

À propos de l'insoutenable lenteur de l'être

Notre cerveau est lent. Seulement 10 bits par seconde, peut-on lire dans une récente publication, alors que nos organes sensoriels l'inondent d'informations à des vitesses bien supérieures. Des chercheurs tentent de comprendre pourquoi.

[Lise Barnéoud](#) 18 janvier 2025 à 16h00

<https://www.mediapart.fr/journal/culture-et-idees/180125/propos-de-l-insoutenable-lenteur-de-l-etre>

VoiciVoici un paradoxe étonnant. Nous sommes sans cesse exposés à des quantités gigantesques d'informations en provenance de nos organes sensoriels. Mais la vitesse à laquelle notre cerveau peut les utiliser apparaît sacrément limitée. Dans un [article récemment publié dans la revue *Neuron*](#) et joliment intitulé « L'insoutenable lenteur de l'être » – en référence au roman de [Milan Kundera](#) –, deux neurobiologistes interrogent pour la première fois ce paradoxe « *le moins expliqué de toutes les sciences cognitives* ».

Imaginez que votre quartier soit desservi par la fibre, mais qu'à l'intérieur de votre habitation, vous vous débattiez avec un débit désespérément faible. En remplaçant le quartier par votre environnement immédiat et l'habitation par votre boîte crânienne, vous obtenez une bonne image de ce que ces chercheurs nomment notre « lenteur d'être ».

Sauf que la différence entre l'extérieur et l'intérieur de notre cervelle apparaît bien plus dramatique que celle entre notre bureau et le nœud de raccordement optique. Jugez plutôt : le débit moyen d'une connexion par fibre est d'environ 500 mégabits/seconde. Et nous râtons dès lors que notre vitesse de connexion se réduit à moins de 5 mégabits/seconde dans nos logis. Soit une perte d'un facteur 100.

En considérant uniquement les informations en provenance de nos yeux, nous pouvons grâce à nos 6 millions de photorécepteurs logés dans chacune de nos rétines réceptionner un volume d'information équivalent à 1,6 gigabits/seconde par œil, ont calculé les scientifiques. Or *in fine*, à l'intérieur de notre cerveau, notre « bande passante » ne dépasserait que rarement les 10 bits/seconde. La perte se chiffre ici en centaine de millions.

Cognition lente

Ce chiffre a surpris tout le monde. À commencer par Jieyu Zheng, première autrice de l'étude. « *Lorsque Markus Meister, mon directeur de thèse, a évoqué la première fois cette vitesse de quelques bits par seconde, j'étais d'abord assez sceptique. Cela me paraissait bien trop lent par rapport aux performances de nos cerveaux* », explique la jeune biologiste, également formée en psychologie, qui a quitté la Chine pour les États-Unis en 2016.

Puis cette thésarde du California Institute of Technology a commencé à éplucher la littérature scientifique, à évaluer les performances des champions de mémoire ou de [Rubik's Cube](#), pour finalement admettre que la vitesse de la cognition humaine se situe effectivement autour de 10 bits/seconde en moyenne.

« *Beaucoup de collègues sont perplexes vis-à-vis de ce chiffre de 10 bits/seconde* », reconnaît Jieyu Zheng. Une partie de ces critiques sont visibles dans le forum de discussion [alphaXiv](#), qui permet aux chercheurs de discuter d'un article non encore publié. En particulier, certains reprochent à cette estimation de ne prendre en compte que les résultats des tâches, et non les séquences d'actions qui y mènent.

Par exemple, pour un simple footing, le cerveau doit « *constamment ajuster à l'échelle de la milliseconde une grande partie des 649 muscles du corps pour éviter une chute et terminer la tâche* », signale un contributeur, qui suggère de parler de lenteur de la cognition plutôt que de lenteur de l'être.

Footings et microtâches

Mais pour Jieyu Zheng, cette critique ne tient pas. Si l'on découpe les actions en laps de temps de plus en plus courts, le nombre d'actions possibles diminue également. Si l'on reprend le cas d'un footing, les différentes possibilités de position du pied sont limitées lorsqu'on se projette à quelques millisecondes alors qu'elles sont immenses lorsqu'on envisage un footing de une heure.

Or, dans [la théorie de l'information de Shannon](#), sur laquelle se base l'article, la quantité d'information (qui se mesure en bits) augmente avec l'incertitude sur la probabilité d'un événement. Par conséquent, plus on diminue les échelles de temps, plus les quantités d'information nécessaires pour ces microtâches diminuent également.

En évaluant le résultat d'une tâche sur toute sa durée, les auteurs estiment donc fournir une estimation raisonnable, quoique approximative, du débit d'information nécessaire, sans avoir à entrer dans trop de détails.

« *C'est une approche physique du cerveau*, analyse Gilles Laurent, neuroscientifique à l'institut Max-Planck de Francfort. *Shannon a développé sa théorie, qui quantifie le transfert d'information le long d'un câble, pour optimiser les télécommunications. On peut légitimement l'appliquer à un neurone, ou même à un groupe de neurones formant un nerf. Mais dès lors qu'il s'agit du cerveau entier, elle perd de sa validité : le cerveau n'est pas un câble !* »

Le grand écart insoutenable

En réalité, quand bien même ce chiffre de 10 bits/seconde serait une grossière estimation, c'est le rapport entre la quantité d'information entrante et celle traitée par notre cerveau qui interroge le plus. « *Nous avons fait nos calculs avec la vision, mais c'est la même chose pour nos autres sens, en particulier l'olfaction* », précise Jieyu Zheng. Le ratio entre la bande passante entrante et celle sur laquelle nous nous basons au final pour agir est d'environ 100 000 000.

