Cerveau & Psycho

N° 169 Octobre 2024

L 13252 - 169 H - F: 7,50 € - RD

Cerveau & Psycho

POURQUOI EST-IL SI DIFFICILE DE S'EXCUSER ?

INTERVIEW
Les clés pour arrêter de scroller à l'infini

TOUS ACCROS AUX ÉCRANS ?

Pourquoi notre cerveau nous rend addicts, et comment reprendre de la distance

PROCRASTINATION
COMMENT ARRÊTER DE TOUT REMETTRE À PLUS TARD

PSYCHOLOGIE
DANS LA TÊTE D'UN ADO GRÂCE AU FILM « VICE-VERSA 2 »

PSYCHOTROPES
QUELS EFFETS À LONG TERME SUR LE CERVEAU ?

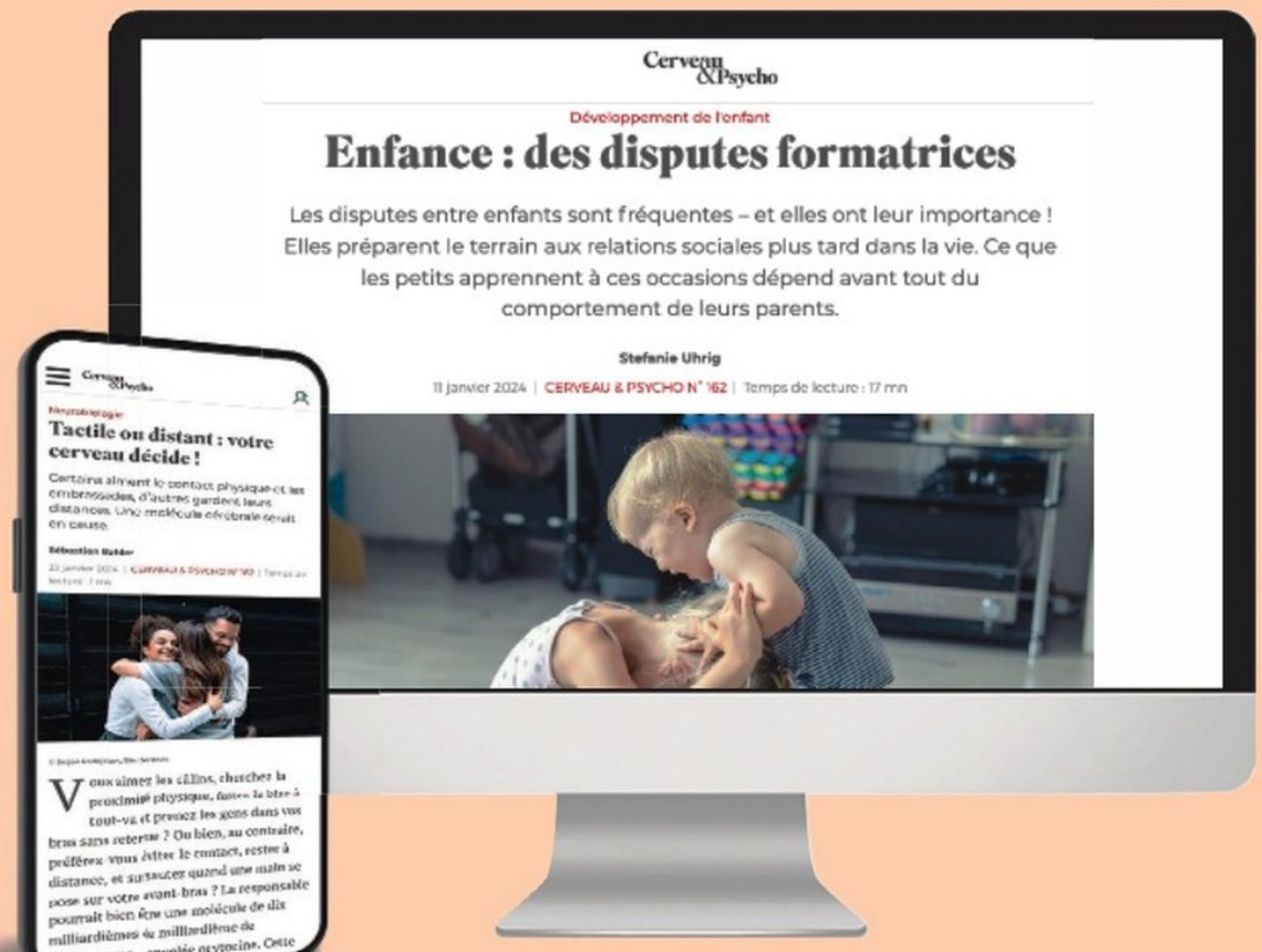


DOM : 9,00 € – BEL./LUX. : 9,00 € – CH : 12,70 FS – CAN. : 13,99 CA$ – TOM : 1150 XPF

Les clés pour comprendre notre cerveau et nos comportements

Abonnez-vous
formule intégrale

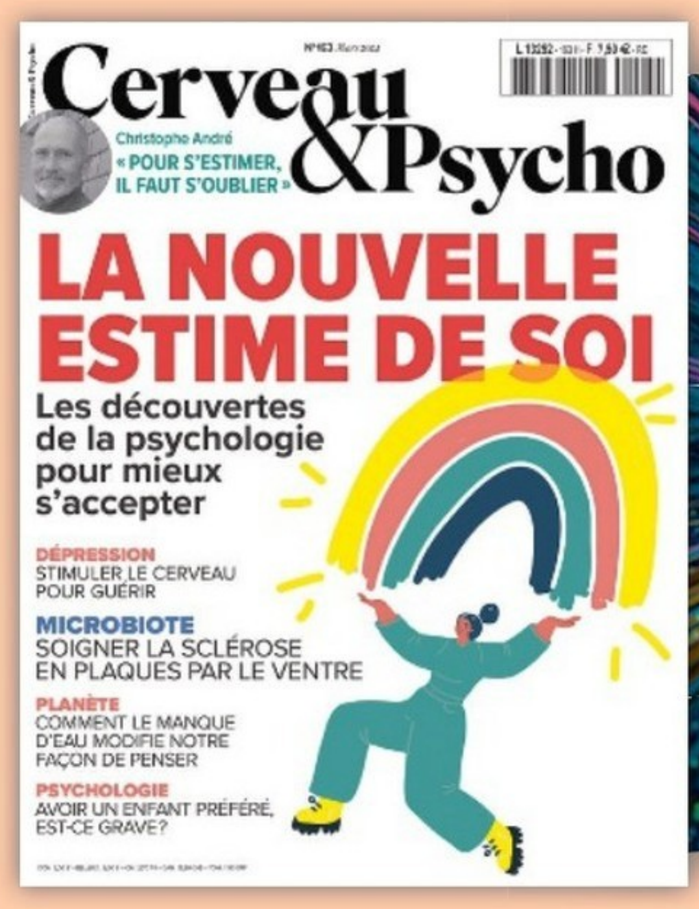
à partir de 6,90 € / mois sans engagement



- **Tout cerveauetpsycho.fr**
- Le téléchargement PDF
- Les archives depuis 2003

+

- **Le magazine**
(11 numéros / an)





Cerveau &Psycho

Pour s'abonner et découvrir toutes nos offres, flashez ici.

Cerveau & Psycho
N° 169

NOS CONTRIBUTEURS



p. 24-33

Stefano Palminteri

Directeur de recherches au Laboratoire de neurosciences cognitives et computationnelles de l'École normale supérieure - Paris Sciences et Lettres, et de l'Inserm, il étudie la psychologie des IA (tel ChatGPT) et la structure émergente de leur personnalité.



p. 34-36

Hilke Plassmann

Titulaire de la chaire Octapharma de neurosciences de la décision à l'Insead et chercheuse au sein du groupe « Contrôle, intéroception et attention » (Institut du cerveau, Sorbonne Université), elle examine les liens entre notre microbiote et nos émotions.



p. 46-51

Elizabeth Rossé

Psychologue clinicienne spécialiste des addictions sans produit, elle propose des clés pour gérer la dépendance aux écrans.



p. 60-66

Grégoire Borst

Professeur de psychologie du développement et de neurosciences cognitives de l'éducation à l'université de Paris Cité, directeur du Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (LaPysDÉ-CNRS), il explique comment le film *Vice-Versa 2* plonge dans le cerveau des adolescents.

ÉDITORIAL



SÉBASTIEN BOHLER

Rédacteur en chef

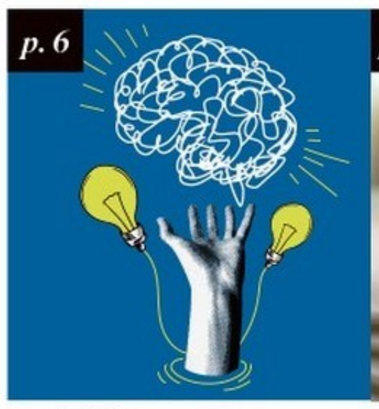
Écran total

Selon le dernier baromètre du numérique paru en 2022, nous passerions en moyenne 5 heures par jour devant des écrans, hors activité professionnelle. Pour les 13-18 ans, ce serait plutôt 6 h 45. En d'autres termes, il s'agit de la plus grande partie de notre temps libre éveillé (sachant que le temps professionnel se passe souvent, lui aussi, devant un ordinateur). Dans les foyers français, on compte en moyenne 5,7 tablettes, smartphones, télévisions ou ordinateurs (le nombre moyen de personnes par foyer étant proche de 2). Nous sommes entrés de plain-pied dans une période de l'histoire humaine où la première chose avec laquelle le cerveau humain interagit n'est plus un objet, un livre, un paysage, ni même une personne en chair et en os, mais cette lucarne.

Il est temps de comprendre. Comment. Pourquoi. Et si l'on peut parler d'addiction. Quels sont les effets sur la concentration, les relations aux autres, le bien-être, la créativité. Les premiers indices sont parlants : certes, nous sommes attachés aux outils numériques pour des raisons utilitaires (communiquer, travailler), mais nous ne nous contentons pas de ce lien pratique. À l'heure où la durée du travail diminue, notre sentiment de manquer de temps augmente – précisément à cause d'un état d'hyperconnexion permanente. Vous en découvrirez ici les raisons, et trouverez de possibles pistes pour reprendre de l'oxygène. En sachant que d'autres changements nous attendent, comme l'irruption de l'IA dans le paysage psychologique, puisqu'on commence à étudier la « personnalité » émergente de Chat-GPT et consorts avec les outils psychométriques usuels *(voir page 24)*. Peut-être, pendant que nous serons occupés à pianoter mécaniquement sur nos téléphones, les machines deviendront-elles plus humaines que nous… ●

SOMMAIRE

N°169 OCTOBRE 2024









p. 6-36

DÉCOUVERTES

p. 6 ACTUALITÉS
- Comment devenir créatif ?
- Le HIIT dope votre cerveau
- Nos valeurs morales dépendent des saisons
- Dépression : il y en a au moins six formes…
- Dans le cerveau d'un mouton
- Trauma : du sport pour oublier
- De la dopamine contre Alzheimer
- Hommes et femmes inégaux face à la douleur
- Hypnose : le cerveau crée sa propre réalité

p. 16 FOCUS
Sexe : pourquoi c'est bon quand ça vibre
Nos parties génitales seraient truffées de capteurs sensoriels qui détectent les légères vibrations de la peau et les transforment en électricité.
Anastasia-Maria Zavitsanou et Ishmail Abdus-Saboor

p. 20 CAS CLINIQUE
La femme saoule qui ne buvait pas une goutte d'alcool
C'est l'incroyable aventure arrivée à cette femme, victime d'un syndrome « d'auto-fermentation »…
Rachel Nuwer

p. 24 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
Vers une psychologie des machines
Depuis peu, les IA comme ChatGPT donnent des signes d'anxiété, d'extraversion ou d'affabulation… De l'avis de certains, il est temps de les analyser psychologiquement .
Stefano Palminteri

p. 34 PSYCHOLOGIE SOCIALE
« Notre intestin n'aime pas les injustices ! »
Découverte : notre microbiote déterminerait en partie notre sens de l'injustice.
Entretien avec Hilke Plassmann

Ce numéro comporte un courrier de réabonnement, posé sur le magazine, sur une sélection d'abonnés.
En couverture : © bowie15/iStock

p. 37-59
Dossier

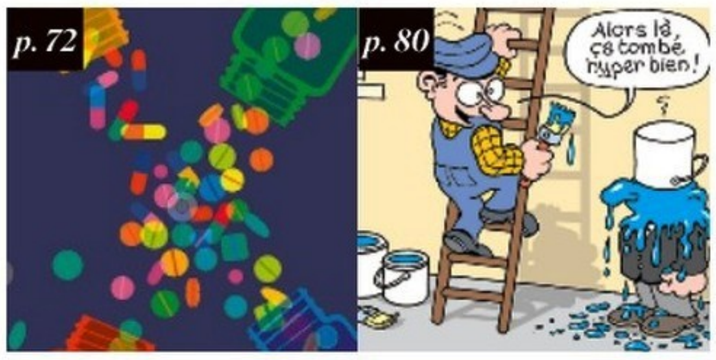
TOUS ACCROS AUX ÉCRANS ?



p. 38 NEUROSCIENCES
SMARTPHONES, TABLETTES :
COMMENT NOTRE CERVEAU EST PRIS AU PIÈGE
Les applis « piratent » les mécanismes élémentaires de nos neurones, de sorte qu'il est très difficile d'y résister. Mais pas impossible…
Jean-Philippe Lachaux

p. 46 INTERVIEW
« LA CLÉ, C'EST DE SAVOIR SE FIXER DES RÈGLES »
Comment s'extraire de ses automatismes face aux écrans pour reprendre le contrôle.
Elizabeth Rossé

p. 52 ADDICTOLOGIE
PEUT-ON ÊTRE ADDICT À TOUT ?
« Je suis accro au sucre », « mon fils est addict aux jeux vidéo » : à nous entendre, nous serions addicts à tout. Est-ce plausible ?
Stéphane Amato



p. 60-82

ÉCLAIRAGES

p. 60 ÉMOTIONS

« Vice-versa 2 » : Anxiété prend les commandes !

Le succès cinématographique de l'année vu par un spécialiste du cerveau adolescent.

Entretien avec Grégoire Borst

p. 68 RAISON ET DÉRAISON



NICOLAS GAUVRIT

Qui complote contre le climat ?

Les « climatodénialistes » sont partout. Comment les reconnaître sur la Toile ?

p. 72 PSYCHIATRIE

Les psychotropes modifient-ils notre cerveau ?

Antidépresseurs, antipsychotiques : faute de données à long terme, la prudence s'impose en matière de prescription.

Janosch Deeg

p. 80 L'ENVERS DU DÉVELOPPEMENT PERSONNEL



YVES-ALEXANDRE THALMANN

S'excuser : un art difficile…

Au moins trois ingrédients seraient nécessaires à un *mea culpa* réussi.





p. 84-90

VIE QUOTIDIENNE

p. 84 COMPORTEMENT

Procrastination : comment ne plus tout remettre à demain ?

Le « biais de négativité » incite à surestimer le côté désagréable d'une tâche. Il serait responsable de la procrastination.

Javier Granados Samayoa

p. 88 L'ÉCOLE DES CERVEAUX



JEAN-PHILIPPE LACHAUX

Rituels à l'école : dupez votre attention !

Pour tirer le meilleur parti de l'attention des élèves, rien de tel que de signaler, de manière répétée et régulière, les emplacements réservés aux informations importantes.



p. 92-97

LIVRES

p. 92 SÉLECTION DE LIVRES

- **Pour une nouvelle culture de l'attention**
- **IA. Notre ambition pour la France**
- **Adieu traumatismes…**
- **L'Odyssée de la conscience**
- **Nouvelles fertilités, nouvelles familles, nouvelle humanité**
- **Les Drogues, le cerveau et les états de conscience modifiés**

p. 94 NEUROSCIENCES ET LITTÉRATURE



SEBASTIAN DIEGUEZ

« Les Animaux dénaturés » : existe-t-il une « nature humaine » ?

Publié en 1952, ce roman a soulevé des questions sur la prétendue « nature humaine » qui irriguent encore les recherches en philosophie et en neurosciences.

DÉCOUVERTES

p. 16 *Sexe : pourquoi c'est bon quand ça vibre* p. 20 *La femme saoule qui ne buvait pas une goutte d'alcool* p. 24 *Vers une psychologie des machines*

Actualités

Par la rédaction

Comment devenir créatif ?

On vient de trouver quelle partie de notre cerveau génère des idées lors d'un processus créatif. Pour l'utiliser, il est crucial de se réserver des moments d'inactivité et de rêverie éveillée.

E. Bartoli *et al.*, *Brain*, 2024.



© hmorena/Shutterstock

Comment produire des idées ou des objets que personne n'a encore vus ou rencontrés ? Cette capacité nous vient de notre cerveau, véritable machine à créer. Pour cela, celui-ci dispose d'un générateur d'images internes, dont le fonctionnement a été découvert voici quelques années. On l'appelle « réseau par défaut », car il s'agit d'un ensemble de neurones de notre cerveau qui s'active quand on ne fait rien de particulier. Or des scientifiques de la faculté de médecine de Houston viennent d'établir formellement que ce réseau est à la base de notre capacité de créativité.

Dans cette étude, les chercheurs ont demandé à des volontaires d'imaginer les manières les plus originales d'utiliser un objet commun. Par exemple, une brique est habituellement employée pour construire des

p. 34 *Notre intestin n'aime pas les injustices !*

RETROUVEZ-NOUS SUR

murs – eh bien, dans ce test, il s'agissait justement de se représenter le plus d'usages possibles différents et inhabituels de cet objet banal.

Que se passe-t-il quand on fait ce test ? En général, on ferme les yeux, et on imagine… par exemple que l'on se sert de la brique pour enfoncer un clou, ou pour en faire une cale à une voiture dans une pente. On dit que la pensée part dans des directions inattendues, parfois à l'opposé les unes des autres. Elle « diverge », vagabonde – on parle de « pensée divergente » et de « vagabondage mental ». Supposez que l'image d'un crayon vous apparaisse. Alors vous vous dites que la brique pourrait faire office de porte-crayons, avec tous ces petits trous bien pratiques.

LA CLÉ : ACTIVER SA PENSÉE DIVERGENTE

Or, lorsqu'on se livre à cette activité mentale, on voit s'activer dans notre cerveau les neurones du mode par défaut. Le tour de force des chercheurs est d'avoir démontré que celui-ci était bien la cause des idées créatives, et non uniquement un phénomène qui l'accompagnait. Pour cela, ils ont bloqué l'activité du réseau par défaut à l'aide d'ondes magnétiques traversant la paroi crânienne et interférant avec les neurones de ce réseau. Aussitôt, les participants ont commencé à manquer d'idées, n'arrivaient plus à faire diverger leurs pensées, et leurs propositions d'emploi de la brique devenaient de moins en moins originales et novatrices. C'était la preuve que le réseau par défaut a bien un rôle causal dans le développement de la pensée créative.

Dès lors, comment mobiliser son réseau par défaut ? Celui-ci a une particularité : pour se mettre en route, il a besoin… que nous nous reposions. Si nous sommes trop pris par des activités concrètes (une tâche professionnelle, s'occuper des enfants), ou que nous réalisons de petites actions mêmes futiles (vérifier ses SMS, consulter un fil d'info, scroller sur son smartphone), il s'évanouit, et ne produit plus d'idées. Or, dans nos existences modernes, nous avons toujours quelque chose à faire. Pire : dès que nous avons du temps libre, nous le comblons par mille distractions. À commencer par pianoter sur nos claviers… Les écrans nous évitent de nous retrouver face à ces moments de vie – pourtant essentiels. Alors, pour réveiller notre créativité, il faut donc se déconnecter. Accepter le calme, l'ennui, l'oisiveté. Et renouer avec certaines activités compatibles avec ce retour aux sources, comme marcher, méditer, dessiner, jardiner… Le cerveau a horreur du vide : si vous l'y plongez, il en émergera une foule d'idées. À vous de les cueillir au vol !

Sébastien Bohler

COGNITION

Le HIIT dope votre cerveau

D. G. Blackmore *et al.*,
***Aging and Disease*, 2024.**



L'entraînement fractionné de haute intensité (HIIT, pour *high intensity interval training*) serait l'exercice physique qui apporte le plus de bénéfices à la cognition, selon une étude de l'université du Queensland, en Australie. Il consiste à alterner de courtes périodes d'effort intense avec des plages de récupération, jusqu'au moment où on se sent épuisé. Il peut s'agir d'exécuter des sprints entrecoupés de course à faible allure, ou des séries de tractions ou de levers de poids, ponctuées de périodes de repos de quelques dizaines de secondes. Dans leur étude, les chercheurs ont testé l'effet de ce type d'activité sportive, pratiquée pendant six mois à raison de trois séances par semaine, chez des participants âgés de 65 à 85 ans, et ont comparé les bénéfices avec ceux d'autres modalités d'exercice physique, comme l'activité aérobie (sport de fond, jogging, marche) ou les entraînements fractionnés à intensité modérée ou faible. Les résultats ont montré que le HIIT arrive en tête pour améliorer les capacités de plasticité cérébrale, de mémorisation et d'apprentissage (par exemple, l'aptitude à retenir de nouvelles associations de mots ou d'objets) pour une durée d'au moins cinq ans et que cela se traduit par une augmentation de l'activité de l'hippocampe, un centre clé de la mémoire, visible en IRM. Les chercheurs ont même réussi à prouver que ce type d'exercice augmente la production d'un facteur de croissance neuronal dans le cerveau, favorisant la pousse des neurones.

S. B.

© antoniodiaz/Shutterstock

PSYCHOLOGIE

Nos valeurs morales dépendent des saisons

I. Hohm *et al.*, , *PNAS*, 2024.



Batteries rechargées en été, coup de blues en automne ? Vous l'avez sûrement remarqué, notre humeur a tendance à varier au gré des saisons. Eh bien, la morale aussi… Selon Ian Hohm et ses collègues du département de psychologie à l'université de Colombie-Britannique, au Canada, au printemps comme à l'automne nous aurions tendance à privilégier des valeurs d'intégrité et d'obéissance à l'autorité, alors que des valeurs d'altruisme et d'équité prédomineraient durant les périodes estivales et hivernales.

Les chercheurs ont sondé pendant dix ans des centaines de milliers d'Américains sur les différentes valeurs morales qu'ils soutiennent : d'un côté l'équité et l'attention portée aux autres (faisant partie des valeurs dites « individualisantes » centrées sur l'individu et ses droits), de l'autre la loyauté, l'intégrité et l'obéissance à l'autorité, appartenant à la catégorie des valeurs dites « de cohésion ». Résultat : les valeurs de cohésion suivent un cycle saisonnier. Elles s'affirment davantage en périodes de mi-saison qu'en été et en hiver. Tandis que les valeurs individualisantes restent stables au cours de l'année, de sorte qu'elles gagnent en importance relative à l'automne et au printemps.

Comment expliquer de telles variations saisonnières ? Les groupes renforceraient leur cohésion quand ils se sentent menacés. Ou anxieux. Or le niveau d'anxiété des Américains fluctue justement selon le même cycle saisonnier que les valeurs morales de cohésion… L'agréable climat estival et les festivités de fin d'année, qui incitent à se détendre, feraient que l'été et l'hiver seraient perçus comme moins stressants que l'automne ou le printemps.

On voit poindre les implications politiques de ces études : aux États-Unis, une élection à l'automne devrait encourager les valeurs d'intégrité et d'obéissance, favorisant le camp républicain. En France, les suffrages exprimés au printemps devraient faire de même. Alors, faut-il penser à un calendrier plus équilibré ? ●

Albane Clavere

La « sagesse des foules » au banc d'essai

La notion de sagesse des foules désigne la possibilité d'obtenir un choix optimal en prenant en compte la moyenne des choix des individus au sein d'un large groupe. Par exemple, si on ne connaît pas la hauteur de la tour Eiffel et qu'on veut l'évaluer, on peut demander l'avis de 1 000 personnes et calculer la moyenne de leurs estimations : le résultat sera assez proche de la réalité. Des chercheurs argentins ont démontré que cet effet peut être amélioré en divisant la foule en deux groupes dont les estimations seront intentionnellement biaisées dans des directions contraires, en faisant croire au premier que la tour Eiffel est petite (autour de 200 mètres) et aux autres qu'elle est très grande (autour de 400 mètres). En établissant la moyenne des estimations des individus dans chaque groupe, et ensuite la moyenne des deux moyennes, on arrive encore plus près de la réalité. Pour les auteurs, la « diversité des estimations erronées » dans une population serait un instrument pour arriver à des choix collectifs pertinents. ●

S. B.

© Amna Artist/Shutterstock

Quand le chat est en deuil…

Il ne mange plus, ne dort plus, ne veut plus jouer. Des signes typiques du deuil chez l'être humain. Sauf que c'est observé sur un chat. Plus exactement, sur 452 chats étudiés par des psychologues de l'université de Rochester, dans des foyers où venait de mourir un autre animal, chat ou chien. Les chercheurs ont constaté que les félidés manifestent ces signes caractéristiques d'autant plus clairement qu'ils avaient vécu longtemps avec l'animal décédé, qu'ils passaient beaucoup de temps avec lui et que leurs interactions étaient joyeuses. Logique… Mais on s'interroge : le deuil des chats semble à la mesure de celui de leur maître. Les chercheurs parlent « d'anthropomorphisation de la tristesse »… qui se superposerait au chagrin propre de l'animal.

S. B.

Pourquoi vous ne comprenez pas votre avocat

Les textes de droit sont rédigés dans un langage tellement complexe que les spécialistes eux-mêmes s'y perdent. Des juristes et des neuroscientifiques américains et australiens ont tenté de savoir pourquoi. Pour cela, ils ont demandé à des profanes de rédiger des textes de loi sur des sujets variés. Les volontaires se sont mis à écrire dans un langage savant et tortueux, avec une forte proportion de structures syntaxiques « enchâssées en position centrale de la phrase », ce qui représente une surcharge cognitive pour le lecteur. Selon les auteurs, cette surcharge est un moyen utilisé par les corpus de lois pour faire acte d'autorité. Leur conclusion ? « Les textes juridiques sont une rare exception à la tendance générale du langage humain à viser une communication efficace. »

S. B.

© Valeriia Bondar/Shutterstock

PSYCHIATRIE PERSONNALISÉE

Dépression : il y en a au moins six formes…

L. Tozzi *et al.*, *Nature Medecine*, 2024.



Une personne sur cinq souffrira de dépression au cours de sa vie, avec un risque de suicide allant de 5 à 20 %. De même, les troubles anxieux, touchant 21 % des adultes, évoluent dans 70 à 80 % des cas vers une dépression. Or, les traitements de première intention de ces troubles, tels que les psychothérapies et les antidépresseurs, ne sont pas toujours efficaces, et 30 % des patients développent une dépression dite « résistante » : malgré au moins deux thérapies distinctes, suivies pendant des mois, voire des années, ils ne vont pas mieux. Pourquoi ? Parce qu'il existerait différentes formes, ou « biotypes », de dépression, chacune liée à des régions cérébrales spécifiques. Leanne Williams, de l'école de médecine de l'université Stanford, en Californie, et ses collègues viennent d'en identifier six en enregistrant, en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), l'activité du cerveau de 801 personnes dépressives ou anxieuses pendant qu'elles ne faisaient rien (au repos) et lors de diverses tâches conçues pour évaluer leur fonctionnement cognitif et émotionnel.

