacements et ainsi diminuer l'empreinte carbone des scientifiques et des sociétés savantes qui organisent les congrès. Parfois, les considérations prennent en compte le rôle que la communauté des neurosciences peut jouer dans la promotion de la recherche durable en utilisant les financements pour encourager les entreprises à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement. Rae et collègues (7) vont plus loin et ajoutent que les universitaires peuvent également favoriser la durabilité institutionnelle en préconisant non seulement des bilans carbonés et des plans de réduction des émissions, mais aussi des pratiques financières durables. Les auteurs suggèrent que l'action climatique devienne partie intégrante de la recherche, de l'enseignement et de la vulgarisation scientifique. En effet l'engagement auprès des politiques et l'utilisation de l'influence sociale au sein des cercles académiques pourraient promouvoir davantage des comportements plus respectueux du système Terre.

Néanmoins, d'après des études sur les bilans carbonés des laboratoires, dans de nombreux domaines de recherche (y compris la biologie), c'est l'activité même du laboratoire qui représente l'impact le plus important, ce qui peut être approché de manière indirecte à travers l'empreinte des achats (8). C'est donc bel et bien notre recherche *stricto sensu* qu'il faut remettre en question.

### **Le mythe de la croissance**

Le modèle économique de croissance, bien souvent chaperonné par le mythe du progrès, si fortement ancré dans notre société, est bien présent dans le monde de la recherche (Figure 1). Le « bon » chercheur est celui ou celle qui publie beaucoup, qui obtient beaucoup d'argent et qui encadre beaucoup d'étudiants (la qualité de l'encadrement étant souvent inversement proportionnelle à leur nombre). Les neurosciences d'aujourd'hui sont tributaires de technologies high-tech

<sup>1</sup> Un nudge est une technique inspirée de la psychologie comportementale, utilisée pour encourager les gens à adopter certains comportements sans les contraindre directement. Le concept de nudge est sujet à de nombreuses critiques, essentiellement sur la

manipulation de la liberté de choix, le risque de paternalisme, et des limites en termes d'efficacité et d'applicabilité.

et de leurs corollaires en termes de consommation énergétique et de déchets. Elles se focalisent sur les moyens de plus en plus « puissants » : les IRM sont passées de 0.5T à 11T, l'EEG est passé de quelques électrodes à plus de 256 capteurs, les enregistrements unitaires sont aussi passés de quelques neurones à des milliers de neurones. La quantité de données a ainsi changé d'échelle et se nomme maintenant « Big Data ». La croissance exponentielle n'a pas épargné la taille des modèles utilisés, par exemple le nombre de « neurones artificiels ». Si les promesses vantées par certains scientifiques et industriels sont souvent grandiloquentes, les résultats en termes d'avancées des connaissances n'ont pas suivi dans les mêmes proportions. Comme en génomique il y a deux décennies, les avancées théoriques en neurosciences sont négligeables au regard du gigantisme des projets. Par exemple, une enquête journalistique (9) indique que la plus grande partie des chercheurs contactés ont eu du mal à citer une contribution majeure du *Human Brain Project* (600 millions d'euros) au cours de la dernière décennie. En revanche ces courbes de croissance technoscientifiques ont fait apparaître de nouveaux problèmes, comme celui de la systématisation de corrélations aléatoires dans des jeux massifs de données (10), ou bien l'interprétabilité des modèles, souvent inversement proportionnelle à la performance (sans oublier que « prédire n'est pas expliquer », Thom, 2009). Sans doute encore plus grave, le modèle « d'excellence » des agences de moyens qui mise tout l'argent sur peu de chercheurs (majoritairement des hommes, cf. [ERC report](#)) va au détriment des autres collègues et donc de la (bio)diversité des idées.

La symbiose entre science et innovation technico-industrielle a basculé dans un « rapport de capture pure et simple » (11), et la course à l'armement (gros cluster, grosse IRM, ...) semble parfois privilégier l'outil plutôt que la pertinence scientifique des recherches, l'exploit technique plutôt que la réflexion théorique (qui a pourtant guidé en physique une grande partie des recherches actuelles). De plus, le pouvoir des images, visant une résolution toujours plus fine, tend à nous les faire percevoir (et donc à les diffuser au grand public) comme des preuves tangibles, renforçant la fausse idée que voir, c'est savoir. Malheureusement, nous avons l'impression que seule la prudence n'a pas suivi la courbe de croissance, alors qu'elle serait indispensable pour éviter toute dérive transhumaniste ou une militarisation accrue de la science.

### Les dangers du paradigme unique

Alors que l'étude de la pensée et des comportements humains était initialement réservée à des disciplines rattachées aux sciences humaines, le XXI siècle voit émerger la volonté de décrire voire simuler les mécanismes de la pensée, sur la base d'une approche biologisante réductionniste. Le risque devient alors fort de s'enfermer dans un paradigme car voir au-delà nécessite une ouverture à d'autres formes de savoirs, à des réflexions philosophiques, et à des approches interdisciplinaires.