L'une des explications avancées par les chercheurs est que nos organes sensoriels fonctionnent en parallèle. Nos millions de photorécepteurs envoient de manière simultanée des informations le long de leurs neurones. À l'inverse, notre « cerveau intérieur » semble traiter l'information essentiellement en série, un neurone après l'autre.

La pensée humaine a adopté l'architecture cérébrale conçue à l'origine pour une méduse afin de suivre l'odeur de chair en décomposition dans l'océan.

Les chercheurs Jieyu Zheng et Markus Meister

C'est ce qui rend difficile le fait d'écouter plusieurs conversations à la fois, par exemple. On perçoit certes le brouhaha global, donc notre ouïe nous apporte bien une quantité gigantesque d'informations. Mais lorsqu'il s'agit de donner du sens à ce que l'on entend, de comprendre une conversation, nous devons nous focaliser sur un seul locuteur.

« *Le fait que notre cerveau soit lent et fonctionne de manière sérielle n'est pas une nouvelle découverte*, fait remarquer Gilles Laurent. *L'intérêt de l'article, c'est qu'il permet de réfléchir à des questions auxquelles on ne pense pas souvent.* » À commencer par la suivante : pourquoi diable l'évolution nous a-t-elle limités avec un cerveau si lent ?

Un bug de l'évolution ?

Sans doute parce que nous n'avons jamais eu besoin d'une vitesse supérieure pour survivre, avancent les deux auteurs. Chez nos lointains ancêtres, les premiers systèmes nerveux « *servaient probablement à guider leur propriétaire vers la nourriture ou à les éloigner des prédateurs* », peut-on lire dans l'article.

Dans ce cas, nul besoin de traiter en simultané plusieurs tâches, « *car un seul chemin correspond à la réalité* ». Le système nerveux se serait donc développé pour répondre à un besoin localisé dans le temps et dans l'espace. « *Son rôle est de générer la réponse motrice la plus adaptée pour survivre dans l'environnement. D'où ce besoin de focalisation et ce fonctionnement en série* », renchérit Gilles Clément.

À lire aussi [Pour le cerveau, l'habit fait le moine](#) 1 juin 2024

Par extension, « *la pensée humaine peut être considérée comme une forme de navigation dans un espace de concepts abstraits* », proposent les chercheurs. Ce qui pourrait expliquer au passage la technique dite du « palais de mémoire » qui consiste à naviguer mentalement dans des lieux familiers pour faciliter la mémorisation.

« *La pensée humaine a adopté l'architecture cérébrale conçue à l'origine pour une méduse afin de suivre l'odeur de chair en décomposition dans l'océan*, écrivent malicieusement Jieyu Zheng et Markus Meister. *Notre cognition a ainsi hérité de la contrainte de n'exécuter qu'une seule chaîne de pensée à la fois.* »

Voilà qui devrait en chagriner plus d'un. À commencer par [Elon Musk](#), qui estime avoir un « *problème de bande passante* », d'où son projet Neuralink. L'objectif ? développer des interfaces cerveau-machine à ultra-haut débit pour connecter les humains et les ordinateurs. « *Nous prédisons que le cerveau de Musk communiquera avec l'ordinateur à environ 10 bits/s. Au lieu du faisceau d'électrodes Neuralink, Musk pourrait simplement utiliser un téléphone, dont le débit de données a été conçu pour correspondre au langage humain, qui, à son tour, est adapté à la vitesse de perception et de cognition* », écornent les deux Américains.

Performance vs robustesse

« *C'est un article super intéressant*, réagit [Olivier Hamant](#), biologiste à l'École normale Supérieure de Lyon. *Il s'inscrit parfaitement dans cette révolution en cours en biologie où l'on abandonne de plus en plus cette vision du vivant comme une machine ultraperformante.* »

Pour ce spécialiste des plantes, ces 10 bits/seconde illustrent le compromis auquel font face tous les êtres vivants entre performance et robustesse. « *Chez les plantes, le rendement de la photosynthèse est ridiculement faible : elles convertissent moins de 1 % de l'énergie solaire. Pourtant, cela fait 3,8 milliards d'années que la photosynthèse existe, il y a eu le temps de l'optimiser ! C'est la même chose ici, avec cette lenteur du cerveau. Selon moi, ces faibles performances permettent de garder des marges de manœuvre, d'avoir des redondances, pour pouvoir s'adapter à des fluctuations de l'environnement.* »

Dans son dernier ouvrage, *De l'incohérence. Philosophie politique de la robustesse* (éditions Odile Jacob, 2024), Olivier Hamant propose d'ailleurs de s'inspirer de ces mécanismes de redondance et de robustesse pour repenser notre propre rapport au monde, sans chercher la performance à tout prix.

Alors bien sûr, ce peut-être un peu frustrant d'être doté d'un énorme cerveau alors que sa vitesse d'intégration des informations reste limitée. Mais on peut se consoler en imaginant que dans cette redondance de neurones se trouve probablement la clé de notre survie depuis plusieurs centaines de millions d'années.