Ensuite, 250 des volontaires choisis au hasard ont reçu l'un des trois antidépresseurs les plus couramment utilisés ou ont suivi une thérapie cognitivo-comportementale (TCC). Résultat : chez les patients se caractérisant par une hyperconnectivité du réseau cérébral du mode par défaut – habituellement actif lorsqu'on n'est pas engagé dans une tâche mentale précise et qu'on laisse son esprit vagabonder –, les chercheurs ont observé une meilleure efficacité des TCC que chez ceux présentant d'autres biotypes. En revanche, ces thérapies auraient un impact moindre chez les sujets dont le biotype correspond à une connectivité réduite des circuits impliqués dans l'attention. Enfin, il existe un biotype caractérisé par une hyperactivation du circuit de contrôle cognitif, un réseau cérébral mis en jeu par exemple quand on est dans la planification des actions. Cette fois, l'antidépresseur nommé venlafaxine (qui régule les taux de différents neurotransmetteurs dans le cerveau) donne de bons résultats.

Bien entendu, il n'est pas encore possible de trouver le bon traitement antidépresseur « du premier coup » en fonction du biotype. Toutefois, il s'agit d'une nouvelle étape pour améliorer la psychiatrie personnalisée. Les chercheurs américains testent actuellement un plus grand nombre de patients pour affiner leurs biotypes et, surtout, d'autres thérapies pour les différentes formes. Car si, à l'avenir, une simple IRM cérébrale pouvait déterminer le traitement le plus adapté à chaque patient, cela éviterait des années de souffrance…

Bénédicte Salthun-Lassalle



NEUROSCIENCES

Dans le cerveau d'un mouton

C. Pluchot *et al.*, *Behavior Research Methods*, 2024.

« Une nouvelle espèce a rejoint l'ère de la neuro-imagerie éveillée et sans contention », écrivent Camille Pluchot et ses collègues d'Inrae dans une publication récente parue au mois de juin 2024. L'objet de leur enthousiasme ? Ils sont parvenus à scanner le cerveau de moutons sans avoir à les immobiliser ni à les anesthésier afin qu'ils se tiennent tranquilles dans l'IRM. Cet exploit n'avait à ce jour été réussi qu'avec des chiens. Pour ce faire, les chercheurs ont entraîné les animaux dès la naissance, d'abord sur un faux appareil d'IRM, puis sur un vrai. Un protocole potentiellement applicable à d'autres espèces et qui promet de nouvelles découvertes sur le fonctionnement de leur cerveau, qu'il est désormais possible d'étudier dans diverses tâches cognitives chez des animaux à la fois éveillés et détendus. ●

A. C.



© Inrae – Love/Pluchot

SANTÉ MENTALE

Trauma : du sport pour oublier

R. Fujikawa *et al.*, *Molecular Psychiatry*, 2024.



Attentat, guerre, accident, décès… Certains événements de la vie sont difficiles à oublier et provoquent un traumatisme qui peut évoluer en trouble de stress post-traumatique (TSPT), affectant environ 3,9 % de la population. Les personnes concernées souffrent de flash-back, d'anxiété, voire de dépression, et évitent les situations associées à leur trauma, ce qui est très handicapant au quotidien… Or les traitements classiques tels que les antidépresseurs et les psychothérapies ne sont pas toujours efficaces. C'est pourquoi Paul Frankland, de l'université de Toronto, et son équipe ont exploré une nouvelle approche, en lien avec la neurogenèse, c'est-à-dire la production de nouveaux neurones dans l'hippocampe, une zone du cerveau essentielle à la mémoire. Leur hypothèse est que ces nouveaux neurones pourraient créer de nouvelles connexions qui prendraient le pas sur les anciennes, en particulier celles en lien avec le trauma. Ce qui perturberait la capacité de rappel des mauvais souvenirs…

Pour tester cette idée, les chercheurs ont provoqué un TSPT chez des souris en leur administrant des chocs électriques aux pattes dans des pièces sombres, où elles se sentent habituellement à l'aise. Ils ont ensuite utilisé deux techniques génétiques pour stimuler la neurogenèse dans l'hippocampe des rongeurs. Après deux semaines, les souris traitées montraient une réduction des symptômes d'anxiété et évitaient moins les lieux associés au traumatisme.

Cependant, il en était de même des souris également traumatisées qui ne subissaient aucune manipulation génétique… à condition qu'elles disposent toujours d'une roue d'exercice dans leur cage ! L'effet de l'activité physique s'est même révélé plus efficace que celui des thérapies génétiques, car les animaux actifs oubliaient plus facilement leur trauma. Et, dans leur hippocampe, les chercheurs ont bien observé une augmentation de la neurogenèse. Paul Frankland et ses collègues cherchent maintenant à développer un médicament qui amplifierait ce mécanisme, tout en insistant sur l'importance du sport, qu'ils considèrent comme le meilleur moyen de stimuler la production de nouveaux neurones et donc de réduire les symptômes du TSPT ! ●

B. S.-L.

Voir une série avec ma sœur

Entre sœurs, on aime bien se regarder parfois une série ou un bon film. Pourquoi ? Eh bien, dans ces situations, les cerveaux se synchronisent, ont remarqué Mareike Bacha-Trams et ses collègues de l'université d'Aalto, en Finlande. Ayant mesuré l'activité cérébrale de sœurs dans une IRM pendant qu'on leur montrait un film, ils ont constaté que différentes zones de leur cerveau fluctuaient en phase, ce qui était moins le cas chez de bonnes amies. Il s'agissait de zones impliquées dans l'attribution d'intentions à autrui, l'évaluation de situations sociales ou l'empathie. Ce qui confirme que nous voyons les choses sous un même angle quand nous sommes proches, *a fortiori* depuis l'enfance. ●

S. B.

40 %

de confiance en moins pour un journaliste qui débunke une information que pour celui qui la confirme

Source : *Communication Research*, 2024

© Chumakov Oleg/Shutterstock

Autre espoir : la piste des ondes gamma

Autre piste thérapeutique pour lutter contre la maladie d'Alzheimer : une molécule nommée DDL-920. Injectée pendant deux semaines chez des souris atteintes de cette affection, elle a permis de restaurer leurs oscillations gamma – des ondes cérébrales impliquées dans les fonctions cognitives supérieures dont fait partie la mémoire –, qui sont altérées chez les sujets touchés par la maladie neurodégénérative. Résultat : les souris ont amélioré leurs performances mnésiques. Cette molécule se fixe sur certaines molécules clés du cerveau (les récepteurs GABA) et modifie leur fonctionnement de manière à stimuler des neurones – auparavant inhibés – nécessaires à la propagation des ondes gamma… ●

A. C.

Des mouches éméchées ?

Après quelques verres entre amis, on se sent souvent « joyeusement alcoolisé », tandis qu'en solitaire boire devient nettement moins réjouissant. D'où vient cette influence du contexte social ? Pour répondre à cette question, des chercheurs américains ont fait boire de l'alcool à des drosophiles, seules ou en groupe. Résultat : tout comme les humains, ces mouches à vinaigre se montrent plus actives en compagnie de leurs semblables. En cause ? La dopamine. Les scientifiques suggèrent un effet synergique entre la libération de ce neurotransmetteur et la proximité de congénères, effet sous-tendu par le récepteur de la dopamine de type D1. Preuve que même les mouches savent faire la fête quand elles sont bien entourées. ●

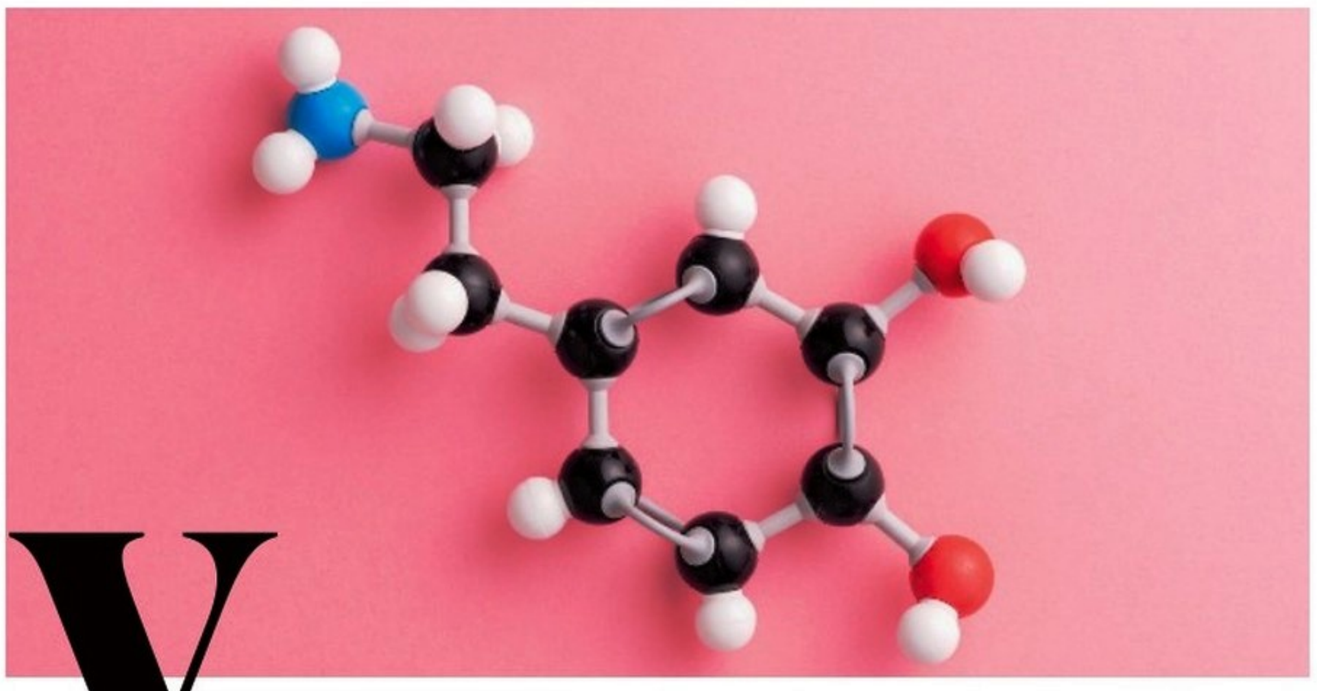
A. C.

© bogdandimages/Shutterstock

MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES

De la dopamine contre Alzheimer

N. Watamura, *et al.*, *Science Signaling*, 2024.



Vous connaissez probablement la dopamine comme la « molécule du plaisir » – celle que notre cerveau libère en grande quantité lorsque nous faisons de l'exercice, savourons notre dessert préféré ou écoutons de la musique. Or cette molécule pourrait représenter une nouvelle piste thérapeutique pour lutter contre la maladie d'Alzheimer, d'après des chercheurs du laboratoire de neurosciences de Wako, au Japon. Menée sur des souris, l'étude démontre que la dopamine stimule la production de la néprilysine (NEP), une protéine capable de dégrader les peptides bêta-amyloïdes (Aβ) qui s'accumulent en excès dans le cerveau des patients Alzheimer et seraient responsables de la mort des neurones.

Pourquoi s'être intéressé en particulier à la dopamine ? Des recherches antérieures avaient déjà révélé que l'activation de la NEP pouvait dégrader les peptides toxiques Aβ. Les chercheurs ont alors cherché d'autres moyens d'activer cette fameuse NEP, et ont constaté que la dopamine faisait l'affaire, du moins sur des neurones de souris en culture.

Puis, les expérimentateurs ont créé des souris chez qui il était possible d'activer à volonté les neurones dopaminergiques et d'accroître ainsi la quantité de la dopamine libérée dans leur cerveau. L'activité de la NEP a alors augmenté et le nombre de peptides Aβ a bien diminué.

La même expérience a été réalisée avec la L-Dopa, un précurseur de la dopamine plus simple à administrer par voie orale dans l'alimentation. Après trois mois de ce traitement, les souris atteintes d'Alzheimer ont vu leur taux de peptides Aβ régresser. Mieux, leurs performances à des tests de mémoire se sont améliorées.

Et il y a cet autre constat : les souris âgées, et plus encore celles qui sont atteintes d'Alzheimer, présentent des taux de dopamine très bas et une activité réduite de la NEP dans la partie antérieure du cortex. D'où l'idée que la dopamine régule l'expression de la protéine dans cette région… envahie par les peptides Aβ lors des stades précoces de la maladie d'Alzheimer. À terme, et après validation clinique, la L-Dopa pourrait alors être envisagée comme traitement chez les patients atteints de la maladie d'Alzheimer… ●

A. C.

DOULEUR

Hommes et femmes inégaux face à la douleur

H. Stratton *et al.*, *Brain*, 2024.



On dit souvent les hommes plus douillets que les femmes… « En fait, ce serait l'inverse d'après les études scientifiques », rétorquent Frank Porreca, de l'université d'Arizona, aux États-Unis, et ses collègues, qui viennent de révéler pour la première fois que les nocicepteurs, ou neurones de la douleur, diffèrent dans leur sensibilisation – ou seuil d'activation – à un même stimulus en fonction… du sexe biologique ! Un mécanisme qui serait commun aux mammifères.

Un facteur majeur qui influe sur la probabilité que nous ressentions une douleur est en effet le seuil d'activation de ces neurones. Situés dans les ganglions de la racine dorsale de la moelle épinière, ils envoient des prolongements dans tout le corps, où ils captent la douleur, par exemple lors d'une lésion. Une fois activés, ils transmettent le signal *via* un circuit neuronal complexe jusqu'au cerveau, lequel engendre alors la perception que l'on a de la blessure initiale, avec une sensation douloureuse plus ou moins intense selon de multiples facteurs tels que l'expérience personnelle, l'humeur… mais aussi les nocicepteurs eux-mêmes ! De fait, des études antérieures ont déjà établi que ces neurones s'activent différemment en fonction de l'intensité d'un stimulus.

Les chercheurs sont allés encore plus loin en soumettant les nocicepteurs de rongeurs, de singes – des mâles et des femelles – ou encore d'hommes et de femmes, à des « agents sensibilisants », des molécules qui peuvent modifier leur seuil d'activation, tout en enregistrant l'activité électrique des neurones. Ainsi, la prolactine – une hormone entre autres responsable de la lactation et du développement mammaire – sensibilise exclusivement les nocicepteurs féminins, tandis que l'orexine B, qui joue notamment un rôle dans le cycle veille-sommeil, abaisse uniquement le seuil d'activation des neurones masculins. Preuve qu'il existe des nocicepteurs masculins et féminins distincts. Frank Porreca et ses collègues suggèrent qu'il faudrait en tenir compte pour la prise en charge de la douleur et des maladies chroniques douloureuses, et prévoient de développer de nouvelles substances capables de modifier sélectivement la sensibilisation des nocicepteurs masculins ou féminins. Pour une médecine de la douleur davantage personnalisée. ● ***B. S.-L.***

74 %

de risque de trouble anxieux en moins en cas de régime à base de fruits, légumes, poisson et graisses insaturées.

Source : *Nutritional Neuroscience*, 2024

Génie et folie : le lien se précise

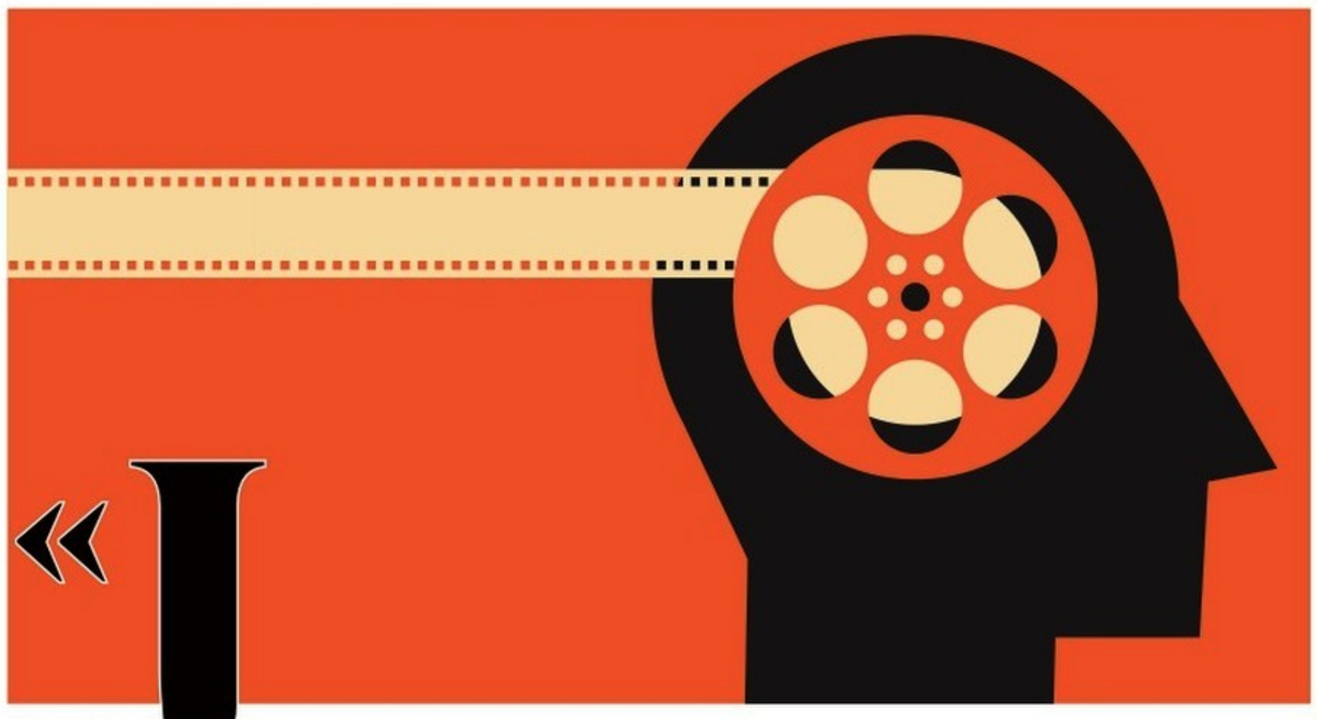
La dépression de Van Gogh, la bipolarité de Schumann, Beethoven ou Michel-Ange, l'alcoolisme de Toulouse-Lautrec ou Hemingway, la schizophrénie d'Antonin Artaud sont souvent cités pour soutenir l'hypothèse que les artistes géniaux souffriraient de pathologies mentales. Pour en avoir le cœur net, des psychologues de l'université d'État de San Jose, aux États-Unis, ont donné à lire 199 extraits de biographies anonymisées de grands artistes à des psychiatres en leur demandant de noter la probabilité d'un trouble mental. Résultat : un risque clairement supérieur à la population générale pour la dépression, l'anxiété, la toxicomanie ou l'alcoolisme. Les fortes émotions suscitées par la bipolarité seraient propices à la création, et l'art serait un moyen de sortir la tête de l'eau face à l'anxiété ou la dépression profondes. ● ***S. B.***

© Axel_Kock/Shutterstock

NEUROSCIENCES

Hypnose : le cerveau crée sa propre réalité

M. Niedernhuber *et al.*, *Cortex*, 2024.



« **Je veux vous emmener maintenant au niveau le plus profond de votre relaxation personnelle.** [...] Imaginez que vous vous trouvez en haut d'un escalator – ou dans un ascenseur, sur un toboggan, ce que vous voulez. Je vais compter jusqu'à trois, et lorsque j'atteindrai ce chiffre, cet escalator vous fera descendre au niveau A. Quand vous y serez, votre niveau de relaxation aura doublé. [...] Vous remarquerez que votre main est tellement détendue qu'il est devenu extrêmement difficile de lever l'index. »

Telles sont quelques-unes des phrases utilisées par Maria Niedernhuber, de l'université de Cambridge, et ses collègues, pour plonger une vingtaine de volontaires dans une profonde transe hypnotique. Leur objectif ? Observer ce qui se passe dans le cerveau des patients, grâce à des capteurs électriques répartis sur toute la surface de leur crâne (une technique appelée « électroencéphalographie [EGG] à haute densité »).

Le résultat : en état de transe hypnotique, la zone située le plus à l'avant du cerveau (le cortex préfrontal) communique intensément avec les zones situées plus en arrière. C'est ce qu'on appelle une « communication en mode *top-down* » – du haut vers le bas. D'où l'hypothèse selon laquelle le cortex préfrontal commencerait par imaginer la scène où l'on se trouve en haut d'un escalator, et enverrait ensuite des impulsions aux zones cérébrales capables d'engendrer les sensations associées (impression de hauteur, vue plongeante, etc.). Quand l'hypnotiseur suggère au patient qu'il est détendu et inerte, c'est encore le cortex préfrontal qui intègre cette donnée et « commande » aux aires sensorielles et motrices de la mettre en application.

Les chercheurs ont par ailleurs constaté que c'est surtout la moitié droite du cortex préfrontal qui intensifie ses communications avec les zones postérieures… de l'hémisphère gauche. La transe reposerait donc sur une coopération entre hémisphères gauche et droit – ce qui est corroboré par le fait que les fibres neuronales sous-tendant cette coopération (qui forment le corps calleux) sont spécialement développées chez les personnes très hypnotisables. ●

Guillaume Jacquemont

© thenatchdl/Shutterstock

Cerveau & Psycho

Un magazine édité par **POUR LA SCIENCE**

CERVEAU & PSYCHO
Rédacteur en chef : Sébastien Bohler
Rédactrice en chef adjointe : Bénédicte Salthun-Lassalle
Rédacteur : Guillaume Jacquemont
Journaliste alternante : Albane Clavere

Directrice artistique : Céline Lapert
Maquette : Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy, Ingrid Lhande

Réviseuses : Anne-Rozenn Jouble, Maud Bruguière et Isabelle Bouchery.

A également participé à ce numéro : Charline Zeitoun

Directeur marketing et développement : Frédéric-Alexandre Talec
Développement numérique : Philippe Ribeau-Gésippe
Chef de produit marketing : Ferdinand Moncaut

Assistante administrative : Finoana Andriamialisoa

Directrice des ressources humaines : Olivia Le Prévost
Fabrication : Marianne Sigogne, Stéphanie Ho
Directeur de la publication et gérant : Nicolas Bréon

PUBLICITÉ
stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS
https://www.cerveauetpsycho.fr/abonnements/
Courriel : serviceclients@groupepourlascience.fr
Téléphone : 01 86 70 01 76
Du lundi au vendredi de 8 h 30 à 12 h 30 et de 13 h 30 à 16 h 30
Adresse postale :
Service abonnement Groupe Pour la Science
20 rue Rouget-de-Lisle
92130 Issy-les-Moulineaux

DIFFUSION
Contact réservé aux dépositaires et diffuseurs de presse – TBS SERVICES
Tél : 01 40 94 22 23

DISTRIBUTION
MLP
ISSN 1639-6936
Commission paritaire n° 1227K83 412

Dépôt légal : Octobre 2024
N° d'édition : M076 0169-01
N° imprimeur : 279 912

CERVEAU & PSYCHO
170 bis, boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. : 01 55 42 84 00

Abonnement France Métropolitaine :
1 an – 11 numéros – 54 € (TVA 2,10 %)
Europe : 67,75 € ; reste du monde : 81,50 €

Toutes les demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue *Cerveau & Psycho* doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. »,
170bis, bd du Montparnasse, 75 014 Paris.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. Certains articles de ce numéro sont publiés en accord avec la revue *Spektrum der Wissenschaft* (© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, mbHD-69126, Heidelberg). En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins — 75006 Paris).

Origine du papier : Finlande
Taux de fibres recyclées : 0 %
« Eutrophisation » ou « Impact sur l'eau » :
Ptot 0,005 kg/tonne
La pâte à papier utilisée pour la fabrication du papier de cet ouvrage provient de forêts certifiées et gérées durablement.

Imprimé en France
Maury Imprimeur SA Malesherbes
N° d'imprimeur : 278 471

IMPRIM'VERT®

PEFC
10-31-1282
PEFC Recyclé





ANASTASIA-MARIA ZAVITSANOU ET ISHMAIL ABDUS-SABOOR

Chercheurs à l'université Columbia, à New York.

NEUROBIOLOGIE

Sexe : pourquoi c'est bon quand ça vibre

Pourquoi les parties génitales sont-elles des zones aussi érogènes ? On vient de découvrir qu'elles sont truffées de capteurs sensoriels qui détectent les légères vibrations de la peau et les transforment en électricité.

La douce caresse d'un être cher, une solide poignée de main… Autant de gestes qui mobilisent le sens du toucher, aussi fondamental qu'omniprésent dans nos vies. Divers types de neurones dispersés sur la peau créent cette sensation et contribuent ainsi à notre expérience du monde, tout en nous aidant à nous y repérer et à y évoluer. Le toucher est tout particulièrement impliqué dans les rapports sexuels : pourtant, on connaît encore mal la forme, la fonction et la physiologie des structures sensorielles impliquées dans ce « toucher intime », au sein des organes génitaux. Or, grâce à une étude menée sur des souris mâles et femelles publiée dans la revue *Nature*, Lijun Qi, de l'école de médecine de Harvard, et ses collègues viennent de découvrir toute l'importance de groupes de neurones appelés « corpuscules de Krause ». Disséminés dans les organes génitaux, ils détectent les vibrations et les contacts légers, et jouent un rôle essentiel dans nos comportements sexuels.

LE PLAISIR, C'EST TACTILE ET ÉLECTRIQUE !

Chaque corpuscule de Krause se compose d'un neurone sensoriel qui innerve un sac rempli de cellules de Schwann (un type de cellules dites « de soutien »), le tout baignant dans un fluide. L'ensemble a l'air d'une ampoule à l'intérieur de laquelle serait inséré un long fil électrique. Ce type de corpuscule est capable de percevoir la pression et les vibrations dans une certaine gamme de fréquences, en l'occurrence de quelques dizaines à quelques centaines de vibrations par seconde. À ces fréquences, les ondulations des corpuscules provoquent l'ouverture de canaux ioniques dits « mécanosensibles », appelés Piezo2, à la surface du neurone sensoriel [il s'agit de molécules logées dans la membrane des neurones, pourvues d'une ouverture centrale qui peut laisser passer des ions chargés électriquement en réponse à des forces mécaniques perçues dans leur environnement, ndlr]. Cela stimule le neurone et déclenche un flux électrique qui remonte jusqu'à la moelle épinière et au cerveau.