Les neurosciences computationnelles, le vent en poupe, semblent ainsi avoir oublié leur propre histoire et les limites des constructions et métaphores qui les ont

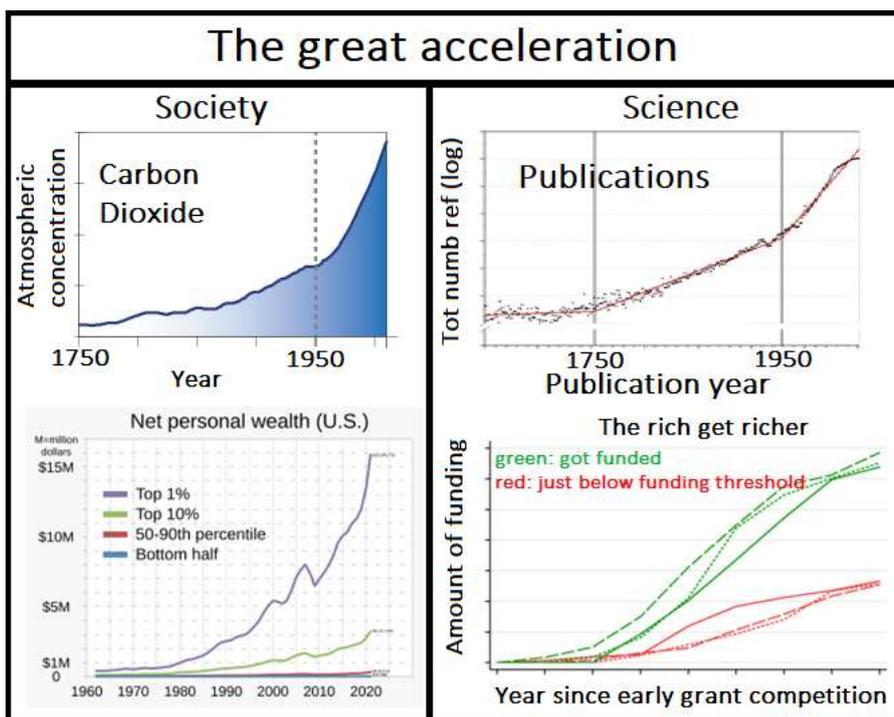


Figure 1: Modèles de croissance dans la société et dans la science illustrés par les courbes de croissance du dioxyde de carbone, du patrimoine personnel, du nombre de publications, et des financements des scientifiques déjà financés. D'après Steffen et al 2015, Bornmann & Mutz 2015, Wikimedia, Bol et al, 2015.

façonnées. Elles ont oublié que la vision du cerveau comme machine nous vient de Descartes, qui était influencé par les automates, flûtistes mécaniques, nymphes, dragons et satyres animés pour égayer des fêtes aristocratiques. Elles ont oublié aussi que la vision en réseau nous vient tout d'abord de Helmholtz, qui comparait le système nerveux au système télégraphique. Elles ont oublié que les termes, réseaux de neurones et neurones artificiels, sont aussi loin de la biologie et de la psychologie que l'intelligence artificielle est loin de l'intelligence émotionnelle et sociale. Elles ont oublié que l'évolution des conceptions du cerveau est dépendante des avancées techniques (automates, télégraphe, ordinateur) et que la vision computationnelle et réductrice de l'esprit ne fait pas exception. Dans ce contexte, et pour sortir les neurosciences de ce rapport de dépendance conceptuelle des technologies, la communauté pourrait envisager une ouverture vers les représentations complexes et situées (c.a.d. contextuelles) du cerveau, telles que proposées (parfois implicitement) par l'anthropologie, la sociologie et la philosophie.

Les neurosciences, à l'instar d'autres champs disciplinaires, sont entrées de plain-pied dans l'ère du Big Data et de l'Intelligence Artificielle. Au-delà des problèmes statistiques évoqués plus haut et au-delà de l'impact croissant d'une telle technologie sur l'environnement (12), il conviendrait aussi de questionner le pourquoi d'une telle recherche au vu de ses nombreux impacts indirects. Si les effets rebond sont difficiles à estimer, il faut envisager les conséquences liées aux usages des technologies sur la transformation de nos cadres de travail. Les exemples sont nombreux : changements très rapides dans les pratiques scientifiques, liens entre universitaires et Big Tech, promotion via les valeurs de l'IA d'une idéologie de la performance. Le « chercheur somnambule » (11) qui court après ses demandes de financement a-t-il le temps de la réflexivité qui appelle à une pause pour examiner toutes ces implications indirectes de ses recherches ?