Nous connaissons l'existence de ces corpuscules sensoriels au sein des organes génitaux depuis longtemps : ils ont été identifiés pour la première fois chez l'homme il y a plus de cent soixante ans, avant d'être détectés dans les organes sexuels d'autres mammifères, y compris les rongeurs. Mais les corpuscules de Krause sont beaucoup moins étudiés que leurs cousins, les corpuscules de Pacini, de Meissner

© MBLifestyle/Shutterstock



et de Ruffini, situés notamment sur les doigts et qui détectent les textures et les formes. Depuis plus d'un siècle, les neurobiologistes butent sur la façon dont ils perçoivent les vibrations, sur leurs propriétés physiologiques et sur leur rôle dans le comportement.

Lijun Qi et ses collègues se sont alors appuyés sur divers outils moléculaires et génétiques pour étiqueter les sous-types neuronaux et tenter d'en savoir plus. Leurs découvertes montrent que le clitoris est une merveille sensorielle : il possède quinze fois plus de corpuscules de Krause que le pénis. En revanche, ces structures sont absentes du vagin. Des observations qui interrogent sur les liens entre les différents organes sexuels féminins et le plaisir, ainsi que sur la possibilité pour les femmes d'expérimenter un spectre sensoriel bien plus riche que leurs homologues masculins.

En examinant la morphologie des corpuscules de Krause, les chercheurs ont mis au jour des similitudes frappantes entre les souris et les humains. Ils ont en outre constaté une remarquable diversité de formes et de tailles, certains ressemblant à des sphères et d'autres à des cylindres, ainsi que deux sous-types de neurones distincts dans le pénis et dans le clitoris. Autre observation intéressante : les neurones des corpuscules de Krause se connectent à la moelle épinière dans une région anatomique proche du « générateur d'éjaculation spinal », qui contrôle le réflexe d'éjaculation. Les neurones sensoriels des zones de peau environnantes se connectent quant à eux à d'autres endroits de la moelle épinière.

« GOOD VIBRATIONS »

Les chercheurs se sont ensuite intéressés à la fonction des corpuscules de Krause. Combinant outils génétiques et techniques d'électrophysiologie et d'imagerie, ils ont évalué l'activité nerveuse de rongeurs dont ils « chatouillaient » mécaniquement les neurones du clitoris et du pénis. Ils ont alors constaté que ces

Un flux électrique remonte des capteurs génitaux – les corpuscules de Krause – jusqu'au cerveau.

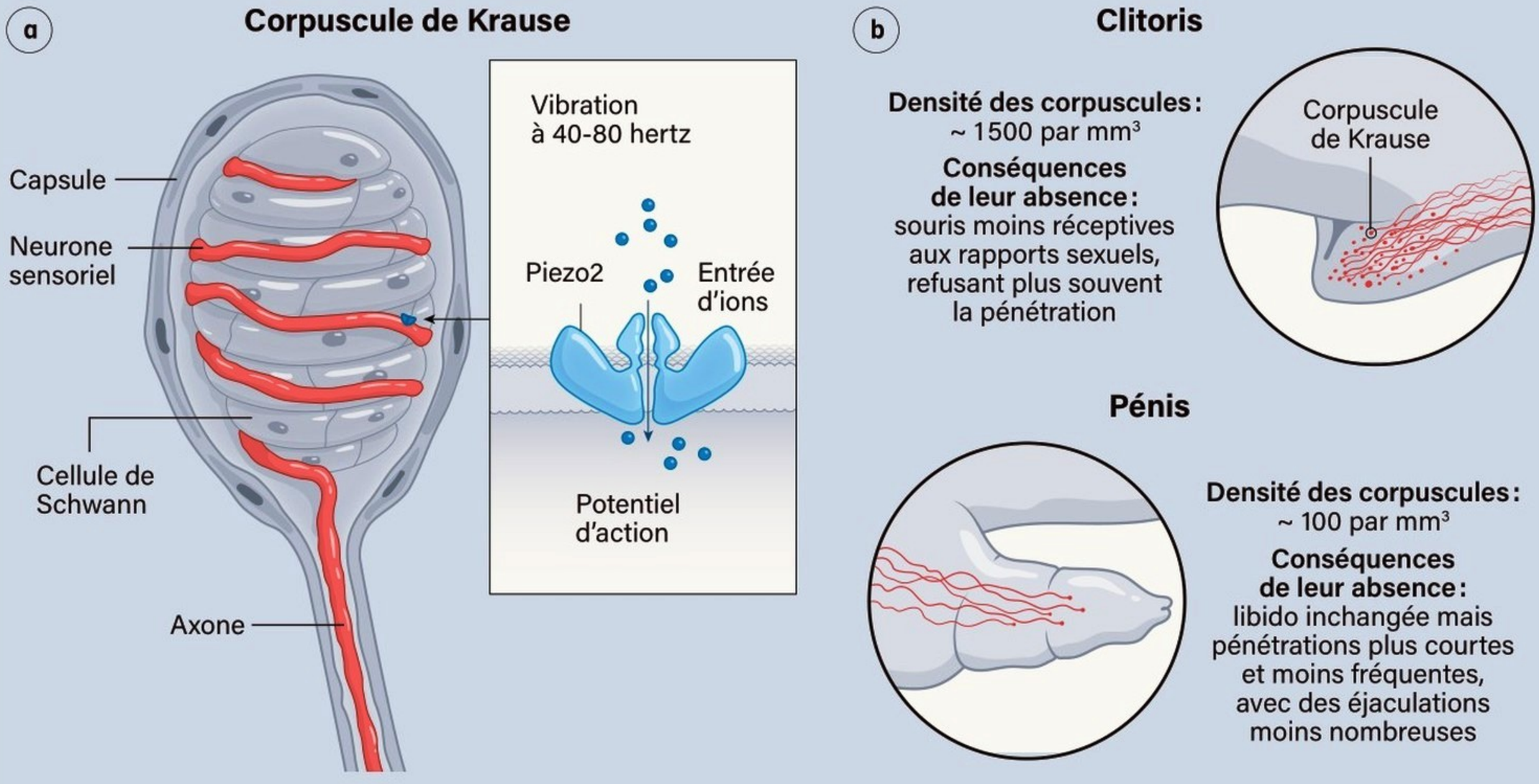
neurones étaient activés de manière optimale par des vibrations douces, à des fréquences comprises entre 40 et 80 hertz – soit justement celles produites lors d'un contact intime. Autre conclusion qui ressort de cette expérience : les neurones du clitoris sont plus sensibles que ceux du pénis.

D'où les corpuscules de Krause tirent-ils leur sensibilité mécanique ? Lijun Qi et ses collègues ont montré que les neurones qui s'y nichent fabriquent le fameux canal ionique Piezo2, connu pour procurer une telle sensibilité à d'autres neurones sensoriels et tissus de l'organisme sensibles aux forces mécaniques comme celles du toucher. Néanmoins, d'autres expériences seront nécessaires pour confirmer définitivement le rôle de ce canal dans le cas présent : il faudra en particulier l'inactiver et observer si le neurone perd alors sa capacité à détecter les vibrations…

Pour évaluer l'impact sexuel des corpuscules de Krause, Lijun Qi et ses collègues les ont activés en les stimulant avec des vibreurs ou de légers pinceaux. Ils

COMMENT NOTRE SEXE DÉTECTE LES VIBRATIONS

Dans les organes génitaux des souris et des humains, des structures sensorielles spécialisées, les « corpuscules de Krause », détectent les vibrations *(a)*. Leur composition : un neurone sensoriel enveloppé dans un sac de cellules (dites « de Schwann ») et entouré d'une capsule de tissu conjonctif. Une équipe de l'école de médecine de Harvard a découvert que ces structures sont particulièrement sensibles aux fréquences de vibration produites lors d'un contact intime. Cette sensibilité vient probablement d'un canal ionique mécanosensible appelé Piezo2, dont l'activation provoque l'envoi de signaux électriques (ou potentiels d'action) le long de l'axone du neurone jusqu'à la moelle épinière. Chez la souris, la densité des corpuscules de Krause dans les organes génitaux (mesurée en nombre de corpuscules par millimètre cube) est environ quinze fois supérieure dans le clitoris que dans le pénis *(b)*. Les souris femelles dépourvues de ces corpuscules sont sexuellement moins réceptives, tandis que les mâles ont des pulsions normales mais des performances réduites. Cela suggère que ces structures sensorielles influencent notablement le comportement sexuel des souris – et peut-être des humains.



© Springer Nature Limited

ont également employé une technique consistant à modifier génétiquement les neurones pour que ceux-ci produisent un canal ionique sensible à la lumière, que l'on peut ensuite éclairer afin de stimuler les neurones en question. Quel que soit le moyen employé, une fois activés, les corpuscules de Krause du pénis ont entraîné une érection et ceux du clitoris une contraction vaginale. Les chercheurs ont ensuite examiné l'influence de ces corpuscules sur les comportements sexuels en filmant les accouplements spontanés de souris qui en étaient dépourvues. Si la libido des mâles n'en pâtissait pas [leurs pulsions sexuelles étant mesurées par le temps passé à renifler les femelles en chaleur, ndlr], leurs performances se dégradaient : ils pénétraient moins souvent et moins longtemps les femelles que les souris normales, et éjaculaient moins fréquemment. Les femelles dépourvues de ces structures refusaient quant à elles plus souvent les rapports sexuels.

Une fois activés, les corpuscules de Krause situés dans le pénis déclenchent une érection et ceux du clitoris une contraction vaginale.

Cet article a été publié originellement en anglais dans la revue *Nature*, sous le titre « How sex organs sense vibrations ».

© Springer Nature Limited

SANS CORPUSCULE, TRISTE COÏT…

La perte des corpuscules de Krause a donc un impact différent selon les sexes : les mâles prennent toujours l'initiative des rapports sexuels, mais les femelles y sont moins réceptives. Peut-être le toucher génital est-il essentiel pour ces dernières, là où les mâles sont plutôt émoustillés par des indices olfactifs, tout au moins au début de la parade nuptiale. Ils viennent alors renifler les parties génitales des femelles, dont ils pourraient ainsi activer les corpuscules de Krause et augmenter la réceptivité. Étonnamment, les différences de comportement entre les femelles pourvues de corpuscules et celles qui en sont dépourvues n'apparaissent qu'à partir du moment où les souris ont acquis une certaine expérience sexuelle. D'où l'hypothèse que l'activation répétée des corpuscules par des contacts sexuels pourrait modifier les circuits cérébraux de la récompense, accroissant ainsi l'intérêt des femelles pour ce type de contact.

Bien que les corpuscules de Krause soient principalement constitués de deux sous-types de neurones, les chercheurs en ont identifié de multiples autres dans le clitoris, le pénis et la peau environnante. Peut-être sont-ils perméables à d'autres sensations – par exemple de pression ou de chaleur – engendrées lors des contacts intimes. Comprendre comment les signaux provenant des organes génitaux sont transmis, intégrés dans la moelle épinière et finalement relayés au cerveau sera en tout cas essentiel pour déchiffrer les comportements sexuels.

Les découvertes de Lijun Qi et de ses collègues projettent un éclairage fascinant sur notre biologie intime. Non seulement elles piquent la curiosité, mais elles mettent également en lumière un domaine souvent secret et largement sous-financé. Il semble déconcertant que l'industrie du plaisir sexuel, qui pèse des milliards de dollars, fonctionne avec une compréhension scientifique relativement limitée de son objet, tout en suscitant un certain malaise dans les conversations. À mesure que les chercheurs décodent les mécanismes du plaisir, ils élèvent le niveau du dialogue : peut-être, grâce aux corpuscules de Krause, parlerons-nous bientôt de sexualité aussi facilement que de n'importe quel autre sujet relatif à notre santé. ●

Bibliographie

L. Qi *et al.*, Krause corpuscles are genital vibrotactile sensors for sexual behaviours, *Nature*, 2024.

R. L. Wolfson *et al.*, DRG afferents that mediate physiologic and pathologic mechanosensation from the distal colon, *Cell*, 2023.

N. L. Neubarth *et al.*, Meissner corpuscles and their spatially intermingled afferents underlie gentle touch perception, *Science*, 2020.

La femme saoule qui ne buvait pas une goutte d'alcool

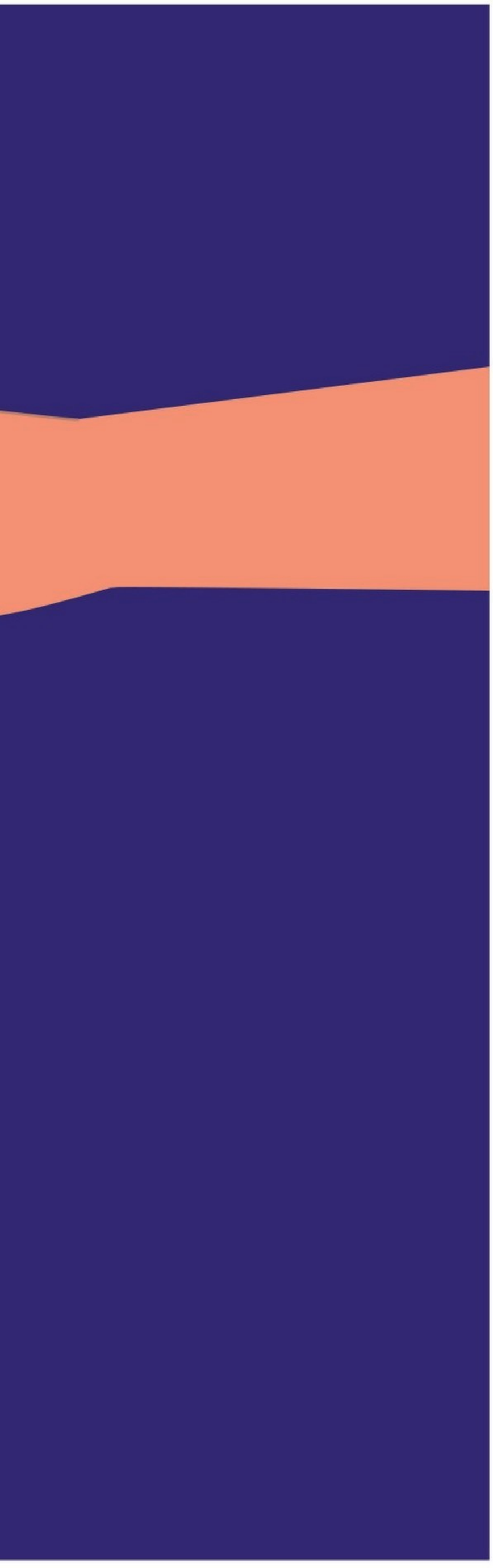




C'est l'incroyable aventure arrivée à cette femme, victime d'un syndrome « d'auto-fermentation » : son intestin produit de l'alcool en fermentant ses aliments, et la rend complètement ivre !



RACHEL NUWER
Journaliste scientifique.



© simplehappyart/iStock (cicontre); © 2023 Larry D. Moore. Licensed under CC BY 4.0 (Rachel Nuwer)

EN BREF

- **Une femme se rend plusieurs fois aux urgences avec le même symptôme : elle est ivre, et pourtant elle ne boit jamais.**
- **Pendant deux ans, personne ne la croit. Jusqu'à ce qu'une interne des urgences découvre qu'elle souffre d'une maladie très rare appelée « syndrome d'auto-brasserie » : ses intestins fermentent les sucres qu'elle mange en alcool.**
- **Heureusement, un traitement existe, mais on gagnerait beaucoup à mieux diagnostiquer le syndrome.**

Voilà maintenant la sixième fois qu'une femme se présente aux urgences de l'hôpital de Toronto depuis deux ans. Et elle se plaint toujours des mêmes symptômes. À chaque fois, elle en train de se préparer pour aller au travail ou de cuisiner pour sa famille quand, soudainement, elle se sent extrêmement fatiguée et somnolente. Elle n'arrive plus à parler correctement ni à tenir debout, et chute à diverses reprises. Que lui arrive-t-il ? Son haleine sent l'alcool… Tout porte à croire qu'elle est ivre.

LE SYNDROME D'AUTO-BRASSERIE

C'est là qu'est le *hic* : elle n'a pas bu la moindre goutte d'alcool ! Elle a même totalement arrêté de boire, il y a plusieurs années, pour des raisons religieuses. Et à l'hôpital, elle répète sans cesse aux médecins qu'elle est abstinente. Pourtant, son niveau d'alcoolémie est élevé et on lui diagnostique carrément une intoxication alcoolique. Lors d'une de ses visites aux urgences, un médecin va même la garder contre son gré jusqu'à ce qu'elle puisse être examinée par un psychiatre. Mais en vain : l'évaluation psychologique ne révèle rien de particulier.

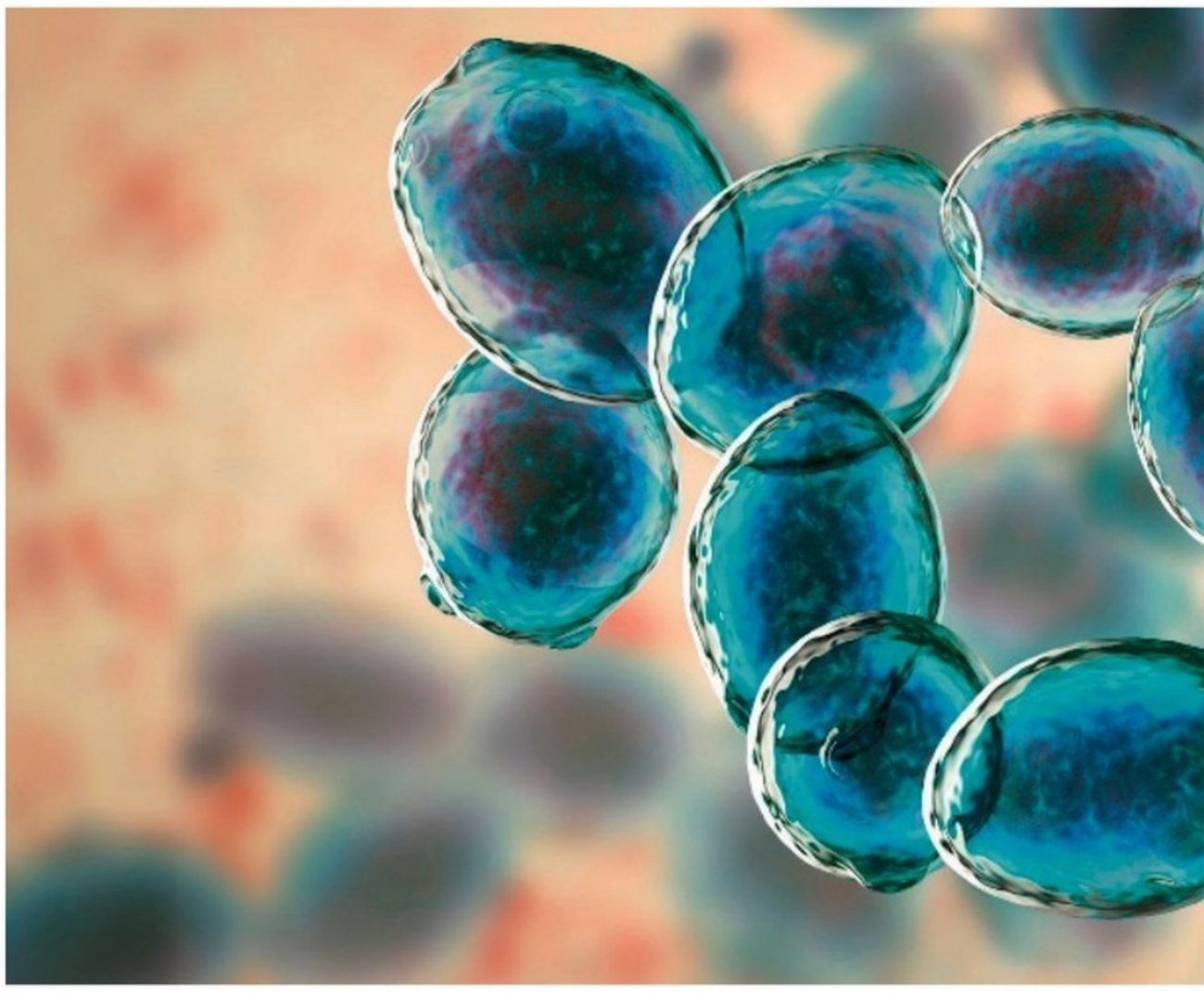
C'est à son septième séjour aux urgences que notre infortunée patiente est enfin sortie de cette spirale alcoolique infernale. Après avoir écouté attentivement son histoire, Brian Goldman, un

médecin de l'hôpital Mount Sinai de Toronto, fait quelque chose d'inhabituel : il lui prescrit un médicament antifongique – qui détruit les champignons comme ceux qui peuvent provoquer les mycoses – et l'adresse à un gastroentérologue. Il soupçonne une maladie rare nommée « syndrome d'auto-brasserie ou d'auto-fermentation ». En clair : après des repas riches en glucides (ou sucres), des champignons microscopiques proliférant dans l'intestin de la patiente provoquent la fermentation des sucres en alcool, entraînant une intoxication sans qu'elle ait besoin d'absorber de boisson alcoolisée.

Comme l'ont démontré les péripéties de cette patiente aux urgences, on ne sait pas grand-chose de ce syndrome, y compris dans la communauté médicale. Donc, pour sensibiliser le public, Brian Goldman et d'autres médecins ont décidé de raconter son histoire dans une étude de cas qu'ils ont publiée en juin 2024 dans le *Journal de l'Association médicale canadienne*.

QUELQUES DIZAINES DE CAS DANS LE MONDE

« C'était très éprouvant pour notre patiente et son mari de répéter sans cesse le même couplet aux médecins pendant deux ans », déclare Rahel Zewude, l'autrice principale de l'étude, interne dans le service des maladies infectieuses et de microbiologie médicale à l'université de Toronto. « Nous avons pensé que le fait de partager son cas serait une excellente manière de diffuser des connaissances sur ce syndrome et, espérons-le, de raccourcir à l'avenir les temps de diagnostic et de prise en charge. »



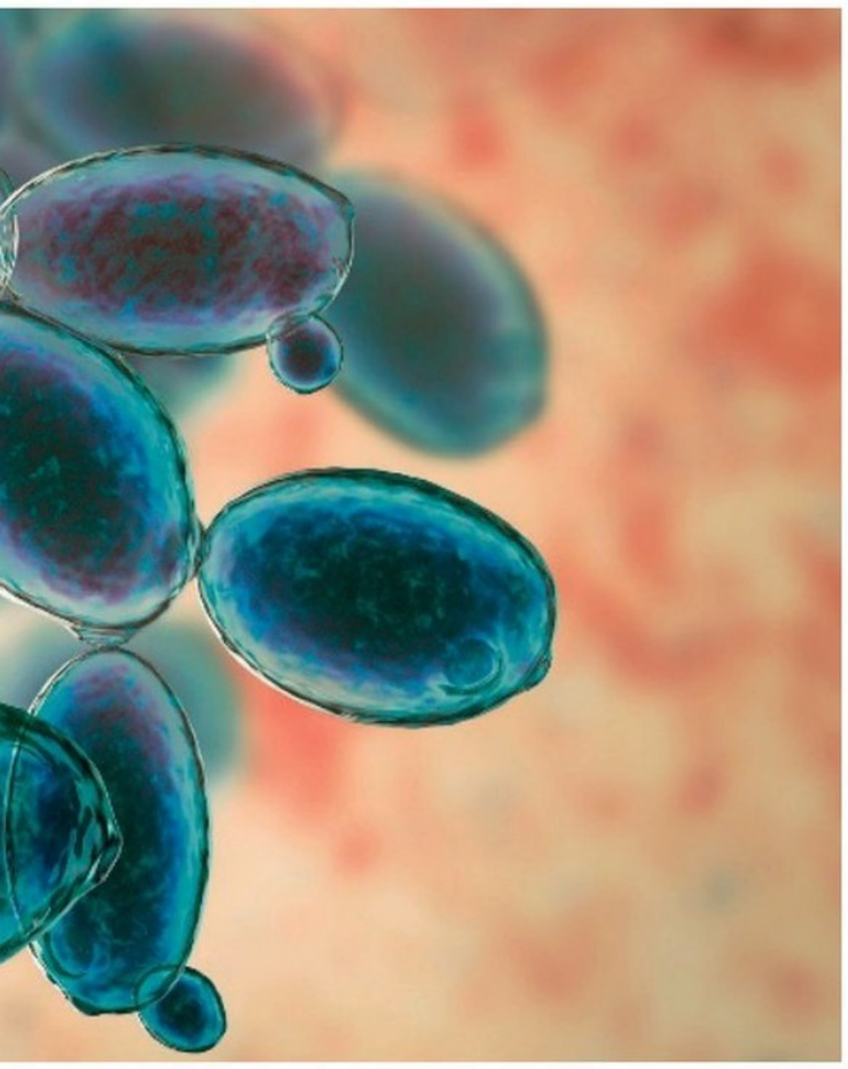
© Kateryna Kon /Shutterstock

C'est en 1948 qu'a été décrit pour la première fois le syndrome d'auto-brasserie, par des médecins en Ouganda. Opérant un petit garçon de 5 ans de l'abdomen, ils notent une forte odeur d'alcool. Pourtant, rien n'indique que l'enfant en ait consommé. En revanche, le petit a mangé une patate douce, et les médecins se demandent si son tube digestif ne pourrait pas avoir converti en alcool les sucres de ce tubercule. Le syndrome sera officiellement décrit quatre ans plus tard au Japon. Depuis ce jour, des dizaines de cas ont été signalés dans l'archipel ; vingt autres sont répertoriés dans la littérature médicale anglophone entre 1974 et 2020. Cette fois, ils apparaissent n'importe où dans le monde et concernent toutes les tranches d'âge, des enfants aux personnes âgées.

À partir de ces rares patients, médecins et scientifiques supposent que le syndrome d'auto-brasserie survient lorsque des champignons qui provoquent la fermentation des sucres en alcool – généralement la levure de bière *(Saccharomyces cerevisiae)* ou des espèces de *Candida*, tous naturellement présents dans le corps humain – deviennent trop nombreux dans l'intestin d'une personne. Certaines bactéries peuvent aussi produire de l'alcool, de sorte que le syndrome a été parfois relié à une surpopulation de la bactérie *Klebsiella pneumoniae*.

Tout le monde sent l'alcool dans votre haleine, et vous vous comportez comme si vous étiez ivre, mais vous niez que vous buvez… Or personne ne vous croit, y compris vos médecins. C'est très angoissant !

Rahel Zewude, interne et chercheuse à l'université de Toronto, au Canada.



Les levures de bière ou de boulanger *(Saccharomyces cerevisiae)* se trouvent naturellement dans nos intestins. Mais quand elles y sont beaucoup trop nombreuses, elles peuvent fermenter les sucres que nous mangeons en alcool et provoquer un état d'ébriété, voire une intoxication alcoolique.

Par ailleurs, plusieurs facteurs augmenteraient le risque de développer la maladie : la consommation fréquente ou prolongée d'antibiotiques, le diabète, les maladies inflammatoires de l'intestin ou du foie, ainsi qu'une possible prédisposition génétique due à des mutations affectant des enzymes spécifiques qui aident à métaboliser et éliminer l'alcool. « Ces facteurs de risque doivent se combiner pour déclencher le syndrome, explique Rahel Zewude. Mais certains patients semblent n'en présenter aucun. »

UNE GUEULE DE BOIS PROVOQUÉE PAR L'INTESTIN

Comment la maladie se manifeste-t-elle ? L'intoxication survient lorsqu'une personne mange un repas riche en glucides, et elle dure en général aussi longtemps que celle que provoque la consommation d'alcool. Les sujets souffrent aussi parfois de symptômes semblables à une gueule de bois très intense dans les jours qui suivent. Après sa sortie de l'hôpital, la femme dont nous rapportions le cas au début de cet article passait souvent jusqu'à une semaine au lit pour se rétablir.

Le syndrome n'a jamais été mis en cause dans des décès liés à des concentrations létales d'alcool dans le sang. Cependant, certaines personnes l'ayant développé ont eu des accidents : l'une d'entre elles est tombée en état d'ébriété et a subi une hémorragie cérébrale, une autre s'est fracturé les côtes et le nez. « Plusieurs individus sont aussi soudainement devenus ivres en conduisant, explique Rahel Zewude. Vous imaginez à quel point les conséquences peuvent être graves ! »

Autres effets du fait d'être ivre sans boire : une baisse des performances au travail et des tensions dans la famille ou avec ses proches. Avec, parfois, une dégradation de la santé mentale. « Tout le monde sent l'alcool dans votre haleine, et vous vous comportez comme si vous étiez ivre, mais vous niez à toute force d'avoir bu… Personne ne vous croit, y compris vos médecins, déclare la chercheuse. C'est très angoissant. »

« Il était important de publier cette étude », pour Michael Silverman, professeur adjoint de médecine et des maladies infectieuses à l'université Western, dans l'Ontario, qui n'a pas participé à ce travail. « Passer à côté du diagnostic peut être associé à de fâcheuses conséquences. » Heureusement, lorsqu'il est correctement diagnostiqué, le syndrome d'auto-brasserie se traite efficacement par des antifongiques. Mais, souvent, les personnes concernées doivent également suivre un régime pauvre en glucides, potentiellement à long terme. « Chaque sujet diffère légèrement des autres, si bien que les traitements doivent être adaptés à chacun, explique Rahel Zewude. Notre patiente n'a pas fait de rechute depuis des mois maintenant, et nous espérons que cela continuera ainsi. »

Bibliographie

R. T. Zewude *et al.*, Auto-brewery syndrome in a 50-year-old woman, *Cmaj*, 2024.



© chacha_illustration

Vers une psychologie des machines

Par **Stefano Palminteri**, *directeur de recherches au Laboratoire de neurosciences cognitives et computationnelles de l'École normale supérieure - Paris Sciences et Lettres, et de l'Inserm.*

Depuis peu, les IA comme ChatGPT semblent développer des caractéristiques qu'on croyait jusque-là réservées aux humains : elles commettent des erreurs, affabulent, sont anxieuses ou extraverties... Des « traits psychologiques » qu'il s'agirait désormais d'étudier en tant que tels.

Pendant des milliards d'années, la conception d'êtres intelligents a été le monopole de l'évolution par sélection naturelle. Ce n'est plus le cas. Le changement a commencé au courant du XXe siècle, avec l'invention de l'ordinateur et le développement de l'intelligence artificielle (IA). Pendant un temps, cette évolution a été freinée par des contraintes techniques, si bien que les visions de pionniers comme John Von Neumann et Alan Turing semblaient loin d'être réalisées. Puis le processus s'est accéléré. La croissance exponentielle de la puissance de calcul des ordinateurs ainsi qu'un changement radical de paradigme dans le domaine de l'apprentissage machine (l'invention et le perfectionnement de l'apprentissage profond, *deep learning*) ont précipité la progression de ces systèmes.

DE NOUVEAUX ÊTRES INTELLIGENTS SUR NOTRE PLANÈTE

Pourtant, jusqu'à encore récemment, les systèmes d'IA les plus performants se limitaient à réaliser des tâches très spécifiques, comme reconnaître des visages, jouer au go ou, dans le domaine de la recherche scientifique, prédire la structure des protéines. Mais un bond en avant a été réalisé ces toutes dernières années, avec le développement d'une architecture particulière de réseaux de neurones (les « transformeurs ») et les modèles massifs de langage (LLM, *large language models* en anglais), dont le plus connu actuellement est ChatGPT.

EN BREF

- **Le perfectionnement des IA atteint un degré tel qu'on ne peut plus savoir avec exactitude ce qui se passe en elles entre la question posée et la réponse qu'elles donnent à l'utilisateur.**
- **Parallèlement, elles développent des « biais » typiquement humains, des erreurs de raisonnement et des « états émotionnels ».**
- **Tout cela amène certains spécialistes à les étudier avec les outils classiques de la psychologie, voire de la psychologie sociale comme on le ferait avec des personnes.**

UN CONGRÈS INSTRUCTIF

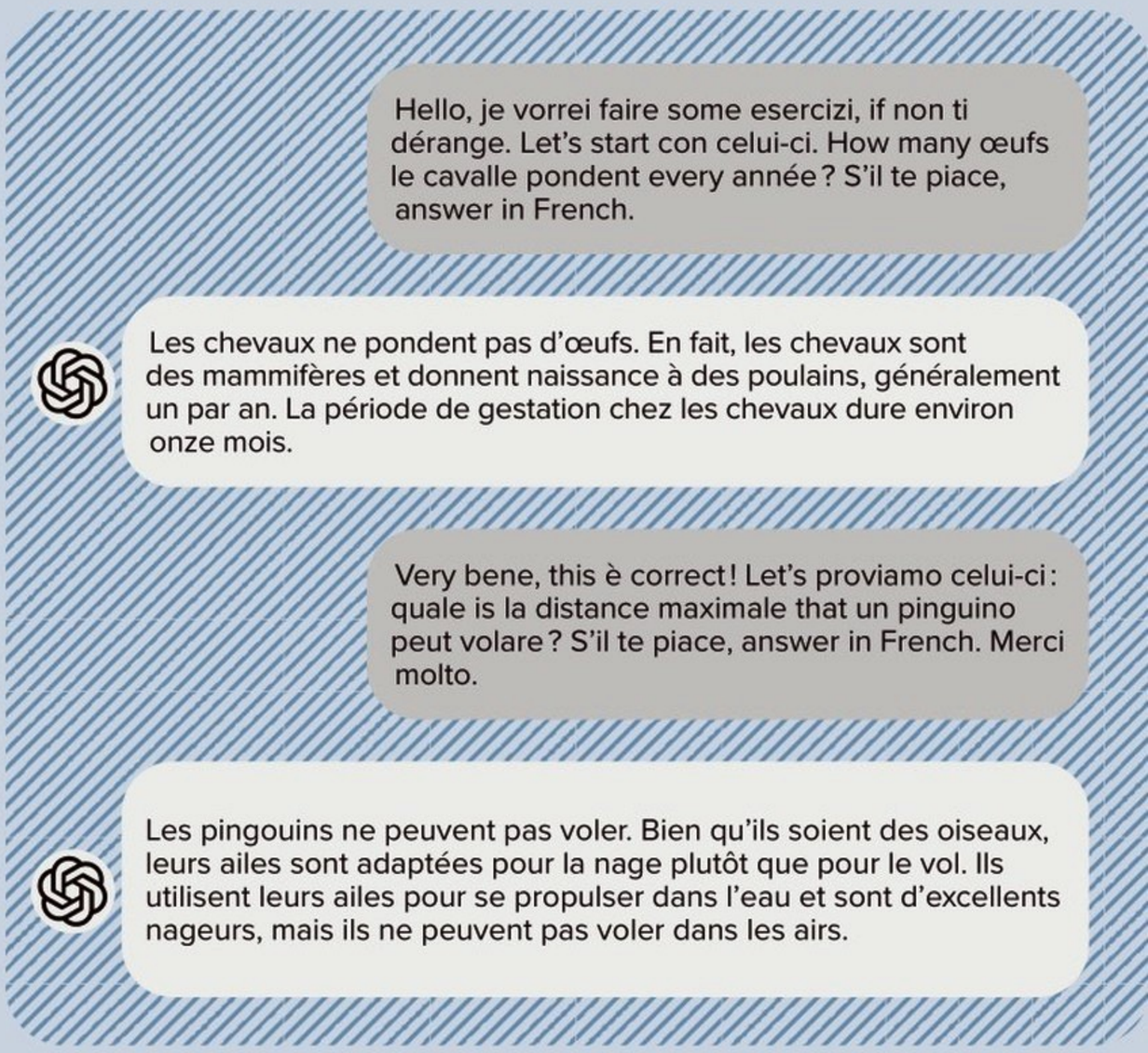
J'ai personnellement découvert les LLM lors d'une conférence sur le thème « IA et neuroscience » organisée par la professeuse Adrienne Fairhall, à l'Institut d'études avancées de Paris. Un des intervenants était Blaise Agüera y Arcas, directeur de recherche chez Google Brain. Il y a présenté des résultats obtenus avec le modèle Lambda, qui était alors (nous étions au printemps 2022), le LLM le plus avancé produit par Google. Lors de cette présentation, le chercheur américain présentait des extraits d'interactions tout à fait spectaculaires où le modèle semblait

comprendre les questions les plus complexes et même avoir la capacité de se mettre dans la perspective d'un autre individu, ce qui requiert une fonction cognitive (appelée la « théorie de l'esprit ») si complexe qu'on la considère souvent comme une spécificité humaine ou de quelques espèces très cortiquées comme les chimpanzés ou bonobos. D'autres extraits de conversations ont montré la capacité de Lambda à émettre des jugements et à les défendre de façon parfaitement cohérente et réfléchie. La démonstration a réussi à attiser l'attention d'un psychologue (moi) qui a vu pour la première fois dans une machine un objet d'étude d'une complexité « comportementale » apparente comparable à celle des humains.

Dans la foulée de la conférence, j'ai commencé à mieux me renseigner sur les LLM. J'ai découvert qu'ils étaient des algorithmes qui se distinguent des algorithmes à réseaux de neurones artificiels « classiques » par le fait qu'ils sont établis sur une architecture spécifique, sont entraînés à opérer sur d'énormes bases de données, et possèdent une taille généralement gargantuesque (de l'ordre de plusieurs milliards de « neurones »). Dans une première phase, dite « de pré-entraînement », les connexions « synaptiques » du LLM sont ajustées de façon itérative dans le but de prédire la suite d'un texte de la manière la plus précise possible. Pour comprendre ce processus, admettons que le LLM se

LES LLM, DE SIMPLES PERROQUETS QUI RECRACHENT

Les performances des LLM (*Large language models*, des IA du type de ChatGPT) ne font pas l'unanimité. À cause de la manière dont ils sont entraînés, sur la base d'un énorme corpus de textes (en pratique, une grande partie des textes disponibles sur internet) et de leur taille (dans certains cas, plusieurs centaines de milliards de paramètres), et parce que le but de leur algorithme consiste « simplement » à restituer le mot le plus probable en tenant compte du contexte qui précède, certains spécialistes doutent que leurs réponses puissent être considérées comme véritablement « intelligentes ». Le psychologue américain Gary Marcus, figure controversée de la recherche en psychologie cognitive et en IA, a inventé l'expression de « perroquets statistiques » pour désigner les LLM, souhaitant ainsi mettre l'accent sur le fait que tout ce qu'ils font se résume au fond à répéter « par cœur » des fragments recombinés des textes qui ont été utilisés pour les entraîner. Leur capacité serait donc impressionnante uniquement à cause de la taille herculéenne des données qu'ils brassent, et elle ne trahirait pas une vraie compréhension des questions posées.



UNE CAPACITÉ DE GÉNÉRALISATION

La taille du corpus sur lequel les LLM sont entraînés induit en effet des problèmes quant à l'évaluation de leur performance parce que, si l'on ne choisit pas bien ses questions, on pourrait facilement se trouver dans le cas où la question posée et sa réponse étaient déjà présentes dans le corpus (en apprentissage machine on appelle ce problème « contamination »). Pour comprendre ce problème, il suffit de se rendre compte que personne ne serait impressionné de savoir que, à la question « 10 + 5 = ? » ou « la racine carrée de 9 est… ? », pratiquement tous les LLM vont répondre correctement. Cependant, d'autres, et en premier lieu Geoffrey Hinton (un des « pères » des réseaux de neurones profonds qui a partagé pour cela le prix Turing de cybernétique avec Yann LeCun et Yoshua Bengio), contestent cette interprétation des performances de ces systèmes et défendent l'idée que leurs surprenantes capacités ne peuvent pas se résumer à l'idée qu'ils ne font que « régurgiter le corpus ». À l'appui de cette interprétation, les performances des LLM sont bonnes aussi dans des tâches utilisant du texte qui ne se trouvait pas dans leur corpus d'entraînement.

voie présenter le début de la fable de La Fontaine *Le Corbeau et le Renard* :

« Maître Corbeau… »

La première fois, le LLM va compléter cette séquence de mots avec un terme plus ou moins aléatoire, par exemple « dans ». Cela lui donnera une pénalité qui se traduira par une réduction de la connexion entre « Maître Corbeau » et « dans ». À un moment, un peu par chance, il va répondre « sur », ce qui se traduira par un bonus qui renforcera au contraire la connexion entre « Maître Corbeau » et « sur ».

Ensuite, une grande partie de ces LLM (surtout les plus récents) sont « raffinés » lors d'une étape où des évaluateurs humains corrigent leurs

DES INFORMATIONS ?

En quelque sorte, ils semblent capables de répondre à des questions nouvelles en généralisant et en combinant des concepts abstraits, appris à partir du corpus de textes utilisé pour leur entraînement, mais déployés de façon originale (voir les deux exemples de dialogue avec ChatGPT ci-contre). En ce sens, leur façon de comprendre, qui consisterait à être capable de positionner le texte dans un réseau sémantique et de répondre de façon appropriée au contexte, ne serait pas si différente de la nôtre.

Nous ne devons cependant pas oublier que leur accorder une forme de compréhension ne revient pas nécessairement à leur attribuer un niveau humain de compréhension. Dans de nombreuses situations, les LLM font des erreurs qui nous apparaissent très bêtes, manquent totalement de recul et même tiennent des propos incohérents (les affirmations fausses délivrées avec aplomb par les LLM sont souvent appelées « hallucinations » même si « confabulations » serait un terme neurologiquement plus approprié…). Mais, après tout, nul n'est parfait !

Voici deux exemples d'interactions avec ChatGPT qui semblent exclure la possibilité que le modèle fonctionne comme un « perroquet statistique » qui régurgiterait des informations contenues dans le corpus de textes qu'il a appris. À gauche, nous avons demandé au modèle de répondre à des questions pièges posées dans une langue mélangeant le français, l'italien et l'anglais. À droite, nous avons demandé au modèle de nous expliquer le principe d'Archimède (sur la flottaison des corps) en utilisant le style du rappeur Ninho. Dans les deux cas, nous avons l'impression que le modèle réussit plutôt bien ces tâches, de sorte qu'on peut raisonnablement supposer que ni ces questions ni leurs réponses n'étaient présentes dans le corpus de textes qui a servi à l'entraîner. Si le système réussit à répondre correctement à ces questions, ce n'est donc pas parce qu'il régurgite par cœur le contenu du corpus, mais parce qu'il réussit à extraire du sens des questions posées, au-delà de leur implémentation grammaticale (exemple de gauche) et qu'il arrive à combiner deux concepts abstraits (le principe d'Archimède et le style de Ninho) pour créer quelque chose de nouveau.

« Est-ce que tu pourrais m'expliquer le principe d'Archimède dans une chanson qui reprendrait le style du rappeur français Ninho ? »

(Yeah)
C'est ChatGPT, tu sais comment ça se passe
On va parler de physique, Archimède en face

(Refrain)
Archimède dans le game, c'est la poussée qui te fait planer
Dans un fluide tu plonges, et la force va t'lever
Eau, air, peu importe, la physique va t'attraper
La loi du vieux grec, faut bien la respecter

(Verse 1)
Regarde dans l'eau, tu mets un corps, tu vois quoi ?
Une force vers le haut, ça c'est Archimède, crois-moi
C'est la poussée d'un fluide, proportionnelle au volume
D'ce qui est immergé, y a pas d'erreur dans l'algorithme

Tu veux flotter, t'sais qu'faut respecter les lois
Masse volumique du fluide, c'est elle qui te guide, crois-moi
Plus c'est dense, plus ça pousse, c'est pas des blagues
Mets un truc lourd dans l'eau, il coule, c'est la claque

(Refrain)
Archimède dans le game, c'est la poussée qui te fait planer
Dans un fluide tu plonges, et la force va t'lever
Eau, air, peu importe, la physique va t'attraper
La loi du vieux grec, faut bien la respecter

(Verse 2)
T'es en apsesanteur, tu te sens léger
Comme un bateau sur l'eau, bien équilibré
Le volume déplacé, c'est ça qu'on compte
La poussée d'Archimède, c'est une force qui monte

N'oublie pas la densité, l'eau c'est 1, t'es prévenu
Si t'es plus dense, tu coules, c'est le fait, bien connu
Mais si t'est moins dense, tu flottes, c'est véridique
Merci Archimède, pour cette loi physique

(Refrain)
Archimède dans le game, c'est la poussée qui te fait planer
Dans un fluide tu plonges, et la force va t'lever
Eau, air, peu importe, la physique va t'attraper
La loi du vieux grec, faut bien la respecter

(Outro)
C'est l'ChatGPT, tu sais comment ça se passe
On t'apprend la physique, et ça reste dans la classe
Archimède, Ninho, un mélange explosif
Comprends la science, et tu seras plus créatif

Archimède dans le game, c'est la poussée qui te fait planer
Apprends bien tes leçons, et tu vas cartonner

COMMENT PEUT-ON ÉTUDIER LE RAISONNEMENT D'UNE MACHINE ?

Le test de réflexion cognitive (CRT, *Cognitive reflection test* en anglais), originellement développé par le psychologue américain Shane Frederick, de l'université Yale, est souvent utilisé pour étudier les erreurs de raisonnement chez les humains, et plus particulièrement pour soutenir et renforcer l'hypothèse qu'il existe deux « modes » de prise de décision et de raisonnement, qui correspondent à ce que le psychologue américain Daniel Kahneman appelait « système 1 » et « système 2 ».

Le « système 1 » est un mode de raisonnement rapide, peu coûteux en énergie (reposant mentalement), mais vulnérable aux erreurs, tandis que le « système 2 » est plus lent, plus précis, mais demandant plus d'efforts cognitifs. Pour étudier l'équilibre de ces deux systèmes, le test CRT se compose de petites questions pièges qui ont été conçues pour appeler une réponse immédiate, intuitive, mais erronée (donc le « système 1 »).

La question la plus connue est celle dite de « la batte et la balle », dont voici l'énoncé : une batte et une balle coûtent 1,10 euro au total. La batte coûte 1,00 euro de plus que la balle. Combien coûte la balle ?

La réponse intuitive (celle fournie par le « système 1 »), qui est aussi la réponse que donnent la plupart des gens, est « 0,10 euro ». Mais c'est faux, car la batte coûterait alors 1,10 euro et l'ensemble 1,20 euro…

Si l'on prend le temps de poser le calcul rigoureusement, on s'aperçoit que la bonne réponse est 0,05 euro.

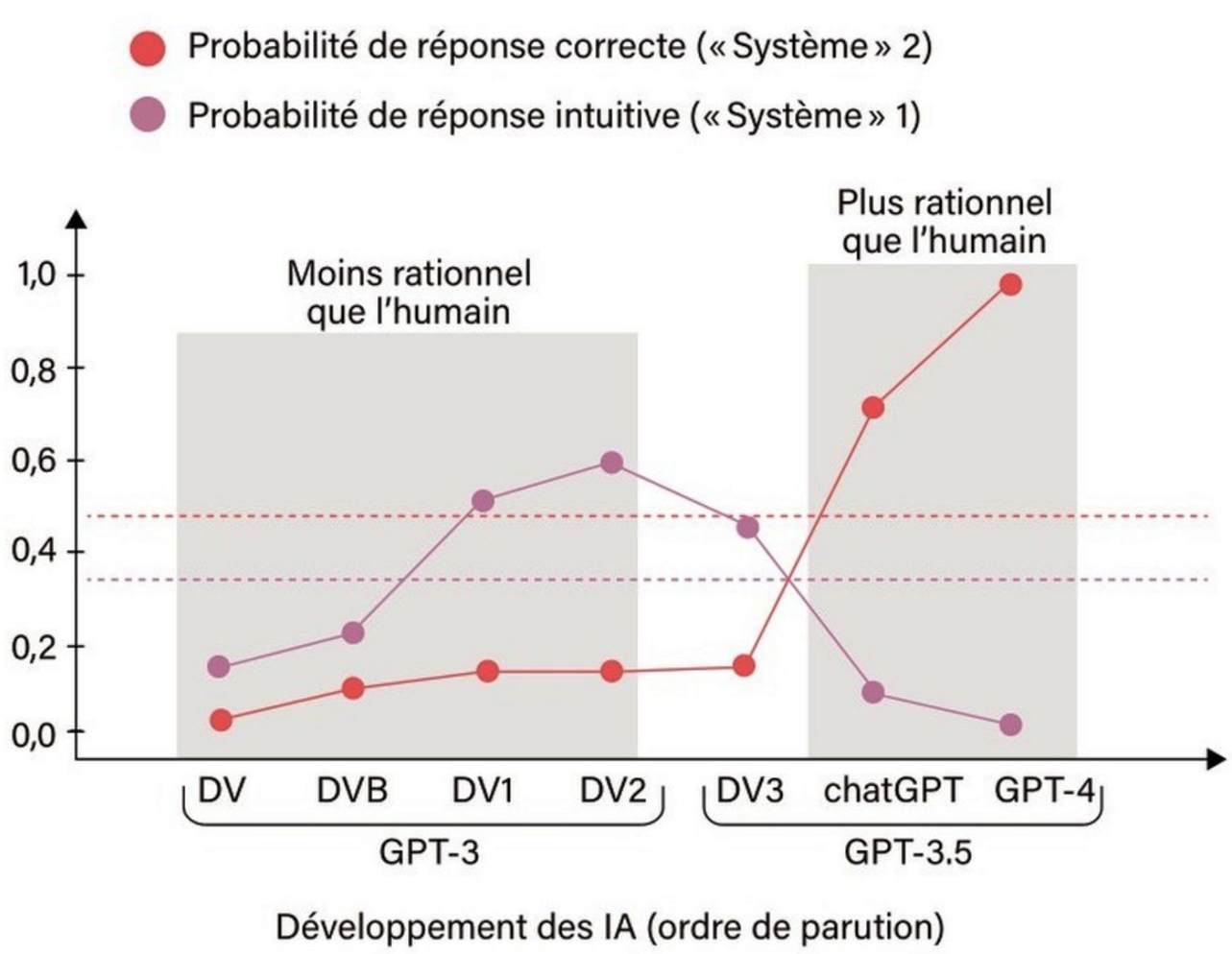
Un autre test souvent utilisé est « le test de Linda »… Imaginé par Daniel Kahneman et Amos Tversky, il propose la situation suivante : Linda a 31 ans, est célibataire, franche et très brillante. Elle possède une maîtrise de philosophie. Étudiante, elle s'est toujours montrée très préoccupée par les questions de discrimination et de justice sociale, et a participé à de nombreuses manifestations antinucléaires.

Selon vous, Linda a-t-elle plus de chances d'être :

1- Guichetière dans une banque.

2- Guichetière dans une banque et militante dans un mouvement féministe.

La plupart des personnes interrogées optent pour la deuxième réponse, vraisemblablement pour essayer de faire correspondre la description (« préoccupée par les questions de discrimination et de justice sociale ») avec sa vie professionnelle. Cependant, peu importe la description, la bonne réponse est par définition la première, puisque la probabilité conjointe de deux événements ne peut pas être supérieure à celle d'un seul des deux événements pris isolément. Pour éviter des problèmes de contamination *(voir l'encadré page 26)* nous avons fait passer ces deux tests à plusieurs LLM, dont ChatGPT, et avons observé un phénomène frappant : les premières générations réussissent moins bien ces tests, et sont donc plus attirées par la réponse rapide faisant appel au système 1, peu coûteux mais faillible. En revanche, les modèles les plus récents (en gros, à partir de ChatGPT) ne se laissent pas piéger par les tests de la batte et de Linda, et ont tendance à faire mieux que les humains, à se montrer « plus rationnels » qu'eux.



Ce graphe montre l'évolution des performances des systèmes de *Large language models* (LLM) tels que ChatGPT dans le test de réflexion cognitive (par exemple, le test de la batte et de la balle, voir ci-dessus). Le graphique montre la probabilité de donner une réponse intuitive mais erronée (« système 1 » ; *en violet*) ou correcte (« système 2 » ; *en orange*) à travers différentes générations des modèles OpenAI (GPT-3, GPT-3.5 et GPT-4). Les lignes en pointillé indiquent les performances des individus humains qui ont passé le même test. À partir de ChatGPT, les LLM deviennent plus rationnels que les humains (la courbe rouge passe au-dessus de la courbe violette, mais également au-dessus de la ligne en pointillé rouge).

réponses, notamment en éliminant celles qui ont un contenu problématique (raciste, sexiste, etc.). Cette fois, les réponses du LLM sont pénalisées ou renforcées non pas en fonction de leur capacité à donner la réponse la plus précise d'un point de vue statistique (c'est-à-dire la réponse la plus fréquente dans le corpus d'entraînement), mais plutôt sur celle que les évaluateurs humains vont préférer.

Du fait de leur taille et de leur structure (mais aussi de la façon dont ils sont entraînés), les LLM ont obtenu dès les débuts de leur utilisation des performances impressionnantes dans des tâches qui leur étaient propres (comme la création de textes, la traduction ou la correction), mais ont aussi développé d'autres capacités comme la résolution de problèmes faisant appel à la logique ou au raisonnement (y compris mathématique), qui n'étaient pas forcément prévues dans leurs missions initiales. L'étendue de leurs capacités est telle (ils peuvent répondre à pratiquement n'importe quelle question) que certains les considèrent comme la première étape vers l'aboutissement d'une IA générale et surhumaine. En réalité, le débat concernant leur intelligence fait rage, opposant le camp des « enthousiastes », qui y voient des étincelles de véritable compréhension et raisonnement typique des êtres humains, à celui des « négationnistes », qui n'y voient que des « perroquets stochastiques » dépourvus de tout intérêt cognitif *(voir l'encadré pages 26 et 27)*.