D'autres exemples montrent aussi à quel point les neurosciences peuvent avoir un impact indirect sur les représentations du public. Ainsi les implications de certains résultats de neuroimagerie tendent à « biologiser » les difficultés d'apprentissage au sein d'objectifs éducatifs donnés, pouvant donner lieu à une invisibilisation des facteurs sociaux explicatifs de ces difficultés. Il n'est donc pas étonnant de retrouver ces pratiques défendues avant tout par les tenants de l'ordre socio-économique actuel, comme forme de légitimation

de leurs choix (cf. la [Tribune libre de Brun & Gonon publiée dans la Lettre n° 65](#)).

Un autre exemple : la thèse du 'bug humain', reprise dans la bande dessinée *Le Monde sans fin* (Blain & Jancovici, 2021, ouvrage le plus vendu en France en 2022) propose que les ravages écologiques liés à la surconsommation seraient dus aux comportements individuels déterminés par une structure sous-corticale impliquée dans les circuits de la récompense. Ce serait donc la nature humaine la cause de la crise écologique et du modèle capitaliste, de quoi déresponsabiliser tous citoyens et les citoyennes habitées de valeurs humanistes.

### En conclusion

Nous souhaitons ajouter ici aux propositions - souvent plus d'ordre pratique - de nos collègues cités plus haut, des idées sans doute un peu utopiques (selon nous plus réalistes), mais qui puisent dans une vision complexe de notre discipline et de la science en générale.

Tout d'abord il nous semble primordial, sur les liens entre science et technologie, de se questionner sur les bénéficiaires effectifs des développements à venir. D'examiner en détail le rapport risques bénéfiques de technologie telles que les jumeaux virtuels en questionnant leur impact sur la justice sociale, leur risque de manipulation et d'ingérence dans la vie privée ainsi que leur faisabilité d'ici 30 ans au regard de leur coût énergétique important (dans un monde déjà « épuisé »).

Il nous semble aussi capital de discuter ouvertement des impacts négatifs potentiels que les pratiques des grandes entreprises technologiques, peuvent avoir sur la recherche scientifique, les sociétés, et les individus, mais aussi de clarifier les liens entre les scientifiques et ces entreprises pour éviter des conflits d'intérêts et garantir l'intégrité de la recherche.

En ce qui concerne le modèle de croissance de la recherche, nous souhaitons la mise en place d'une régulation dans les modalités de financement (13): limiter le nombre de subventions permettrait de ralentir la course et augmenter la qualité de la recherche. Un ralentissement convivial pourra prendre la forme d'une construction collective impliquant les citoyennes et les citoyens et inspirée de la démocratie participative (14; <https://horizon-terre.org/>).

Enfin, pour éveiller les chercheurs aux dangers d'une approche trop technologique en neurosciences, qui pourrait mener à une vision épistémologiquement insoutenable et biaisée de l'esprit humain, nous

pensons que réintroduire la pluralité disciplinaire (15, 16), en intégrant aux laboratoires de neurosciences des domaines comme l'anthropologie et la philosophie, permettrait de ralentir la course technologique, repolitiser et démocratiser les savoirs (17) et renforcer la responsabilité scientifique (15).

daniele.schon@univ-amu.fr

r.magnin@strate.design

julien.LEFEVRE@univ-amu.fr

manuel.MERCIER@univ-amu.fr

### Références

- (1) Rockström, J., Steffen, W., & Foley, J. A. (2009). *Nature*, 461(7263), 472-475.
- (2) Bonneuil, C., & Fressoz, J. B. (2013). *L'événement Anthropocène*, Média Diffusion.
- (3) Luo, Y., & Zhao, J. (2021). *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 42, 22-26.
- (4) Chater, N. & Loewenstein, G. (in press). *Behavioral and Brain Sciences*.
- (5) Urai, A. E., & Kelly, C. (2023). *Elife*, 12, e84991.
- (6) Zak, J.D., Wallace, J. & Murthy, V.N. (2020). *Nat Rev Neurosci* 21, 347–348
- (7) Rae, C.L., Farley, M., Jeffery, K.J., Urai, A.E. (2022). *Brain Neurosci Adv.* 6.
- (8) De Paepe, M., Jeanneau, L., ... Estevez-Torres, A. (2023). *PLOS Sustainability and Transformation*, 3(7).
- (9) Yong E (22 July 2019). The Human Brain Project Hasn't Lived up to its Promise. *The Atlantic*.
- (10) Calude, C. S., & Longo, G. (2017). *Foundations of science*, 22, 595-612.
- (11) Stengers, I. (2017). Une autre science est possible! La découverte.
- (12) Ligozat A-L, Lefevre J, Bugeau A, Combaz J. (2022). *Sustainability*. 14(9):5172.
- (13) Frith, U. (2020). *Trends in cognitive sciences*, 24(1), 1-2.
- (14) Callon, M. (1999). *Les Cahiers de la Securite Interieure*, 38, 4e trimestre, 37-54.
- (15) Coutellec, L. (2015). *La science au pluriel*. Editions Quae
- (16) Monier, C. (2018). *Intellectica*, 69(1), 27-132.
- (17) Monnin, A. (2023). *Politiser le renoncement*. Éditions divergences.