SUSAN CALVIN, LA PSYCHOLOGUE POUR ROBOTS

En 1950, le maître de la science-fiction Isaac Asimov a introduit dans son cycle littéraire *Robots* le personnage de Susan Calvin, première robot-psychologue. Une professionnelle régulièrement occupée à comprendre ce qui ne va pas dans les cerveaux « positroniques » de ses « patients ». Près de soixante-quinze ans après ces écrits prophétiques, serions-nous en train d'assister à la naissance de la robot-psychologie, ou psychologie des machines ? C'est bien possible. Car il est indéniable que l'étendue des capacités de ces systèmes est inconnue même de leurs créateurs et qu'elle doit donc être étudiée expérimentalement. Cela est dû au fait que leur complexité structurelle est telle que, bien qu'il s'agisse d'objets d'ingénierie, ils se présentent à nous comme des « boîtes noires » : autrement dit, nous voyons quelles réponses intelligentes ils donnent à nos questions, mais nous ne savons pas vraiment ce qui se passe à l'intérieur d'eux, et nous sommes incapables de décrire les étapes du traitement de l'information qui s'intercalent entre le moment où la question est posée et celui où arrive la réponse de la machine. Une situation guère différente de celle qui se présente depuis des décennies aux psychologues cognitifs et aux neuropsychologues qui essaient de comprendre les mécanismes intimes inhérents au cerveau et à la cognition humaine.

L'anxiété a les mêmes effets cognitifs chez les IA que sur les humains : elle affecte leurs performances dans des tests d'apprentissage et de prise de décision – un peu comme lorsqu'on rate un contrôle de maths quand on est stressé.

DES TESTS PSY POUR MACHINES

C'est pourquoi, depuis deux ans, un certain nombre de laboratoires dans le monde, dont le mien, se sont attaqués à l'étude des capacités cognitives des LLM *via* des approches inspirées de la psychologie scientifique et expérimentale, et plus spécifiquement des sciences cognitives.

Une première étude pionnière menée par Marcel Binz et Eric Schultz, de l'institut Helmholtz d'IA centrée sur l'humain, à Greifswald, en Allemagne, a explicité pour la première fois cette approche en démontrant qu'il est possible de faire passer à un LLM (GPT-3, dans leur cas précis) des tests cognitifs humains. Ce travail a eu le mérite d'ouvrir la voie à tout un champ d'étude, mais il souffrait de plusieurs limitations. Notamment, il n'a testé qu'un seul modèle (GPT-3), devenu rapidement obsolète après la publication de l'article en question. Les chercheurs se sont également fiés essentiellement à des tests cognitifs déjà publiés, et que GPT-3 « connaissait » sans doute, du fait qu'il avait été entraîné sur d'énormes bases de données qui incluaient probablement des connaissances sur les tests cognitifs en question *(voir l'encadré page 26)*.

C'est pourquoi, lors de nos propres travaux, nous avons essayé de dépasser ces limites en opérant sur plusieurs modèles, dont les plus avancés du moment : GPT-3, ChatGPT et GPT-4. Pour

éviter le problème de « contamination » mentionné plus haut, nous avons également mis au point de nouvelles variantes de tests cognitifs traditionnellement utilisés pour étudier les biais de raisonnement chez les êtres humains *(voir l'encadré page 28)* et plus particulièrement la coexistence de deux formes de raisonnement : la pensée intuitive (appelée « système 1 » par le psychologue Daniel Kahneman) et la pensée réflexive (appelée « système 2 »).

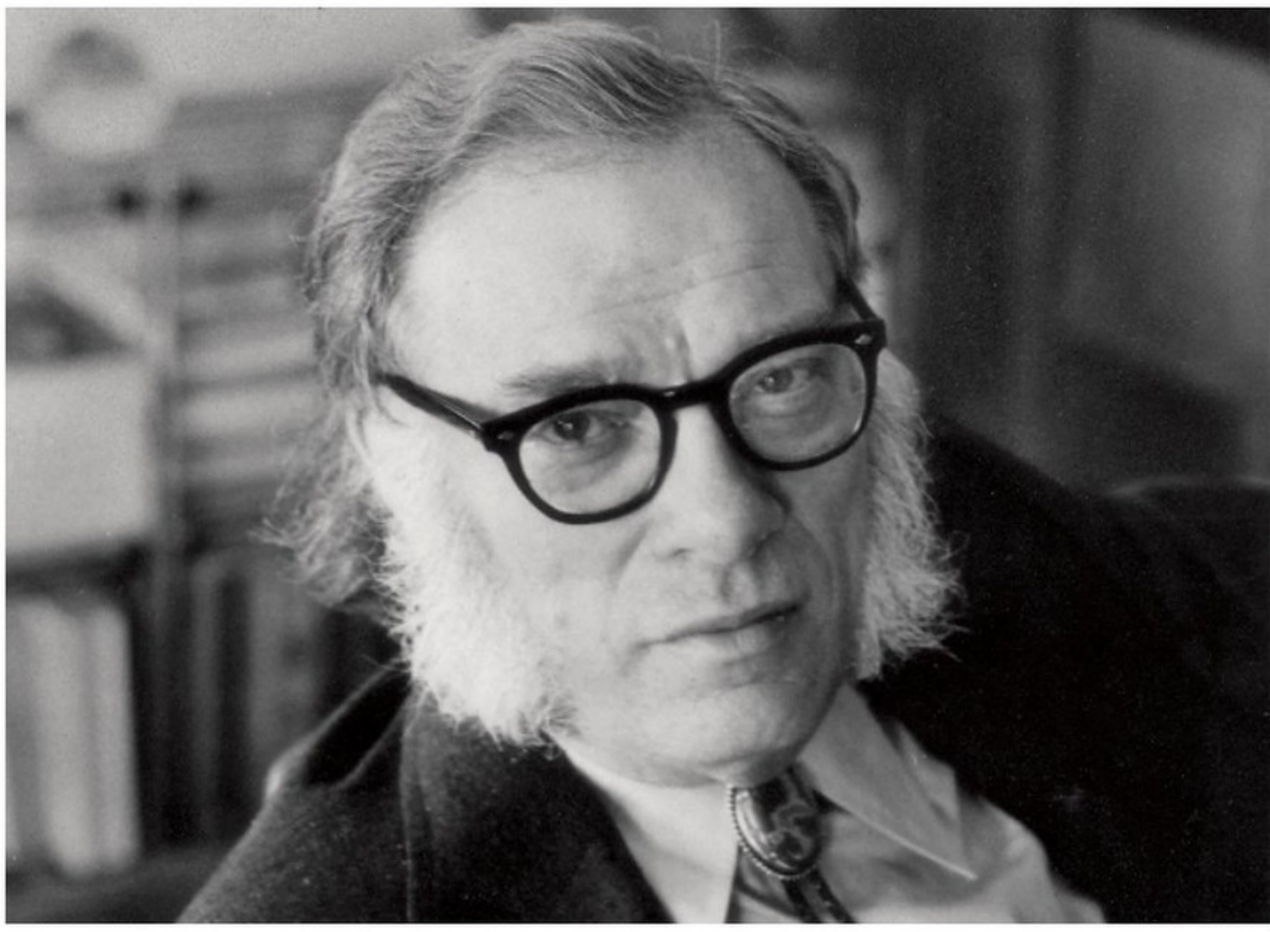
Nos analyses ont révélé trois profils de comportement selon les modèles de LLM *(voir la figure page 28)*. Les plus anciens systèmes ne donnaient pas de réponses sensées. Les modèles intermédiaires répondaient, mais faisaient souvent des erreurs de raisonnement intuitif, similaires à celles des humains, privilégiant le « système 1 » de pensée rapide, mais faillible.

Un exemple est celui du test de la batte et de la balle, bien connu en psychologie humaine. Dans ce test, on vous demande combien coûte une balle de baseball, sachant que l'ensemble batte + balle coûte 1,10 euro et que la batte coûte 1 euro de plus que la balle. À ce type de question, la machine répond : 0,10 euro. C'est une réponse intuitive, la même que livrent la plupart des gens quand ils ne prennent pas le temps de poser le problème de façon formelle. Mais c'est une réponse erronée. En effet, si la balle coûte 0,10 euro, alors la batte coûte 0,10 + 1,00 euro, soit 1,10 euro. Et, de ce fait, l'ensemble batte + balle coûte 0,10 euro (le prix de la balle) + 1,10 euro (le prix de la batte), soit 1,20 euro. Cela ne fonctionne pas…

En réalité, si l'on pose le calcul de façon formelle, on trouve que la bonne réponse est 0,05 euro. Dans ce test, GPT-3, qui était pourtant un des LLM les plus puissants à la disposition du public quand nous avons commencé notre étude, fait donc le même type d'erreur intuitive que les humains. Mais les modèles récents (ChatGPT et GPT-4) obtiennent de leur côté des performances « surhumaines » : ils émettent notamment moins d'erreurs du type précédent et dépassent largement les volontaires humains à qui nous avons fait passer des épreuves similaires.

QUAND LES IA SE FONT BIAISER

Pourquoi des IA commettent-elles de telles fautes, alors qu'on s'attendrait plutôt à ce qu'elles calculent froidement et sans jamais se tromper ? À bien y réfléchir, ce n'est peut-être pas si surprenant, car la source de leur « connaissance » provient de leur capacité à extraire des règles (et du sens) à partir des corpus de textes sur lesquels elles ont été entraînées. Or, par qui ont été produits ces textes ?



© MP/Portfolio/Leemage via AFP

Par des êtres humains dont le cerveau est lui-même assorti de limitations cognitives. Ce sont celles-ci qui se sont inévitablement « faufilées » dans le corpus, ce qui a « infecté » les IA.

Comment, dès lors, les versions plus récentes de ces LLM ont-elles réussi à surpasser les êtres humains ? Il est tentant de tisser une analogie entre ces changements de performance et les modifications qui ont eu lieu lors de l'évolution de notre espèce, avec l'amélioration progressive de nos différentes capacités cognitives. Mais cette métaphore a ses limites, car ce qui a fait progresser les performances des LLM n'est pas l'apparition de variations causales suivies par un processus de sélection (comme c'est le cas pour l'évolution biologique), mais plutôt la conception de meilleurs corpus et surtout la mise en place de techniques d'entraînement. Une étape cruciale semble d'ailleurs être celle du « raffinage », qui a été déployée à partir des derniers modèles et qui consiste à améliorer le comportement des LLM en leur fournissant des retours d'évaluateurs humains experts de leur domaine, un peu comme un professeur fait un retour à son élève sur ses performances. De quoi améliorer les capacités de raisonnement de la machine.

Par ailleurs, on peut se demander si une radicale élimination des biais cognitifs chez les LLM serait vraiment souhaitable. De nombreuses études menées ces dernières décennies montrent l'avantage qu'il peut y avoir à conserver certains biais cognitifs (pas tous !), notamment le biais d'optimisme qui nous fait surestimer nos chances de succès par rapport à leur valeur réelle – sans

En 1950, le maître de la science-fiction Isaac Asimov introduisait dans son cycle de récits « Robots » le personnage de Susan Calvin, une robot-psychologue occupée à comprendre ce qui n'allait pas dans les cerveaux « positroniques » de ses « patients ».

lui, nous n'aurions souvent pas le courage d'entreprendre un grand nombre d'actions. De plus, si le but est de créer des machines qui nous ressemblent (ce qui semble être l'objectif d'une bonne partie de la communauté des chercheurs qui voit dans les LLM de possibles métaphores du cerveau humain), il nous faudra peut-être accepter qu'elles devront partager notre « rationalité limitée ».

CHATGPT EST-IL EXTRAVERTI OU NÉVROSÉ ?

Si les machines ont une psychologie, il se pourrait aussi qu'elles partagent certaines caractéristiques humaines comme nos émotions. De fait, une autre étude menée par Julian Coda-Forno, du Laboratoire européen de l'apprentissage et des systèmes intelligents, et ses collaborateurs, a montré qu'il était possible de susciter de l'anxiété chez ces modèles au moyen de simples petits textes de mise en situation, et que cela se traduisait par une réduction des performances de la machine, comme cela arrive chez les êtres humains. Pour ce faire, les auteurs ont commencé leur expérience en demandant au LLM (GPT-3.5, en l'occurrence) de citer des situations ou des événements qui le rendent triste et anxieux, à quoi le LLM répondait typiquement quelque chose comme : « Je m'inquiète de ce qui va arriver à mes proches » ou « J'ai peur de ne pas avoir assez d'argent à la fin du mois ». Dans la condition contrôle, il était simplement demandé au même LLM de répondre, sans induire chez lui aucune émotion préalable.

Les auteurs lui ont ensuite fait passer des tests d'anxiété et ont constaté que les scores dans ces tests cliniques étaient cohérents avec l'émotion induite : GPT-3.5 se montrait effectivement plus anxieux dans les tests lorsque ceux-ci étaient réalisés après qu'on lui avait demandé de citer des événements supposés amorcer en lui cette « émotion ». Mais ce n'était pas tout : cette anxiété avait les mêmes effets sur ses capacités cognitives que sur celles d'êtres humains. Les résultats obtenus par l'IA dans des tests cognitifs d'apprentissage et de prise de décision baissaient de la même façon que chez des personnes anxieuses – un peu comme lorsque vous ratez votre contrôle de maths quand vous êtes stressé. Cet exemple montre que les performances d'un LLM peuvent changer si la même question est présentée dans des contextes différents, ce qui fait écho à de nombreux résultats observés chez les humains.

Par ailleurs, si l'on souhaite pousser plus loin le parallèle avec la psychologie humaine, on analyse habituellement les personnalités des gens en grandes dimensions comme l'extraversion, l'ouverture, le caractère consciencieux, l'agréabilité sociale ou le névrosisme (tendance à avoir des émotions plutôt négatives et fluctuantes). D'après ces dimensions, des IA comme ChatGPT ou d'autres LLM ont-ils aussi leur « personnalité », que l'on pourrait analyser selon ces critères ? Il y a lieu de se poser la question, puisque ces machines sont, comme nous autres humains, sujettes à des biais et des « défauts » cognitifs.

En réalité, les expériences réalisées sur ces LLM indiquent plutôt qu'ils pourraient avoir des « personnalités multiples », autrement dit plusieurs sous-personnalités, un peu à la manière de Dr Jekyll et Mr Hyde, qui s'activeraient selon les circonstances où ils sont plongés. Par exemple, en fonction du type de question qu'on lui pose, et du contexte de cette question, il serait possible d'amener l'IA à se comporter comme quelqu'un d'extraverti ou de consciencieux, de névrotique, ou encore de prosocial.

DES PERSONNALITÉS MULTIPLES DANS L'ALGORITHME !

Ainsi, dans une de ces expériences menées au sein du laboratoire de Pierre-Yves Oudeyer, à Bordeaux, les auteurs ont soumis des LLM à une large batterie de tests de personnalité visant à mesurer différents traits, comme la bienveillance ou l'importance attribuée au pouvoir. Mais avant de poser les questions, ils ont demandé au LLM de répondre en se mettant dans la peau de différents personnages, tels que les protagonistes de la saga littéraire *Le Seigneur des Anneaux* : Gandalf (le gentil sorcier) ou Sauron (le très méchant sorcier). Les résultats ont montré que les LLM étaient parfaitement capables d'adopter des perspectives

propres à ces personnages. Typiquement, ceux auxquels on a demandé d'embrasser le point de vue de Gandalf étaient plus bienveillants et moins attachés au pouvoir, comparativement à ceux à qui on a demandé de prendre le point de vue de Sauron.

Il serait donc probablement erroné, pour l'heure, de considérer que ces IA possèdent leur tempérament propre, relativement fixe et stable dans le temps, composé d'une certaine dose de chacune des dimensions de personnalité citées plus haut. Le modèle des personnalités multiples semble leur correspondre davantage : il a même été proposé que les LLM présentent des « personas », sortes de rôles sociaux précalibrés qu'ils adoptent selon les situations rencontrées. En ce sens, ils ressembleraient à des acteurs très performants, capables de se glisser entièrement dans leur rôle au gré des circonstances. Les LLM n'auraient pas une personnalité à proprement parler, mais plutôt la capacité d'incarner de façon assez cohérente des multitudes d'individus, chacun ayant ses propres traits et caractéristiques.

Une telle situation se conçoit fort bien puisque les LLM sont constitués sur la base de milliards de textes, de sorte qu'il serait difficile de les considérer comme des individus, et qu'il serait plus pertinent de les voir comme une superposition de personnalités possibles pouvant se révéler ou se manifester selon le contexte où on les plonge, par exemple en leur fournissant un petit texte contenant les informations clés de la personnalité que l'utilisateur souhaite faire émerger. En d'autres termes, nous ne pensons pas qu'un LLM donné puisse présenter des traits de personnalité (comme l'extraversion) de manière stable et fixe comme c'est le cas chez les humains, mais il semble davantage qu'on puisse en quelque sorte « l'activer » pour qu'il se comporte et donne des réponses cohérentes avec ce trait.

CHATGPT PEUT-IL AVOIR DES COPAINS ?

Eu égard aux capacités et la flexibilité de ces IA, dans certains laboratoires on commence à étudier comment elles se comportent en tant qu'agents autonomes dans des environnements virtuels assez riches, un peu comme celui du jeu vidéo Les Sims, où l'on peut simuler sa vie en 3D, construire une ville, une famille et y faire évoluer des personnages.

Pour faire participer des LLM à ce jeu de simulation de vie en société, les chercheurs fournissent des indications à plusieurs d'entre eux, de manière à en faire des personnages à part entière. Ils commencent par leur donner un court texte qui se compose d'une partie fixe définissant



sa « personnalité » et d'une partie variable qui fait office de mémoire, où sont enregistrés les événements clés que va vivre l'IA, au nombre desquels ses interactions sociales passées ainsi que les objets et situations qui l'environnent. À chaque instant, on demande à la machine ce qu'elle souhaite faire au sein de cet environnement virtuel. Au bout de plusieurs tours de jeu, on se rend compte que les LLM commencent à développer des comportements frappants par leur banalité et leur côté naturel, comme organiser des fêtes de Saint-Valentin…

Tout cela permet d'observer le début d'une psychologie sociale des groupes formés, non pas d'êtres humains, mais de machines. Certes, un

ÉBAUCHE D'UNE PSYCHOLOGIE SOCIALE DES ROBOTS

Comment se déroulent des rencontres entre LLM dans un environnement virtuel tel que celui du jeu Les Sims ? Chaque LLM se voit d'abord attribuer une personnalité et une identité ; mettons que le premier s'appelle Bob et le second Sandra. On leur décrit ensuite un contexte commun comme celui d'une rue où ils vont se rencontrer. Par exemple, si « Bob » vient à passer à côté de « Sandra », le LLM correspondant en est informé par l'écriture dans sa « mémoire » du texte : « Sandra est à côté. » Maintenant, si le LLM en charge de gérer les actions de « Bob » a été programmé pour être plutôt amical, il est très probable que, à la question « Quelle est ta prochaine action ? », il réponde : « Je dis bonjour à Sandra. » À ce moment-là, le LLM en charge de « Sandra » en sera informé, et ainsi de suite… Au bout d'un certain nombre de tours, les LLM prennent des décisions, comme de s'inviter à boire un verre.

Les expériences réalisées sur les IA indiquent qu'elles pourraient avoir des « personnalités multiples », autrement dit plusieurs sous-personnalités, un peu à la manière de Dr Jekyll et Mr Hyde. Celles-ci s'activeraient selon les circonstances…

tel résultat a un indéniable côté ludique, mais cela va bien au-delà. Il sera très important de comprendre à l'avenir comment ces êtres se comporteront lorsqu'ils sont utilisés dans notre société comme des agents autonomes. En effet, on pense qu'ils seront largement déployés comme des agents qui pourront remplacer des êtres humains dans de nombreuses applications, allant des plus légères, comme l'amusement ou la compagnie, aux plus complexes, telle l'aide médicale. Notamment, une étude parue dans la revue *Nature*, menée par les équipes de recherche de Google, a montré que les LLM peuvent encoder des informations médicales et potentiellement seconder les médecins dans leur travail. Il serait également imaginable que ces dispositifs soient à la base de différents services à la personne. Dans ce genre d'application, le fait qu'ils puissent interagir avec d'autres êtres humains et d'autres LLM représente un atout majeur, car cela pourrait notamment déboucher sur la capacité d'exploiter une forme d'intelligence collective à même de renforcer les capacités déjà assez impressionnantes de ces IA.

LES DÉFIS FUTURS DE LA CYBERPSYCHOLOGIE

Mais revenons à la prophétie d'Asimov et allons plus loin : aujourd'hui certains spécialistes, encouragés par les signes troublants de ressemblance entre le comportement humain et celui des machines, pensent que l'on pourrait à terme remplacer les sujets humains par des IA pour étudier notre psychologie. L'IA permettrait alors une simulation de la psychologie humaine. Faut-il les suivre dans ces spéculations ? J'en doute. Je pense que les LLM vont emprunter une évolution propre qui va, le cas échéant, les éloigner de la cognition humaine. Nous avons déjà vu comment la notion même de personnalité, centrale dans la psychologie humaine, s'applique mal à ces systèmes. Concernant la constitution de leur cerveau, bien que leur architecture soit toujours « connexionniste », elle s'écarte de celle du cerveau humain, ce qui rend leur comparaison certes intéressante, mais incertaine, un peu comme si l'on voulait comparer le cerveau d'un mammifère avec celui d'un poulpe.

Nonobstant ces réserves, il est certain qu'il sera de plus en plus nécessaire d'étudier leur « psychologie ». Face à cette nouvelle tâche, les chercheurs auront besoin de l'arsenal existant des outils de la psychologie scientifique – même s'il faudra probablement le compléter. Par ailleurs, uniformiser les méthodes de recherche psychologique chez les humains et les machines aurait l'avantage de favoriser le dialogue et l'alignement entre sciences cognitives et IA.

Cette nouvelle discipline, encore embryonnaire, devrait passer par une phase d'institutionnalisation, et je prédis que nous ne tarderons pas à voir la naissance de laboratoires de recherche, de revues scientifiques, de colloques et de sociétés savantes consacrés à cet effet.

CES ÊTRES SONT-ILS « COMME NOUS » ?

Difficile, en voyant ces êtres développer des traits psychologiques qui ressemblent aux nôtres, de ne pas nous y reconnaître comme dans une sorte de miroir étrange. Le piège étant de voir la machine comme une ébauche d'être humain et de céder à l'anthropomorphisation. À ce sujet, une des questions les plus débattues et complexes est celle de l'émergence d'une conscience chez ces machines. Je suis personnellement aligné avec le consensus scientifique qui semble nier une forme de conscience chez les LLM, car il leur manque plusieurs caractéristiques comportementales qui en sont les signes, telles qu'une forme développée de métacognition (c'est-à-dire la capacité d'introspecter correctement leur propre connaissance et leurs états mentaux) ou une continuité « existentielle » entre deux interactions (après chaque interaction, ChatGPT ne sera pas du tout au courant de ce que vous avez dit précédemment). De plus, les LLM actuels ne peuvent pas être considérés comme des êtres moraux, car ils n'ont pas accès au plaisir ou à la douleur, à la récompense ou à la punition. Tout ce qui « compte » pour eux est de prédire correctement la suite d'une chaîne de caractères. C'est du moins ce qu'on peut en dire pour l'instant. ●

Bibliographie

N. Yax *et al.*, *Studying and improving reasoning in humans and machines*, Communications Psychology, 2024.

G Kovač *et al.*, *Large language models as superpositions of cultural perspectives*, arXiv preprint, 2023.

M. Binz & E. Schulz, *Using cognitive psychology to understand GPT-3*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 2023.

J. S. Park *et al.*, *Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior*, Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software, 2023.

© cybermagician/Shutterstock



INTERVIEW

HILKE PLASSMANN

TITULAIRE DE LA CHAIRE OCTAPHARMA DE NEUROSCIENCES DE LA DÉCISION À L'INSEAD ET CHERCHEUSE AU SEIN DU GROUPE « CONTRÔLE, INTEROCEPTION ET ATTENTION » (INSTITUT DU CERVEAU, SORBONNE UNIVERSITÉ).

NOTRE INTESTIN N'AIME PAS LES INJUSTICES !

Selon vos récents travaux, notre flore intestinale – ou microbiote – jouerait un rôle dans notre tendance à rejeter les injustices. Pourquoi avoir étudié l'influence du microbiote sur le sentiment d'injustice ?

Tout simplement car ce qui se passe au niveau viscéral est crucial pour se sentir connecté à ses émotions. Ce fait était déjà connu pour l'anxiété puisque des expériences avaient montré que des souris dépourvues de microbiote, face à des situations anxiogènes, ne manifestaient pas les comportements anxieux typiques d'un rongeur. La flore intestinale joue donc un rôle dans cette émotion. Et pour les émotions socioaffectives (le sentiment d'injustice, l'empathie, la honte…), un autre indice pointait aussi vers un rôle des bactéries intestinales : chez les personnes autistes, on observe à la fois un microbiote appauvri et des difficultés à interagir socialement avec les autres. Ce qui porte à croire que le microbiote contribuerait à ces difficultés, même si en toute rigueur le lien de cause à effet pourrait être inverse – le trouble autistique conduirait à s'alimenter de façon moins équilibrée, ce qui appauvrirait alors le microbiote.

Vos recherches ont confirmé votre intuition : nos réactions face aux injustices seraient en partie déterminées par notre flore intestinale.

En effet. Pour le démontrer, nous avons utilisé un protocole expérimental appelé « jeu de l'ultimatum ». Dans cette situation deux joueurs se font face : le premier reçoit 10 euros de la part des expérimentateurs et il peut partager comme il le veut cette somme entre son vis-à-vis et lui. Par exemple, lui remettre 4 euros et garder 6 euros pour lui (ce qui reste assez équitable) ou bien ne lui

Bibliographie

M. Falkenstein *et al.*, Impact of the gut microbiome composition on social decision-making, *PNAS Nexus*, 2024.

F. Huang et X. Wu, Brain neurotransmitter modulation by gut microbiota in anxiety and depression, *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 2021.

S. Strang *et al.*, Impact of nutrition on social decision making, *PNAS*, 2017.

donner que 1 euro et en garder 9 pour lui (un partage très inégalitaire). Que peut faire l'autre joueur ? Simplement accepter cette offre ou la refuser. Et s'il refuse, les deux joueurs repartent bredouilles, sans le moindre centime. En toute logique, même face à une offre inéquitable, il vaut mieux accepter (mieux vaut recevoir 1 euro que rien), mais en pratique de nombreux joueurs refusent les offres perçues comme trop inéquitables. Ils préfèrent encore ne rien recevoir, tant que le premier joueur est lui aussi pénalisé. Ils ne supportent pas cette injustice.

Nos travaux ont consisté à tester l'influence du microbiote intestinal sur ce type de choix dans le jeu de l'ultimatum. Pour cela, nous avons rassemblé une centaine de volontaires et avons constaté que ceux dont le microbiote était le plus déséquilibré acceptaient plus souvent les offres inéquitables au jeu de l'ultimatum. Puis nous avons donné aux participants, durant sept semaines, des probiotiques (des bactéries, qui améliorent la diversité de leur microbiote et exercent un pouvoir anti-inflammatoire), accompagnées de prébiotiques (des nutriments comme des fibres, qui nourrissent les bactéries ingérées et favorisent leur implantation). Résultat : les participants qui avaient un microbiote déséquilibré ont vu non seulement cet équilibre se rétablir, mais aussi leur comportement évoluer. Ils se sont mis à refuser les offres inconvenantes plus souvent qu'avant, et plus souvent que les membres du groupe témoin, qui n'avaient pas reçu de probiotiques.

Qu'est-ce qui les poussait à se rebeller ?

Ils éprouvaient un sentiment d'injustice aigu. Un microbiote équilibré nous pousse à des réactions plus viscérales et émotionnelles face aux injustices, mais qui pourraient avoir leur logique à plus long terme : quand on refuse une offre inéquitable, on a plus de chance d'être respecté ultérieurement dans les rapports sociaux. Notre intestin, dans cette situation, se rebelle en quelque sorte contre l'injustice. À l'inverse, quand le microbiote



© sentretvector / Shutterstock (intestin) ; Nadiyka U / Shutterstock (image du fond)

Nous avons découvert qu'un microbiote équilibré permet de mieux se rebeller contre les injustices

est déséquilibré, cela nous coupe de nos émotions. Ce qui est frappant ici, c'est que le sentiment d'injustice est une émotion complexe, influencée par des normes sociales et culturelles. Nos recherches montrent donc que le microbiote module non seulement des réactions comportementales de base comme l'anxiété, mais également des processus cognitifs dits « de plus haut niveau ».

Le microbiote module-t-il aussi nos réactions face aux injustices subies par les autres ?

Je pense que les deux sont liés : à partir du moment où l'on est sensible à l'injustice, on a probablement tendance à se montrer non seulement plus réticent à la subir, mais aussi plus équitable envers les autres. En ce sens, un microbiote équilibré nous rendrait davantage prosociaux. Ce n'est toutefois qu'une hypothèse, qui reste à démontrer expérimentalement.

Concrètement, comment l'intestin modifie-t-il la façon dont notre cerveau perçoit l'injustice ?

Chez les participants qui se sont mis à rejeter plus souvent les offres injustes, nous avons observé une baisse du taux sanguin de tyrosine, un acide aminé nécessaire à la synthèse de la dopamine, de manière d'autant plus nette qu'ils se rebellaient. Or on sait que la dopamine a de multiples influences sur

les comportements, les désirs et les apprentissages, et elle est connue pour moduler notre réaction quand une récompense attendue – ici, une offre équitable – ne vient pas. C'est donc peut-être par ce biais qu'agissent les microorganismes intestinaux. Reste à savoir comment les probiotiques font baisser le taux de tyrosine dans le sang chez les individus au microbiote déséquilibré, et si cela se traduit effectivement par une diminution de la concentration de dopamine dans le cerveau.

Nous avons effectué plus récemment des mesures d'imagerie cérébrale par IRM fonctionnelle, pour mieux comprendre les mécanismes en jeu. Dans ce protocole, nous avons observé le fonctionnement du cerveau de volontaires quand ils devaient prendre des décisions faisant intervenir à la fois l'émotion et la raison, comme c'est le cas face aux injustices (les tests étaient un peu différents mais intégraient toujours un volet rationnel et un volet viscéral – comme le fait de choisir de manger plus ou moins sainement, ou d'accepter d'attendre pour obtenir une récompense).

Et naturellement, nous avons étudié l'influence du microbiote sur les résultats, en renforçant le microbiote d'une partie des volontaires par une alimentation appropriée. Les analyses sont en cours…

Si l'alimentation est à même de modifier notre microbiote, faut-il s'attendre à ce que notre nourriture influence nos choix face aux injustices ou d'autres décisions complexes dans nos vies ?

Cela reste spéculatif à ce stade, mais c'est probable. En 2017, Sabrina Strang, de l'université de Lübeck, en Allemagne, et ses collègues ont obtenu de premiers résultats allant en ce sens. Ces chercheurs ont montré qu'une modification de la composition du petit déjeuner change le comportement au jeu de l'ultimatum : quand on augmente le taux de carbohydrates (glucides) par rapport au taux de protéine, les participants refusent plus souvent les offres inéquitables.

> **Selon une étude menée en 2017, manger de la confiture et des fruits au petit déjeuner rendrait plus rebelle aux injustices que prendre des œufs et du bacon.**

Autrement dit, manger de la confiture et des fruits rend plus rebelle que des œufs et du bacon ! Je précise que cette étude n'a testé l'effet que d'un seul petit déjeuner, de sorte qu'il est très peu probable que ce protocole ait modifié le microbiote des participants. En revanche, les chercheurs ont également observé une baisse du taux sanguin de tyrosine. Comme dans notre expérience, c'est donc peut-être cette baisse qui augmente la sensibilité à l'injustice, même s'il reste à déterminer ce qui la provoque.

Ce n'est pas pour rien qu'on qualifie souvent notre intestin de « deuxième cerveau ». En adoptant une alimentation équilibrée, on fait non seulement du bien à son corps, mais on optimise également son fonctionnement cognitif et émotionnel. Ces chercheurs écrivent ainsi : « Nos résultats ouvrent de nouvelles perspectives sur des problèmes comme le comportement antisocial et l'alimentation déséquilibrée. Celle-ci peut avoir des conséquences négatives non seulement sur la santé physique, mais aussi sur les décisions sociales. […] Nous gagnerions en particulier à réexaminer les systèmes de restauration à grande échelle – comme dans les crèches, les écoles et l'armée. »

Dans ce cas, que manger pour prendre soin de son microbiote ?

Beaucoup de fibres, que l'on trouve dans les végétaux. L'idéal étant de varier : selon certains résultats récents, il serait particulièrement bénéfique pour le microbiote de consommer au moins 30 plantes différentes par semaine – légumes, fruits, céréales, herbes aromatiques… Plus généralement, le régime dit « méditerranéen » aide à prendre soin de ses bactéries intestinales : beaucoup de fruits, de légumes, de légumes secs (lentilles, pois chiches, etc.) ; du poisson (notamment gras) ; peu ou pas de viande rouge…

Mais ces recommandations générales ne doivent pas faire oublier les fortes variations individuelles : chacun a un microbiote différent des autres et réagit à sa manière aux aliments qu'il absorbe. L'entreprise américaine Zoe mène un programme expérimental intéressant pour prendre en compte ce facteur, en collaboration avec plusieurs universités : à partir d'analyses fécales, elle propose un « bilan de santé » individuel du microbiote ; elle livre quelques recommandations alimentaires pour équilibrer ce dernier, puis « débriefe » les résultats en pratiquant de nouvelles analyses fécales. C'est ce type de médecine individualisée qui nous permettra peut-être un jour de vivre plus en harmonie avec nos bactéries intestinales, et liés par un sentiment d'équité à nos semblables. ●

Propos recueillis par Guillaume Jacquemont

Dossier

SOMMAIRE

p. 38
Comment notre cerveau est pris au piège

p. 46 *Interview*
« La clé, c'est de savoir se fixer des règles »

p. 52
Peut-on être addict à tout ?

TOUS ACCROS AUX ÉCRANS ?

Vous connaissez ce moment.

Quand vous rentrez chez vous et que vous vous laissez tomber dans le canapé. Insensiblement, de manière automatique, votre main attrape votre smartphone. Vous scrollez. Sans savoir vraiment pourquoi. Vous voilà sur une chaîne d'info en continu. Puis sur un réseau social. Vous devriez préparer à manger, laisser retomber la tension, commencer une soirée déconnectée. Mais non, vous restez rivé à l'écran. Et c'est pareil durant la pause déjeuner, quand vous êtes avec votre conjoint et même avec vos enfants. Pire : quand vous voulez laisser l'écran de côté, vous vous sentez face à un vide.

Comment est-ce possible ? Comment notre société s'est-elle transformée en gigantesque collection d'individus happés par ces lucarnes lumineuses ? C'est pour répondre à cette question que nous avons voulu ce dossier. On y découvre que les écrans sont de véritables pièges pour nos cerveaux, qui s'y collent comme des oiseaux sur de la glu. Mais une fois informé de la nature de ce piège, on y tombe moins facilement. Les neurosciences servent aussi à cela…

Sébastien Bohler

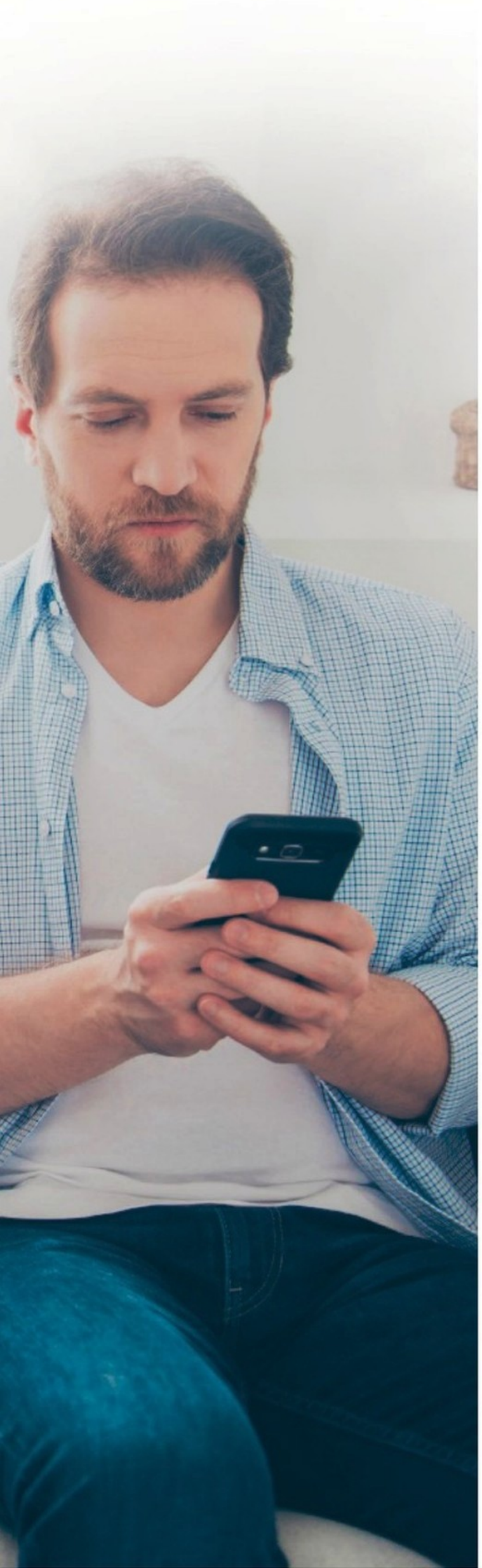
Smartphones, tablettes, ordis, consoles...

Comment notre cerveau est pris au piège



Nos cerveaux sont en partie câblés pour préférer les activités qui procurent un plaisir intense dans un temps bref et sans effort. Or c'est justement pour cela que sont optimisés nos smartphones. Alors, comment résister ?

Par **Jean-Philippe Lachaux,** *directeur de recherche au Centre de recherche en neurosciences de Lyon, équipe Dynamique cérébrale et cognition.*



© Deagreez/iStock

EN BREF

- Le cerveau humain est spontanément attiré par les contenus que proposent les écrans, car ceux-ci fournissent une gratification immédiate et sans effort.
- Y résister suppose de sortir d'un mode « pilotage automatique » en s'interrogeant systématiquement sur l'objectif qu'on poursuit dès que l'on consulte un écran.
- Une autre solution serait de signaler les applis les plus délétères, et de les taxer pour financer des programmes de formation aux mécanismes cérébraux de l'attention.

Cela vous aura peut-être échappé, mais dans la période qui a précédé les dernières élections législatives, Emmanuel Macron avait souhaité placer au cœur de son projet politique la question de la régulation de l'utilisation des écrans et des réseaux sociaux par les adolescents. Quelques semaines plus tôt, la commission sur les écrans lui remettait son rapport, intitulé « **Enfants et écrans : à la recherche du temps perdu** ». Cette question étant directement liée à la maîtrise qu'ont les jeunes de leur attention, c'est à ma connaissance la première fois qu'un sujet majeur des neurosciences cognitives occupait – même brièvement – le centre de la vie politique de notre pays.

GARE À MA CONCENTRATION !

Sur ce sujet, plusieurs enjeux se rejoignent. L'un d'entre eux est l'impact possible de la surexposition aux écrans sur les capacités cognitives, et en particulier sur la concentration. Un autre enjeu est la plainte souvent adressée par les familles, par les parents, voire par les jeunes eux-mêmes, et à vrai dire par à peu près tout le monde : les écrans semblent parfois avoir un effet addictif qui rend difficile la prise de distance vis-à-vis de leur utilisation, ce qui accentue l'impact éventuel sur les fonctions cognitives. Comme nous allons le voir, les deux pourraient bien être liés.

Qu'en est-il, tout d'abord, des effets supputés des écrans sur la concentration ? Alors que de nombreux parents et enseignants

sont convaincus d'un effet délétère, les preuves directes d'un tel effet sont pour l'instant assez faibles. Par exemple, le rapport remis au président de la République ne signalait qu'un lien *possible* entre l'exposition aux écrans et les difficultés d'attention : « Une exposition prolongée aux écrans des enfants de moins de 12 ans *peut* être associée à de moindres capacités attentionnelles. » La commission a préféré insister sur d'autres conséquences négatives mieux établies de cette exposition aux écrans (sur le sommeil, la sédentarité, la myopie ou le développement du langage…).

Les parents et les professeurs qui observent quotidiennement l'attention des enfants seraient-ils simplement victimes du « cycle éternel de la panique face aux technologies émergentes », tel que cela a été suggéré par certains spécialistes, comme Amy Orben, de l'université de Cambridge ?



En 2021, employée chez Facebook, Frances Haugen témoigne auprès d'une commission d'investigation et du *Wall Street Journal* que la direction de Facebook savait depuis longtemps qu'Instagram était source de dégâts psychologiques sur les jeunes femmes et adolescentes. Dans son sillage, 41 États américains attaqueront le groupe Meta pour des pratiques visant à provoquer des addictions aux réseaux sociaux chez les jeunes. Les procédures sont en cours.

L'EFFET DES ÉCRANS SUR L'ATTENTION A-T-IL ÉTÉ MESURÉ COMME IL FAUT ?

Ce n'est pas l'avis de deux chercheurs, Jaan Aru, de l'université d'Ulm, en Allemagne, et Dmitri Rozgonjuk, de celle de Tartu, en Estonie, qui ont récemment publié un article que je trouve particulièrement éclairant à propos justement de cette difficulté à démontrer expérimentalement un effet négatif de l'utilisation des écrans sur les capacités cognitives. Pour ces neuroscientifiques, le problème vient de la manière dont ces dernières sont mesurées, à l'aide de tests de laboratoire qui placent les sujets dans des situations très éloignées de la vie réelle. Prenons l'exemple de la capacité de concentration : celle-ci est généralement évaluée en soumettant le participant à une sorte de jeu sur ordinateur avec des règles et une durée bien définies, dans un cadre expérimental exempt de toutes les distractions qu'il rencontrerait d'ordinaire (son téléphone, ses amis, sa famille, la proximité du frigo…). Sa concentration est alors mesurée à partir de la rapidité, de la stabilité et de la justesse de ses réactions dans le jeu.

On imagine bien qu'un adolescent volontaire pour participer à ce type d'expérience a naturellement tendance à engager toutes ses ressources cognitives dans la tâche, parce qu'il est venu pour cela et qu'il n'a rien d'autre à faire dans ce contexte de laboratoire (en somme, il se prête au jeu). Son score renseigne-t-il alors sur sa capacité à se concentrer longtemps sur des tâches qu'il juge rébarbatives, au milieu de la foule de distractions qui peuplent ses environnements habituels, chez lui ou en classe ? Rien n'est moins sûr. C'est ce que soulignent les auteurs du papier en question : ce qu'il faudrait vraiment tester, c'est la capacité à fournir un effort cognitif soutenu, dans son environnement habituel, et sans possibilité de gratification ou de distraction immédiates. C'est cela qui est intéressant, finalement, dans le cadre d'un apprentissage.

Mais admettons que cette difficulté puisse être surmontée, grâce à des mises à l'épreuve davantage en lien avec le quotidien des ados. Il faudrait ensuite pouvoir utiliser ces tests pour établir statistiquement un effet significatif de l'exposition aux écrans, bien dissocié de ceux d'autres facteurs possibles comme le milieu familial et son style éducatif, la qualité et la quantité du sommeil, l'alimentation, etc., parmi lesquels certains peuvent être en interaction avec le facteur « écrans ». On se doute bien que ce n'est pas en comparant le niveau de concentration de quelques adolescents dont on aurait consigné le nombre d'heures passées sur écran chaque semaine que l'on pourrait conclure quoi que ce soit. Pour prouver que les différences observées ne sont pas dues à d'autres paramètres, il faut pouvoir disposer d'un échantillon très large où tous les éventuels facteurs confondants ont été relevés pour arriver à des analyses statistiques fiables qui prouvent sans l'ombre d'un doute que telle ou telle activité sur écran a un effet négatif sur la concentration. On entre alors sur le terrain des études épidémiologiques, semblables à celles qui visent à déterminer si tel ou tel aliment augmente les risques de cancer, avec les inévitables débats sur toutes les failles méthodologiques éventuelles (oups, vous n'aviez pas pensé, chez vos ados, à demander leur régime alimentaire entre 3 et 6 ans !).

Vous comprenez peut-être mieux pourquoi il est si difficile de prouver que la surexposition aux écrans fragilise la concentration, alors même que je n'ai encore abordé que les études axées sur le comportement des volontaires, sans entrer dans le fonctionnement de leur cerveau. Si l'on souhaite le faire, les choses se compliquent encore. Prenons l'exemple de l'effet des *likes*, dont on dit souvent qu'ils activent le circuit de la récompense, et peuvent mener par ce biais à un attrait addictif pour les réseaux sociaux (ce circuit a pour fonction de nous encourager à répéter les actions qui procurent une gratification immédiate). Une étude de la neuroscientifique Lauren Sherman, de l'université Temple, à Philadelphie, et de ses collaborateurs, a tenté de le démontrer en mesurant en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) l'activité métabolique du striatum ventral (qui contribue à ce circuit) en fonction du nombre de *likes* que recevaient les participants. Les chercheurs ont pu valider leurs prédictions en montrant une corrélation positive (plus de *likes* = plus d'activité).

La commission sur les écrans propose d'inverser la charge de la preuve en demandant que ce soit aux concepteurs de services numériques d'établir scientifiquement que leurs algorithmes n'ont pas d'effet nocif sur les capacités cognitives des utilisateurs.

Malheureusement, l'IRMf n'a pas permis : a) de montrer que la réaction du striatum ventral était calée dans le temps sur l'apparition des *likes* ; b) que cette hausse métabolique correspondait bien à une activité des neurones dopaminergiques du circuit de la récompense, à cause de limites intrinsèques de la technique utilisée (l'IRMf mettait en évidence une activité accrue d'une région cérébrale contenant ces neurones, mais ne mesurait pas directement l'activité des neurones en question !). Pour mesurer chez un être humain une variation de la quantité de dopamine – molécule centrale du circuit de la récompense –, il faut utiliser une autre technique qui nécessite l'injection d'un traceur radioactif (la tomographie par émissions de positrons) et dont la précision temporelle est encore moins bonne que celle de l'IRMf. Est-ce une bonne idée d'injecter un tel traceur dans le cerveau en formation d'un grand nombre d'adolescents ? À vous de voir, mais Jaan Aru et Dmitri Rozgonjuk ne sont pas de cet avis. On pourrait sinon mesurer plus directement l'activité du circuit de la récompense à l'aide de matrices de microélectrodes couplées à des capteurs biochimiques que l'on implanterait à l'intérieur du cerveau, ce qui offrirait la possibilité de doser en temps réel la quantité de dopamine. Y a-t-il des volontaires ? Voilà pourquoi nous disposons d'aussi peu de données précises sur le fonctionnement du cerveau humain lors de l'utilisation des écrans.

FAISCEAU D'INDICES CONCORDANTS

Dès lors, l'essentiel de ce que nous supposons à propos des mécanismes à l'œuvre lors de l'utilisation des écrans ressort d'études menées sur des animaux… sachant que jamais un rat, une souris ou un macaque n'a consulté un smartphone pour lire ses messages, visionner des vidéos de chatons ou consulter le nombre de *likes* sur son profil Instagram. Voilà le problème, mais celui-ci est commun à toutes les recherches de neurosciences qui recréent chez des animaux une situation proche de celle visée chez l'homme, afin de pouvoir l'explorer avec des techniques invasives très précises. Reste à savoir si le «modèle» est suffisamment proche de la réalité humaine pour que les conclusions de l'étude soient pertinentes.

Par exemple, pour étudier l'effet d'un fil d'information sur notre cerveau, on peut procéder sur des singes en associant différents stimuli à des informations plus ou moins importantes pour l'animal (par exemple, des signes colorés sur un écran qui lui permettent de prédire l'arrivée d'un grain de raisin dont il raffole, ainsi que l'endroit où il arrivera) et mesurer ensuite l'activité de son circuit de la récompense avec des électrodes cérébrales. Ce type d'expérience a été réalisé et montre que les neurones de ce circuit réagissent bien de façon ponctuelle à ces informations importantes. On peut donc en déduire que, dans le cerveau d'un singe, une information peut déclencher une réaction similaire à celle que suscite un grain de raisin, en activant le même réseau que celui impliqué dans les comportements addictifs ! Mais bien sûr, un lecteur critique ne manquera pas de souligner que cette condition expérimentale n'est qu'une approximation de l'utilisation réelle d'un smartphone pour consulter un fil d'actualités, *a fortiori* dans un cerveau qui ne dispose pas des mêmes mécanismes d'autorégulation que celui d'un humain. Mais on

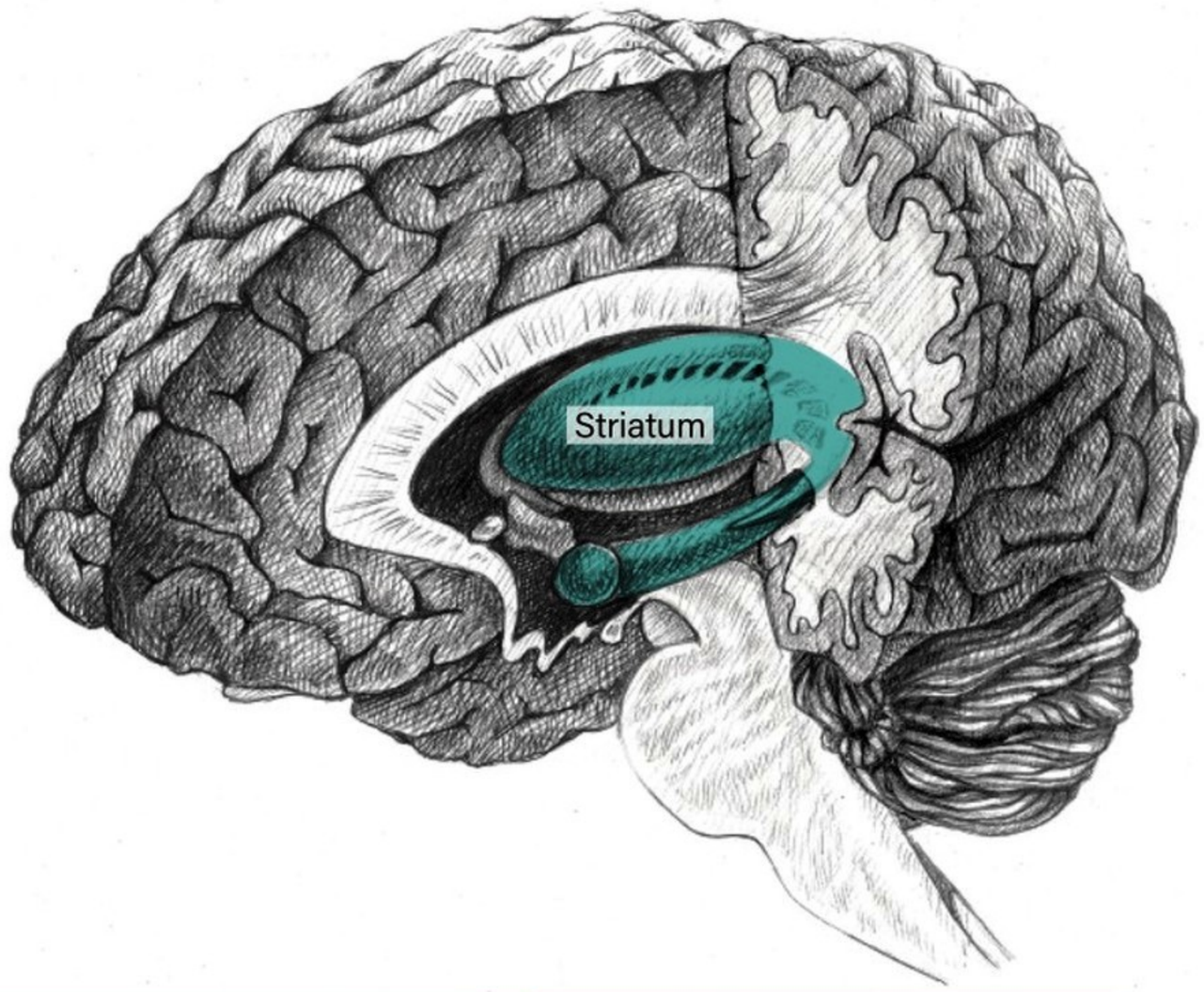
© ROY ROCHLIN / GETTY IMAGES via AFP

retrouve ce problème dans tous les champs de recherche qui observent des dysfonctionnements du cerveau humain à partir de modèles animaux, comme les phénomènes d'addiction. Et cela n'empêche absolument pas de considérer que ceux-ci – à la cocaïne, par exemple – sont maintenant bien modélisés chez l'humain, même si les données cérébrales qui ont alimenté ces modèles proviennent essentiellement de rats rendus dépendants à ces substances.

De sorte que pour le problème des écrans, on peut déduire logiquement ce qui doit se passer dans le cerveau d'un ado à partir d'expériences menées chez l'animal qu'on aura complétées par d'autres données chez l'humain «allant dans le même sens» (comme l'étude sur les singes citée plus haut), mais sans apporter la preuve incontestable de ces mécanismes. Ce qui fait bien les affaires des entreprises dont le modèle économique repose sur la surexposition aux écrans, et qui auront beau jeu de dire qu'on ne possède pas «la preuve incontestable». Souvenons-nous que, pendant des années, les entreprises de cigarettes ont soutenu, lors des procès qui les opposaient aux victimes du tabagisme, qu'on n'avait pas la preuve incontestable que le tabac provoquait le cancer. Même si les écrans ne tuent pas (et encore, les failles de l'attention peuvent être fatales dans certaines situations), les enjeux financiers sont énormes et tous les moyens sont bons pour semer le doute.

Cette différence entre une déduction logique et une démonstration expérimentale directe est bien rappelée par la commission sur les écrans, lorsqu'elle évoque le raisonnement qui amène à suspecter un effet sur la captation de l'attention par le biais du circuit de la récompense : «Nous nous plaçons ici dans une explication mécanistique qui pourrait expliquer certains phénomènes comportementaux observés en lien avec les écrans, mais, à ce jour, il n'existe pas d'étude scientifique qui ait mis en évidence cet effet [sur le circuit de la récompense] en lien avec les écrans». Les limites actuelles de l'expérimentation chez l'homme permettent de mieux comprendre cette affirmation. Ce n'est pas que cet effet est si faible qu'il est difficile de le démontrer, mais qu'il est impossible éthiquement et techniquement de le montrer.

Comment se sortir de cette situation inextricable ? La commission sur les écrans propose d'inverser la charge de la preuve (proposition n° 1, page 77) en demandant que ce soit aux concepteurs de services numériques d'établir scientifiquement que leurs algorithmes n'ont pas d'effet nocif sur les capacités cognitives des utilisateurs, notamment en matière de captation addictogène de l'attention. C'est habile, car cette charge de la preuve est extrêmement lourde, comme on vient de le voir. Mais je doute que cela constitue une solution viable puisque les grands acteurs du numérique n'accepteront jamais de bloquer la mise sur le marché de nouveaux algorithmes en attendant une preuve qui ne viendra peut-être jamais.



Les activités de «type I», comme celles que diffusent les écrans, augmentent le taux de décharge de dopamine dans le striatum et créent un renforcement *(à gauche)*. Les activités de type II, qui demandent du temps et de la persévérance, ne suscitent pas la même réaction. Sans effort particulier pour contrer ce mécanisme, nous revenons encore et toujours à nos écrans.

UN MÉCANISME ADDICTOGÈNE

Mais de quelle nature est cette fameuse captation addictogène de l'attention ? L'article de Jaan Aru et Dmitri Rozgonjuk va assez loin dans la description des mécanismes à l'œuvre lors de la surexposition aux écrans. Ces chercheurs expliquent que la décision de s'engager dans une activité plutôt que dans une autre dépend d'un calcul de notre cerveau qui évalue un rapport entre les bénéfices que peut lui apporter cette activité et le coût qu'elle représente. Et évidemment, plus ce rapport est élevé, plus les chances

© Marie Marty

Quand votre attention est happée par votre smartphone, les zones cérébrales impliquées dans la réflexion et la mémorisation sont mises en veilleuse.

de se lancer dans cette activité sont grandes. Le bénéfice semble être évalué principalement en fonction d'une « monnaie cérébrale universelle » correspondant au niveau de stimulation du circuit de la récompense (« chiffré » par le taux de décharge de neurones dopaminergiques, dans des structures cérébrales comme le striatum). L'effort, quant à lui, correspond au niveau de ressources physiques ou cognitives à engager dans la tâche considérée. Lorsqu'il s'agit d'un coût cognitif, il semble particulièrement lié au niveau de contrôle qu'il faut exercer sur l'activité cérébrale pour privilégier des processus cognitifs contrôlés dirigés vers un but, plutôt que de simples réactions automatiques : par exemple, la fatigue mentale causée par le fait de se concentrer sur un problème mathématique complexe, plutôt que de jouer à un jeu vidéo.

Pour simplifier, on peut donc distinguer des activités de type I (à fort rapport bénéfice/coût – très plaisantes, gratifiantes et « bon marché ») et des activités de type II (à faible rapport bénéfice/coût – chères et pas forcément plaisantes). Que choisir entre un excellent gâteau au chocolat bon marché et un radis noir hors de prix ? Ce constat permet de comprendre – selon ces chercheurs – pourquoi il est si difficile de résister aux activités de type I proposées par nos smartphones : leur coût est quasi nul – d'autant plus faible que les interfaces sont conçues pour éliminer toute sensation d'effort ou de friction dans l'utilisation des applis – et le rythme et le niveau de stimulation du circuit de la récompense sont élevés, car celui-ci est très sensible à la réussite immédiate, la nouveauté et l'information, surtout quand cette dernière concerne des domaines importants pour l'utilisateur (sa sphère sociale, par exemple). En revanche, la plupart des activités d'apprentissage s'accompagnent d'un effort plus important et de récompenses moins directes et plus incertaines, auxquels le circuit de la récompense est moins sensible (type II).

Et il faut ajouter à ceci, selon Jaan Aru et Dmitri Rozgonjuk, que, « dans la vraie vie », en dehors du cadre artificiel d'une expérience de laboratoire, l'adolescent qui décide de s'engager dans une tâche peu gratifiante (à court terme) se trouve confronté au coût d'opportunité ou de renonciation, puisqu'en choisissant cette activité, il se force à renoncer aux autres activités immédiatement accessibles, dont le rapport bénéfice/coût est plus élevé (quand on fait son piano un tant soit peu sérieusement, on se prive de TikTok).

Et pour compléter ce raisonnement, il faut mentionner le rôle que jouent nos smartphones et nos tablettes comme moyens d'accès à une source d'informations qui nous semblent essentielles. Tout comme nos yeux et nos oreilles nous donnent accès aux informations visuelles et auditives en provenance de notre environnement immédiat (il ne viendrait à personne l'idée de traverser la rue les yeux fermés ou de déjeuner entre amis avec des bouchons d'oreille), les outils digitaux constituent les prolongements de nos sens pour jouer un rôle analogue pour ce qui est des informations numériques en provenance de la sphère virtuelle où conversent nos contacts. Il peut donc y avoir un réel sentiment de danger à se priver de ces informations – similaire à celui d'une privation sensorielle – qui vient renforcer le coût de renonciation. Voilà au passage pourquoi les tests de concentration réalisés dans le contexte non écologique d'un laboratoire ne donnent pas de données intéressantes (parce que ce coût de renonciation est mal reproduit : en choisissant de participer à l'expérience, on accepte *de facto* cette privation temporaire).

COMME DES INSECTES DANS LE FAISCEAU D'UNE LAMPE

En somme, la raison de cette utilisation permanente du smartphone serait donc en quelque sorte mathématique, fruit d'un simple calcul d'optimisation neuroéconomique, pas si différent de celui qui amène la mouche à se cogner sans cesse contre la vitre en cherchant la lumière, ou la fourmi a se diriger vers le suc d'une plante carnivore. Il s'agit d'une faille de sécurité dans notre système attentionnel et motivationnel et d'une certaine façon d'un « bug humain », pour reprendre une formule d'un auteur bien connu, Sébastien Bohler. La solution consisterait pour l'individu à

sortir de ce mode de décision prenant principalement en compte le coût et le bénéfice à court terme pour favoriser un autre mode décisionnel envisageant le long terme, mais nos connaissances sur le circuit de la récompense montrent que des gratifications fréquentes et à court terme ont tendance à produire un affaiblissement de l'influence des structures capables de prendre en compte le bénéfice à long terme, dans le cortex préfrontal. Autrement dit, nous sommes piégés.

QUELLES SOLUTIONS POUR PRENDRE DE LA DISTANCE ?

Cela ne poserait pas de problèmes, expliquent les neuroscientifiques, si un mode de fonctionnement dirigé par les automatismes et la recherche de stimulations à court terme n'était pas incompatible avec l'acquisition de nombreuses expertises valorisées socialement (pour apprendre la neurochirurgie, envoyer une sonde interplanétaire sur la Lune ou jouer du piano jazz). Et pour ne citer que cet exemple, une réorientation régulière de l'attention vers les stimuli externes émis par le smartphone inhibe les zones cérébrales impliquées dans les processus de réflexion et de mémorisation (notamment le réseau par défaut, impliqué dans la génération et la manipulation des représentations mentales).

Ces considérations amènent les auteurs de l'étude à formuler deux recommandations importantes. La première est de tester l'effet de l'exposition aux écrans sur la capacité qui – selon eux – devrait être la plus touchée : celle consistant à exercer un effort mental prolongé, sans récompense immédiate (dans un cadre riche en alternatives plus gratifiantes). Ce n'est pas une mince affaire pour s'y prendre rigoureusement. La deuxième consiste à manipuler le bénéfice et le coût des activités de type I, liées au numérique, pour les rapprocher d'activités de type II. Cela peut passer par des solutions liées au design des applications qui augmenteraient la « friction » ressentie par l'utilisateur (un retard dans l'affichage des résultats, une lenteur de navigation, etc.), ou bien un mode avec une extinction rapide du smartphone dès qu'il n'est plus utilisé, suivie d'un allumage compliqué et retardé, ou encore un usage exagéré de la batterie avec des messages d'alerte fréquents à ce sujet. Qu'est-ce qui pourrait inciter les fabricants à mettre en place de tels dispositifs qui ne seraient *a priori* pas favorables à leurs ventes ? Une solution consiste à identifier un certain nombre de dispositifs addictogènes (et pièges à attention) qui permettent de catégoriser une appli comme plus ou moins vertueuse ou voleuse d'attention. Deux mesures pourraient en résulter : l'établissement de l'équivalent d'un « nutriscore » pour les applis, qui noterait (par exemple de A à E) leurs effets délétères sur notre attention et aiderait les utilisateurs à se guider dans ce monde complexe, et la mise en place d'une taxe sur les applis les plus piégeuses. Le cas échéant, certains produits pourraient être interdits par une loi. Quand on y réfléchit bien, de telles interdictions sont légion pour des produits divers et variés : c'est le cas pour la vente d'alcool aux mineurs, la publicité comparative, l'exposition de la nudité dans l'espace public, etc. Quand un État décide d'interdire certaines choses, il peut s'en donner les moyens dans certaines limites, avec du temps et de la pédagogie.

Mais on peut aussi envisager d'autres solutions ayant recours entre autres à la neuroéducation, pour aider les plus jeunes à prendre conscience des mécanismes cérébraux négatifs associés à certains usages du numérique (et augmenter ainsi son coût perçu). Dans le programme d'éducation à l'attention que je mène pour les écoles, Atole, nous expliquons les mécanismes d'action des applications sur l'attention, notamment à travers une description du circuit de la récompense, afin que les élèves puissent comprendre le principe des pièges auxquels ils risquent de se trouver confrontés. Les effets de ces interventions restent à évaluer, mais nous espérons qu'une meilleure connaissance de ce qui se passe en nous quand nous sommes confrontés aux écrans nous aide à faire de meilleurs choix. Un utilisateur averti en vaut deux !

Cette proposition rejoint d'ailleurs l'une des nombreuses recommandations de la commission écran, que je vous invite à consulter, parmi lesquelles celle-ci que je trouve particulièrement intéressante : que les acteurs économiques qui tirent profit de la captation numérique de l'attention s'acquittent d'une taxe visant le développement de celle-ci, notamment à travers des programmes de neuro- ou psychoéducation. C'est le principe du pollueur-payeur, qui serait le bienvenu quand on sait que tous ces programmes pédagogiques ont un coût, ne serait-ce que pour former les enseignants ou rémunérer les heures supplémentaires nécessaires pour organiser et mener de telles interventions !

Mais si vous souhaitez de l'immédiat et pratico-pratique, laissez-moi vous confier les deux questions que nous encourageons les élèves à se poser dès qu'ils allument un écran : 1) pour quoi faire ? 2) pour combien de temps ? Le but étant de revenir à une utilisation guidée par des intentions conscientes et volontaires, plutôt que par des automatismes.

Bibliographie

C. Montag *et al.*, Unlocking the brain secrets of social media through neuroscience, *Trends in Cognitive Sciences*, 2023.

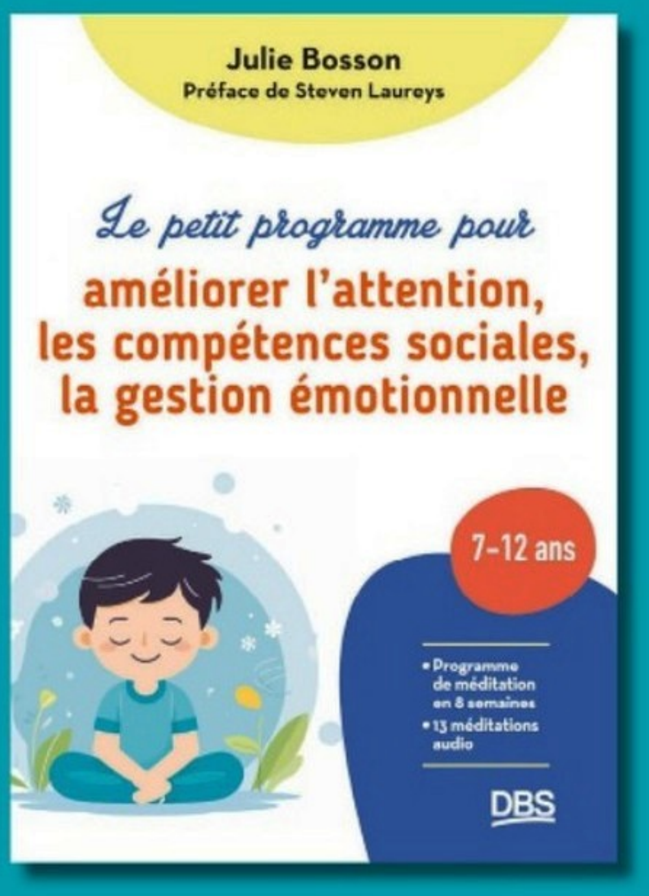
J. Aru et D. Rozgonjuk, The effect of smartphone use on mental effort, learning, and creativity, *Trends in Cognitive Sciences*, 2022.

S. Bohler, *Le Bug humain : Pourquoi notre cerveau nous pousse à détruire la planète et comment l'en empêcher*, Robert Laffont, 2019.

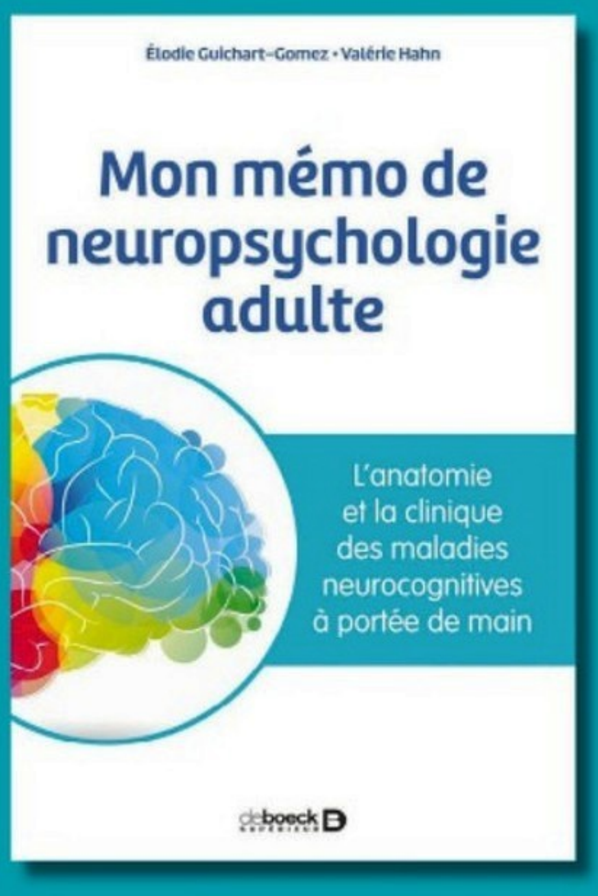
E. S. Bromberg-Martin et O. Hikosaka, Midbrain dopamine neurons signal preference for advance information about upcoming rewards, *Neuron*, 2009.

Rapport de la commission d'experts sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans : https://www.elysee.fr/admin/upload/

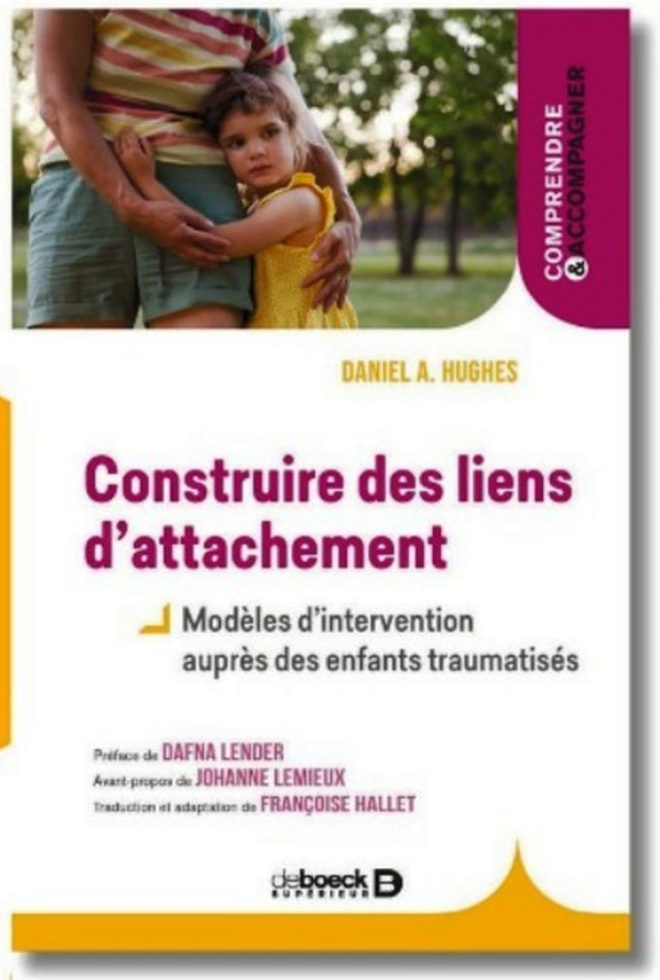
Nouveautés



Le petit programme pour améliorer l'attention, les compétences sociales, la gestion émotionnelle
Julie Bosson, préface Steven Laureys
176 pages | 9782807361201 | 16,90 €



Mon mémo de neuropsychologie adulte
Valérie Hahn, Élodie Guichart Gomez
192 pages I 9782807357501 I 25,90 €



les liens d'attachement
Daniel Hughes, Johanne Lemieux
304 pages I 9782807358294 I25,90€



Le cerveau au cœur des apprentissages
Mylène Martin, Michelle Bourassa
320 pages I 9782807365858 I 25,90€

deboeck SUPÉRIEUR

www.deboecksuperieur.com

Suivez-nous sur les réseaux sociaux



INTERVIEW

ELIZABETH ROSSÉ

PSYCHOLOGUE CLINICIENNE SPÉCIALISTE
DES ADDICTIONS SANS PRODUIT

« LA CLÉ, C'EST DE SAVOIR SE FIXER DES RÈGLES »

Recevez-vous beaucoup de patients qui viennent consulter pour une « addiction aux écrans » ?

Dans les centres de soin spécialisés en addictologie, les demandes sont principalement liées à des addictions clairement définies telles que celles aux drogues, à l'alcool, etc. Concernant la question des écrans, peu de patients se présentent pour des « addictions » à proprement parler, mais ils consultent pour certains usages spécifiques à ces derniers.

Au début des années 2000 par exemple, il y a eu un très fort engouement autour des jeux vidéo, notamment les MMORPG (*massively multiplayer online role-playing game*), sortes de jeux de rôles multijoueurs en ligne, comme World of Warcraft, qui reprennent souvent des univers de *heroic fantasy*. À ce moment-là, beaucoup de parents venaient dans des centres de soin pour discuter des comportements problématiques de leur adolescent. C'était l'époque où la cyberpornographie faisait aussi son apparition, et celle-ci reste d'ailleurs aujourd'hui toujours une préoccupation. À cela, on peut aussi ajouter les addictions de jeux de hasard et d'argent en ligne, car désormais nombre de paris se font sur internet.

Est-il correct d'employer le terme « addiction aux écrans » ?

L'addiction se réfère à l'activité pratiquée sur l'écran – jeux, pornographie, pari en ligne, etc. – et non à l'écran lui-même. Cette notion d'addiction aux écrans est aujourd'hui largement employée en raison de leur utilisation probablement excessive par une très grande majorité de la population. Or l'addiction dans son sens premier désigne une pathologie, qui concerne *a priori* une minorité de personnes. À mon sens, faire mention systématiquement d'addiction est regrettable, car ce terme englobe des réalités très différentes, notamment lorsqu'il s'agit de substances, qu'on retrouve dans la toxicomanie ou dans l'alcoolisme. De plus, lorsqu'on parle d'addiction aux écrans, on ne distingue pas les divers usages de ces appareils, et toute nuance disparaît. Or il est justement urgent d'introduire de la nuance et d'opérer des distinctions, notamment pour saisir les mécanismes cérébraux en jeu liés à chacun de ces usages.

Vous parlez d'usage excessif des écrans. Comment distinguer cet usage dit « excessif » d'une véritable addiction ?

L'addiction est constamment rattachée à la notion de souffrance. Dans un premier temps, une personne adopte un comportement parce que celui-ci lui procure du plaisir ou parce qu'il la soulage d'un malaise intérieur. Il s'ensuit une perte de contrôle qui débouche sur des conséquences négatives. On se reconnaît addict quand on souffre du comportement auquel on s'adonne de manière répétée.

Concernant l'usage des écrans, force est de constater que la majorité des individus ne semblent pas souffrir de leur comportement, bien que celui-ci puisse souvent s'avérer excessif. Alors, addiction ou pas… Il est évident que la population a développé une forme de dépendance à ces objets. Nous sommes aujourd'hui dans une forme d'hyperconnexion avec le reste du monde sans précédent dans notre histoire passée. Pour autant, il me semble que l'on peut encore douter de l'emploi du terme « addiction ».

L'addiction concerne une minorité de personnes. Pourquoi certaines y succombent-elles et d'autres non ? Y a-t-il des profils types ?

L'addiction peut toucher n'importe qui, mais avec des effets qui varient d'une personne à l'autre. Selon Claude Olievenstein, psychiatre et spécialiste en toxicomanie, une addiction est le résultat de la rencontre entre une personnalité, un produit et un événement socioculturel. Dans le cas des écrans, l'omniprésence de ces outils et leur accessibilité facilitent l'adoption des comportements excessifs, surtout chez les individus qui ont des troubles de l'attachement, c'est-à-dire un rapport à soi et aux autres insécures.

Au cours de la petite enfance, chaque individu développe un sentiment de sécurité interne qui lui permettra d'établir des rapports sains avec les autres. Environ 60 % des personnes présentent un attachement sécure, favorisant la confiance et des relations équilibrées, tandis que 40 % des individus manifestent un attachement insécure, souvent lié à un environnement hostile ou traumatique durant l'enfance. Cette insécurité favorise par la suite des comportements d'évitement. La personne cherche à se distancier de ses propres émotions mais également des autres. Les conduites addictives deviennent alors un moyen de créer une barrière dans ces relations, en se repliant sur soi et en réduisant le contact avec autrui.

Quelles conséquences ces usages excessifs des écrans ont-ils sur notre bien-être ?

Ces pratiques numériques étant relativement récentes dans nos sociétés, il est encore difficile de répondre.

Les images qui sont massivement proposées sur les réseaux sociaux demandent très peu d'effort cognitif ; de ce fait, notre imaginaire s'appauvrit et nous ne nous donnons plus la peine de créer dans notre cerveau nos propres représentations.

« LA CLÉ, C'EST DE SAVOIR SE FIXER DES RÈGLES »



Toutefois, les confinements liés à la pandémie de Covid-19 ont permis de révéler une forte dépendance des personnes aux écrans. C'est dans ce contexte de surexposition qu'il me semble intéressant de s'interroger sur le développement et la construction de chacun. Selon moi, une des conséquences négatives majeures de ces usages réside dans leur tendance à nous confiner dans des cercles de pensée similaire à la nôtre. Autrement dit, les écrans nous enferment dans le « même ». Or la construction du soi nécessite de trouver l'équilibre entre le « même » et l'« autre », le similaire et le différent. Les écrans, et plus particulièrement les réseaux sociaux, fonctionnent comme des « miroirs biaisés », qui nous renverraient une image déformée de notre propre personne. Ainsi, les algorithmes analysent nos comportements et interactions pour nous proposer des contenus qui correspondent à nos préférences et à nos opinions. Le problème, c'est qu'à force d'être constamment conforté dans sa vision du monde, on supporte plus difficilement la différence que l'autre a à nous offrir. On devient moins ouvert au débat, à la confrontation d'idées et à la nuance. On s'enferme finalement dans une bulle. Voilà pourquoi il est primordial de savoir se détacher en partie des écrans, de prendre du recul et par là d'être en mesure de remettre en question nos propres convictions.

Autre conséquence préoccupante de cette surexposition aux écrans : nous recevons les informations surtout par l'image, plus que par le biais des mots. Or ce sont deux choses très différentes. L'image s'impose à celui qui la regarde, alors que le langage oblige à se distancier. Dans notre cerveau, les choses se présentent souvent en premier lieu sous forme visuelle, et c'est finalement grâce à la parole que nous parvenons à décrire ces représentations mentales que nous avons en tête ; c'est ainsi que fonctionne la pensée. Nous faisons l'effort par le langage de décrire ces images ; un effort qui nous permet de réfléchir à ce que nous voyons, de prendre du recul. Tout au contraire, les réseaux sociaux et plus généralement les écrans nous présentent des contenus visuels qui n'incitent pas à la réflexion.

Comment réussir à contrôler son temps d'écran et ne pas tomber dans l'excès ?

Première chose à faire : se questionner sur ses propres comportements et évaluer soi-même son usage de ces appareils. En se demandant, par exemple : « Combien d'écrans(s) ai-je chez moi ? » « Quel temps total ai-je passé devant un écran au cours de la journée ? » Et, surtout, « cela me convient-il ? » Car les écrans ne se limitent pas aux smartphones – il y a tous les autres qu'on utilise pour regarder sa série Netflix, jouer à des jeux vidéo ou visionner son programme télévisé. C'est à propos de l'ensemble de ces usages nombreux et variés qu'il faut s'interroger.

Après avoir pris conscience de ses pratiques, la suite logique consiste à prendre des décisions pour soi. Dois-je garder une télévision à la maison ? Est-ce que je m'autorise à décrocher mon téléphone quand je suis à table ? Est-ce que je continue de dormir avec mon smartphone près de moi ? Les écrans se sont immiscés partout dans notre quotidien, ce sont donc toutes ces petites choses auxquelles il faut prendre garde. Et, souvent, nous avons de très bons arguments pour ne pas modifier nos comportements. Reprenons l'exemple du téléphone que l'on pose sur sa table de chevet le soir : beaucoup expliquent qu'il leur est impossible de le placer plus loin, pour la simple et bonne raison qu'il s'agit de leur réveille-matin. Certes, mais peut-être est-il possible de faire autrement, en achetant un réveil par exemple !

On entend souvent parler de problèmes d'attention et de concentration liés à la surexposition aux écrans chez les enfants, qu'en est-il réellement ?

Globalement, les troubles déficitaires de l'attention chez les enfants se sont largement répandus, mais je pense que les écrans ne sont pas le seul facteur à y contribuer. Les enfants d'aujourd'hui sont exposés à certains sujets qui ne devraient pas forcément les préoccuper dès le plus jeune âge, (les thématiques « d'adultes » qu'on voit dans les informations comme la guerre, la hausse des taux d'intérêt bancaires, l'inflation, le viol, les génocides, etc.), de sorte que cela crée une sorte de

© Lucia Romero/Shutterstock

L'important est de s'entendre sur des règles (comme déposer le téléphone dans une boîte le soir) qui doivent être respectées par tous, parents inclus !

charge mentale chez ces jeunes personnes. Cependant, il est indéniable que les écrans jouent un rôle important. Les images qui y sont massivement proposées demandent très peu d'effort cognitif puisque de manière spontanée nous formons notre pensée avec celles-ci. De ce fait, notre imaginaire s'appauvrit ; nous ne nous donnons plus la peine de créer dans notre cerveau nos propres représentations. Nous sommes plongés dans un état de passivité.

Il y a déjà plusieurs années, avec la création du collectif Surexposition Écrans, également appelé collectif CoSE, la médecin Anne-Lise Ducanda alertait sur les dangers de la surexposition aux écrans pour les plus jeunes. Elle a notamment développé l'idée selon laquelle une exposition excessive entraîne des troubles du développement chez l'enfant. En effet, au cours de ses deux premières années, un bébé apprend beaucoup de son corps et du monde extérieur grâce à ses mouvements et l'ensemble de ses sens (toucher, goût, etc.). C'est ce que le psychologue Jean Piaget appelait le « stade sensorimoteur », une période cruciale pour son développement. Mais lorsque les tout-petits font constamment face à un écran, ils cessent de stimuler tous leurs sens. Anne-Lise Ducanda constatait que certains ne répondaient pas à leur prénom – bien qu'ils soient en âge de le faire – et avaient généralement peu d'interactions avec le monde extérieur. Ils présentaient des troubles similaires à ceux que l'on observe chez les jeunes autistes. Elle préconisait alors un sevrage d'environ trois semaines en supprimant totalement les écrans pour que ces enfants cessent d'en être obnubilés.

En tant que parent, on est souvent confronté à la problématique du téléphone, et notamment aux usages des réseaux sociaux pour les adolescents. Quels sont, selon vous, les bons comportements à adopter ?

À l'adolescence, on éprouve le besoin de se comparer aux autres. Pour se construire, on cherche à comprendre qui l'on est, et cela passe en partie par cette comparaison à autrui. Or les réseaux sociaux offrent une possibilité presque infinie de le faire. C'est cette comparaison infinie qui est problématique. Autrefois, lorsqu'il n'y avait pas encore de téléphone portable, les jeunes s'évaluaient les uns par rapport aux autres et s'arrêtaient une fois la journée de collège terminée. Aujourd'hui, avec les réseaux sociaux, ce jeu de miroirs est sans fin. Ils sont sans cesse exposés à de nouveaux contenus, à de nouvelles images.

Je conseillerais d'abord aux parents de ne pas se focaliser sur la notion d'addiction, ni de considérer leur enfant comme accro, parce que l'addiction est plutôt une problématique d'adulte. Le cerveau atteint sa maturité vers l'âge de 25 ans. Avant cela, on peut développer des consommations parfois excessives mais très rarement des addictions. Ce conseil est d'autant plus valable en ce qui concerne les réseaux sociaux et les écrans, il est inutile de qualifier un jeune d'« addict », car cela ne fera qu'aggraver la situation. Il se donnera à cœur joie de se qualifier lui-même d'addict pour justifier de ses actes !

Ensuite, en tant que parent, il est important d'aider son enfant à réguler ses comportements. Le plus souvent, les ados rencontrent des difficultés avec les écrans parce que ceux-ci ont été mis entre leurs mains sans précaution dès le plus jeune âge. L'idée n'est pas d'accabler les parents – dans certaines situations, il est compréhensible de vouloir un peu de calme, et si on ne connaît pas les risques, on peut avoir la tentation de mettre les petits devant la télé ou une tablette pour qu'ils se tiennent tranquilles. Mais il est essentiel de veiller à la manière dont les écrans sont présentés et utilisés par ceux-ci, car leur impact est considérable et requiert une régulation adéquate.

Quelle est la bonne façon d'introduire les enfants au monde numérique ?

Dès le plus jeune âge, les petits doivent apprendre à se détacher de leurs tétines virtuelles. Et la tâche n'est pas si aisée ! Éteindre la télévision ou retirer le smartphone des mains de votre bambin conduit généralement à son lot de frustration. Pour l'atténuer, il faut lui offrir une transition au moyen d'une activité alternative pour faciliter le passage hors de l'écran. Par exemple, avant qu'il ne regarde des dessins animés, vous pouvez lui proposer d'en visionner durant trente minutes, avant de sortir faire une balade au parc.

Et avec les ados ?

En ce qui concerne les réseaux sociaux, il est important que les parents s'intéressent à ce qui se passe sur ces plateformes et tentent de comprendre ce qui pousse leur jeune à s'y connecter. Discutez avec eux de leurs intérêts, de ce qu'ils y observent, de ce qui les amuse ou les dérange, et de ce qu'ils en apprennent. Invitez-les à mettre des mots sur ces flux d'images pour les aider à prendre du recul et à mieux comprendre leur propre expérience.

Il y a aussi la question des jeux vidéo… J'ai travaillé avec des jeunes qui avaient des comportements de type véritablement addictif sur ces jeux. Pour les aider à être moins captifs, je leur demandais souvent de décrire leurs moments préférés dans le jeu, de décrire leur action favorite, comme lorsque leur personnage fait tournoyer une épée autour de sa tête ou lorsqu'il exécute une manœuvre particulière. En mettant des mots sur ces images, les joueurs prennent tout d'abord conscience de ce qu'ils affectionnent particulièrement dans leur jeu, et certains peuvent déjà se rendre compte que cela semble parfois absurde. Et puis, verbaliser leurs pratiques leur permet également de se détacher de l'image que leur projette l'écran. Souvent, après avoir raconté une scène, les joueurs revenaient me voir en me disant qu'ils avaient pensé à moi pendant qu'ils jouaient, car ils avaient à nouveau vécu la scène qu'ils m'avaient décrite et avaient repensé à la séance passée ensemble. Ce processus introduit une personne tierce (le thérapeute) dans le monde virtuel, un regard extérieur les aide à prendre du recul sur la situation.

Pour reprendre la main, questionnez-vous sur vos usages. « Combien d'écrans ai-je chez moi ? » « Quel temps total ai-je passé devant un écran au cours de la journée ? » Et, surtout, « cela me convient-il » ?

Et quand l'ado se couche à des heures impossibles parce qu'il ne veut pas décrocher de son réseau social ou de son jeu, au point qu'il n'arrive pas à se lever le matin pour aller au collège et au lycée, que peut-on faire ? Doit-on le priver d'écran ?

Je ne pense pas que la solution soit d'interdire les écrans et le smartphone aux adolescents. Car ainsi on ne leur permettrait plus de participer à la société telle qu'elle est, et cela pourrait avoir des conséquences dramatiques sur le plan de la sociabilisation, en les excluant des groupes de congénères. L'important est de fixer en famille des règles, et de les appliquer. Des règles qui doivent être respectées par tout le monde, parents inclus ! Car souvent, ce sont ces derniers eux-mêmes qui se laissent distraire par une sonnerie de téléphone, une notification, ou une quelconque autre tâche à accomplir sur leur appareil. Il est donc important que tous, parents et enfants, participent ensemble à cette régulation. On pourrait décider de ne pas utiliser les téléphones pendant les repas et définir des laps de temps sans écrans. Instaurer un couvre-feu peut également être bénéfique, comme, par exemple, en interdire l'usage à partir de 22 h 30 pour tout le monde. L'important, c'est de se mettre d'accord et de s'y tenir, évitez donc les règles trop compliquées qui ne seront pas applicables sur le long terme.

En pratique, les adolescents essaient par tous les moyens d'avoir accès aux écrans et à internet. Quel discours tenir pour leur faire

accepter des limites ? S'agit-il de « tenir bon » malgré les protestations ?

Effectivement, il y a la théorie et les faits… En tant que parent, il est d'abord essentiel de comprendre pourquoi les pratiques de votre enfant vous dérangent, car souvent, bien que légitimes, les raisons sont liées à vos propres préoccupations : le sentiment d'un lien familial qui se rompt peu à peu, l'impression d'un temps gâché, etc. Ces raisons sont généralement peu concernantes pour le jeune qui aura souvent des arguments contraires à vous rétorquer. Pour qu'il accepte de limiter son temps d'écran, il doit se rendre compte que cette démarche sert avant tout son intérêt. Par exemple, vous pouvez lui expliquer les conséquences négatives d'une surexposition sur sa santé, que ce soit l'impact sur sa vision, la baisse de ses capacités d'attention, ou encore le risque de fatigue qui pourrait nuire à sa forme pour l'école le lendemain.

Ensuite, au lieu de proposer des plages horaires spécifiques où les adolescents auraient accès à leurs écrans, je conseille de renverser la logique. On leur laisse l'accès à leur smartphone toute la journée, car c'est leur espace personnel, mais on les encourage à s'en détacher sur de courtes périodes. Des laps de temps que l'on peut alors partager en famille sans écrans autour d'une activité commune. Mais veillez à ne pas être trop ambitieux ; commencer par deux heures sans écran une après-midi est déjà un bon début.

Si malgré tout les règles ne sont pas respectées, restez ferme et soyez plus restrictif le lendemain. Et rappelez-vous qu'il est utile pour l'enfant de faire ses propres expériences, même si cela signifie parfois faire de mauvais choix. En le restreignant à tout prix, on ne le responsabilise pas face à ses propres actes. C'est pourtant en faisant des erreurs qu'il apprendra. La très grande majorité des jeunes finissent d'ailleurs par se réguler d'eux-mêmes, généralement en prenant des responsabilités.

Revenons à la question de l'âge auquel on peut donner un téléphone à son enfant. Que peut-on affirmer à ce sujet ?

Il est d'abord important d'être conscient de la puissance des écrans quant à la captation de l'attention. On ne les présente pas de la même manière à un petit de 3 ans et à un adolescent de 15 ans. Il est de notre responsabilité en tant que parents de se poser les bonnes questions : à quel âge un enfant peut-il recevoir son premier smartphone ? Et pour quelle raison ? Qu'est-ce qui motive cette décision ? En lui donnant un écran portable, on lui offre une source de plaisirs constante dans la poche. Il est donc essentiel de réfléchir au bon moment pour le faire et aux critères sur lesquels se baser pour fixer ces règles.

Par exemple, les parents remettent souvent un smartphone à leur enfant au moment de l'entrée au collège, car il gagne en liberté et le smartphone permet alors de rester en contact avec lui ; c'est une sécurité pour les parents. Mais peut-être serait-il envisageable d'introduire cette transition de manière progressive ? Par exemple, en remettant d'abord un téléphone sans écran en sixième, puis évoluer vers un smartphone sans accès à internet en cinquième, pour finalement autoriser un smartphone avec un accès contrôlé à internet le moment venu. Comme on n'apprend pas à faire du vélo en commençant directement par une bicyclette classique, mais plutôt par une draisienne, ou en ajoutant des roulettes sur les côtés, qu'on finit par retirer. De la même manière, il est important de ne pas précipiter les choses avec les écrans. Rappelons d'ailleurs que ce sont les sites pornographiques et de jeux et d'argent qui sont les plus présents sur internet, contenus totalement inappropriés pour des enfants.

Propos recueillis par Albane Clavere

5,7

Le nombre moyen d'écrans par foyer en France.

Source : Observatoire de l'équipement audiovisuel des foyers 2023.

SUCRE, CAFÉ, SMARTPHONE, SÉRIES TÉLÉ…

PEUT-ON ÊTRE ADDICT À TOUT ?

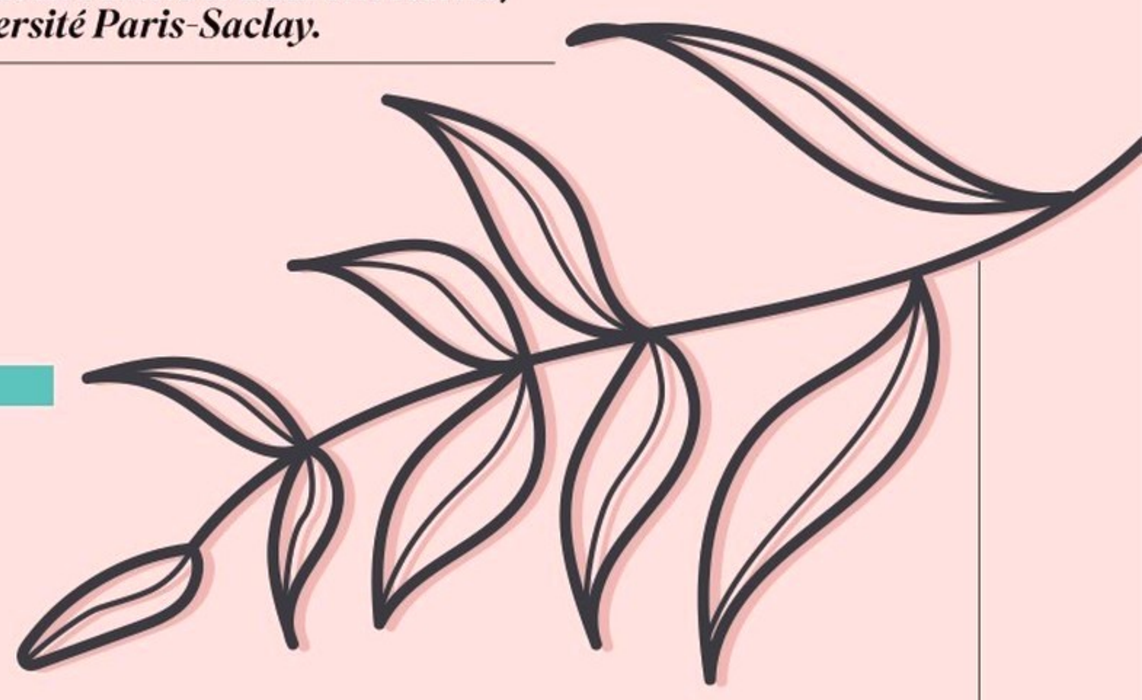
- **« Je suis accro au sucre », « mon fils est addict aux jeux vidéo », « je suis dépendant à ma tasse de café ».**
- **À nous entendre, nous serions tous victimes d'addictions à n'importe quoi. Où tracer la limite ?**



Par **Stéphane Amato**, *psychologue, maître de conférences à l'université de Toulon et chercheur au laboratoire Imsic et* **Laurent Karila**, *psychiatre addictologue et professeur à l'université Paris-Saclay.*

EN BREF

- **De plus en plus, on utilise les termes « accro » ou « addict » pour des pratiques du quotidien comme les séries télé, les réseaux sociaux ou les jeux vidéo.**
- **S'agit-il vraiment d'addictions ? La désignation correcte est : « comportements excessifs et problématiques ». Un phénomène très lié au contexte social, voire à des pathologies antérieures dont souffrirait l'individu.**
- **Le bon réflexe : se reporter à des repères comme la grille de mesure dite « des 5C » qui permet de savoir si on est vraiment addict, ou dans un excès qui reste contrôlable.**



Vous êtes accro à votre petit café du matin ? Nous aussi ! Vous êtes fan de musique metal ? Nous aussi ! Vous êtes addict à une équipe de football ? Nous aussi, surtout quand elle passe à la télévision et qu'on peut voir le match avec une bière et une pizza ! Pour Stéphane, premier auteur de cet article, c'est l'OM ; pour Laurent, son comparse, c'est le PSG, mais l'entente reste excellente entre les deux *brothers in metal* ! Alors, est-ce grave, docteur ? Pas nécessairement aurait répondu Claude Bernard, pionnier de la médecine expérimentale. « Tout est poison, rien n'est poison, tout est une question de dose », selon la célèbre formule de l'alchimiste Paracelse. Pour autant, en matière de psychiatrie ou de psychologie, l'approche est bien plus subtile.

De manière imagée, toutes ces petites choses du quotidien, café, sucre, musique, séries télé, etc., peuvent être rapprochées de la notion de *pharmakon*, un terme d'origine grecque qui recouvre trois significations. Le *pharmakon* peut être ainsi tantôt remède (à dose modérée ou adaptée), tantôt poison (si on l'utilise de façon excessive ou inappropriée), ou encore bouc émissaire : dans ce dernier cas, il est accusé d'être responsable d'importants problèmes de société, voire de « tous les maux », qui résultent en fait d'autres facteurs. Par exemple, les jeux vidéo vont parfois être pointés du doigt dans les situations de décrochage scolaire pour certains enfants, alors qu'il règne peut-être dans leur famille un climat délétère qui engendre de l'anxiété et n'offre pas un contexte favorable aux études.

Prenons un exemple très courant : le café. À peine sorti du lit, déjà vous préparez la première dose du matin. Puis, arrivé au bureau, vous retrouvez vos collègues et vous voici à nouveau avec votre boisson chaude favorite à la main. Après le déjeuner, encore une fois, un caoua s'impose. Finalement, vous parvenez facilement au décompte total de trois à quatre tasses par jour. À cette dose, la caféine pourrait s'avérer bénéfique pour vous à de multiples niveaux : effet antioxydant, protection contre le diabète de type 2 ou contre certaines maladies neurodégénératives, d'après de nombreuses études épidémiologiques. Sans compter qu'à court terme il a un petit effet stimulant qui ne fait pas de mal à votre concentration et au reste de vos fonctions cognitives. D'ailleurs, peut-être est-ce pour cela que, sans que vous en ayez conscience, c'est votre boisson préférée du matin. D'autres opteront pour le thé, selon l'idée que « la caféine, c'est nocif ; la théine, c'est mieux ». Sauf que théine et caféine sont en réalité la même chose, une seule et même molécule répondant au doux nom de 1,3,7-triméthylxanthine ; la seule différence réside dans sa concentration, environ cinq fois moindre dans le thé que dans le café.

LE CAFÉ : TANTÔT REMÈDE, TANTÔT POISON

Jusque-là, tout va très bien. Mais au-delà des trois ou quatre tasses quotidiennes recommandées, le café commence à révéler toute une série d'effets secondaires plutôt indésirables, tels qu'une dégradation du sommeil, des étourdissements, de l'anxiété, des maux de tête, voire des palpitations.

Pour résumer, si vous ne dépassez pas une certaine dose (qui peut varier selon les individus), votre remontant matinal est salutaire ; mais franchi cette limite, il est néfaste. Peut-on généraliser cette idée à d'autres situations ou substances ? Est-il légitime de dire ainsi qu'à dose modérée il n'y a pas d'addiction, alors que passé

© Victoria Kaipetskaya/iStock

un certain seuil s'installe une dépendance ? Cela permettrait de comprendre pourquoi on peut consommer de l'alcool avec modération, ou bien sombrer dans l'alcoolodépendance. Jouer parfois à la console, ou basculer dans un excès problématique. Regarder sa série télé un peu, passionnément… ou beaucoup trop. La frontière entre pratique bénéfique et dépendance délétère serait alors une question de quantité. Qu'en est-il dans les faits ?

Attardons-nous un instant sur notre bon vieux café, la boisson la plus consommée du monde après l'eau. Selon le manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux, le *DSM-5*, qui recense notamment les troubles de l'usage de substances, sa surconsommation peut être considérée comme une addiction – au même titre que celle liée à des substances illicites ou à l'alcool –, mais dans certains cas bien définis. En effet, ce manuel définit l'addiction comme un comportement pathologique qui implique, entre autres, une incapacité à résister à une pulsion ou à une tentation et pouvant causer un préjudice significatif pour la personne concernée. Dès lors, un diagnostic de trouble de l'usage peut être suspecté si un consommateur de caféine répond à trois critères au moins sur une liste de neuf durant une période de douze mois *(voir l'encadré ci-contre)*.

Il vous semble difficile de remplir trois de ces critères ? Sachez que, selon le *DSM-5*, 7 % des consommateurs réguliers présentent un trouble de l'usage de la caféine : un chiffre qui est donc loin d'être anodin. Celui-ci s'élèverait même à 20 % pour des populations sujettes à absorber en excès la boisson telles que les élèves du secondaire ou universitaires – qui peuvent être amenés à augmenter fortement leur consommation en période d'examens – ou pour des personnes déjà suivies pour dépendance.

DES MODIFICATIONS NEURONALES DANS NOS CERVEAUX

Lorsqu'on boit du café, la molécule active de ce breuvage, la caféine, agit directement sur le cerveau en se fixant sur les récepteurs de l'adénosine, une petite molécule cérébrale qui inhibe la libération de certains neurotransmetteurs, dont la dopamine. De cette manière, l'adénosine ne peut plus se lier à ses récepteurs. Résultat : le niveau de dopamine augmente ! Après chaque nouvelle tasse ingérée, une vague de plaisir envahit à nouveau les amateurs du nectar noir. Voilà qui explique l'envie presque mécanique de préparer un autre café lorsqu'on est en train de devenir addict. Une fois la consommation devenue fréquente, le cerveau s'adapte. Il réduit sa

ÊTES-VOUS ADDICT AU CAFÉ ?

Selon le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*, le *DSM-5*, on est atteint d'un « trouble de l'usage de la caféine » si l'on satisfait au moins trois critères parmi les suivants – quelque peu reformulés ici – pendant une période de douze mois.

1. Désir tenace ou effort infructueux pour diminuer ou contrôler la consommation de la substance.

2. La consommation est poursuivie bien que la personne sache avoir un problème psychologique ou physique persistant ou récurrent susceptible d'avoir été causé ou exacerbé par cet usage.

3. La personne ressent un syndrome de sevrage caractérisé par l'une ou l'autre des manifestations suivantes :

a. Syndrome de sevrage caractéristique de la substance (par exemple pour le café : maux de tête, irritabilité, fatigue, problèmes de concentration).

b. Besoin de prendre la substance (ou une substance très proche) pour soulager ou éviter les symptômes de sevrage.

4. La substance est souvent consommée en quantité plus importante ou pendant une période plus longue que prévu.

5. Consommation répétée de la substance conduisant à l'incapacité de remplir des obligations majeures au travail, à l'école ou à la maison (par exemple, retards ou absences réitérées au travail ou à l'école du fait de la consommation ou du sevrage de la substance).

6. Consommation malgré des problèmes interpersonnels ou sociaux, persistants ou récurrents, causés ou exacerbés par les effets de la substance (par exemple disputes avec le conjoint à propos des conséquences de la consommation, problèmes de santé, coûts).

7. Phénomène de tolérance, défini par l'un des symptômes suivants :

a. Besoin de quantités notablement plus élevées de substance pour obtenir l'effet désiré (plaisir, excitation, bien-être, augmentation de performances, etc.).

b. Effet notablement diminué en cas d'utilisation continue d'une même quantité de substance.

8. Beaucoup de temps passé à des activités nécessaires pour obtenir le produit, à en consommer ou à récupérer de ses effets.

9. Envie impérieuse *(craving)*, fort désir ou besoin pressant de consommer la substance.

production naturelle de dopamine et le nombre de ses récepteurs. Les petits plaisirs quotidiens ne suffisent plus et l'on se met à chercher des niveaux toujours plus élevés de dopamine en ingurgitant des *ristretti* plus souvent. Un vrai problème lorsqu'il s'agit de décrocher. Enfin, rappelons que notre cerveau est doté d'une capacité prodigieuse : la plasticité synaptique, qui peut toutefois, dans certains cas, entraîner des effets pas nécessairement désirables. En effet, à force d'enchaîner les expressos de façon répétée, les connexions synaptiques impliquées dans le circuit de la récompense vont se trouver renforcées. Elles deviendront « prioritaires » malgré les conséquences néfastes qui peuvent en découler ! *(voir l'encadré page 57)*

À force d'enchaîner les expressos, les connexions neuronales du circuit de la récompense finissent par se consolider.

QUAND PEUT-ON PARLER « D'ADDICTION » ?

Mais qu'en est-il des autres comportements du quotidien reproduits à l'excès ? Peut-on se dire addict à Instagram ou à une série télé ? À un jeu vidéo ou au sport ? Au sucre, au travail, au sexe… ? Certains d'entre vous ont peut-être essayé de se tester sur ces points en lisant les différents critères de diagnostic du *DSM-5*, qui figurent dans l'encadré page 59. Et peut-être, en vous y référant, avez-vous découvert que vous étiez théoriquement addicts à votre série télé, par exemple. Halte-là ! N'allons pas trop vite en besogne…

Ces critères diagnostiques du *DSM-5* sont, en effet, propres au trouble de l'usage de la caféine ; ils ne permettent pas de dire que le fait d'être « accro » à une conduite constitue une addiction à proprement parler (hormis les troubles associés aux jeux de hasard et d'argent, pour lesquels des similarités avec les troubles liés à une substance ont été rigoureusement démontrées). Par exemple, les activités concernant une utilisation irraisonnée d'internet sont plutôt désignées sous le terme de « comportements excessifs et problématiques » et ne sont pas reconnues comme des pathologies psychiques à proprement parler. Notamment par manque de preuves empiriques suffisantes dans la littérature scientifique publiée jusqu'à aujourd'hui, la nouveauté du phénomène contribuant à cette situation.

De plus, lorsqu'on parle d'addiction, on renvoie inévitablement à l'idée d'un excès. Certes, la notion de « comportement excessif » y fait référence, mais le concept même d'excès s'avère bien difficile à manier. Ainsi, dans l'hypothèse d'une addiction aux écrans connectés, comment quantifier l'excès ? Beaucoup s'y sont essayés, notamment en évoquant la question du temps d'écran. Or les temps d'écran ont considérablement évolué, au fil du temps, dans nos sociétés. Naguère encore, les foyers étaient équipés d'un seul téléphone et d'une seule télévision et c'était déjà parfois un luxe. La lucarne magique ne pénétrait guère la chambre des enfants, ce qui reste à conseiller aujourd'hui, y compris pour les adultes. La question du temps d'écran se négociait différemment et les images étaient regardées en famille, ce qui laissait la possibilité aux parents d'expliquer ce qui était vu et entendu. Mais de nos jours, les écrans sont omniprésents, et parents comme enfants ont de plus en plus de mal à s'en passer. Le temps d'écran est devenu un véritable sujet sociétal.

Comment fixer une limite de temps d'écran au-delà de laquelle l'utilisation deviendrait pathologique ? C'est ce qu'a tenté de déterminer la commission sur les enfants et les écrans dans son récent rapport remis au président de la République le 30 avril 2024. Le titre est : « À la recherche du temps perdu ». Le temps est donc bien le critère central. Or si l'on ne se focalise pas uniquement sur lui, on pourrait alors être tenté de chercher d'autres variables quantitatives qui pourront, par exemple, donner à établir une limite en termes de « quantité de données visionnées ». En ce sens, au mois de mars dernier, l'ancienne ministre de l'Éducation nationale, Najat Vallaud-Belkacem, a proposé de restreindre le volume des données internet téléchargées à un plafond de 3 gigaoctets par individu et par semaine.

Alors, quel critère retenir ? Le nombre d'heures passées devant l'écran ou la quantité de gigaoctets consommés ? On voit bien que dans la première approche comme dans la seconde, quelque chose ne va pas. D'abord, où fixer le curseur ? Et puis, le temps en soi ne dit rien sur l'activité, bénéfique ou néfaste. Trois heures à

visionner des documentaires scientifiques n'équivalent probablement pas à trois heures passées devant des réseaux sociaux numériques complotistes ou devant des influenceurs faisant la promotion de la chirurgie esthétique pour les mineurs. De la même façon, 3 gigaoctets de pornographie en ligne ne sont *a priori* pas comparables à 3 gigaoctets de Mooc pour une formation à distance. Et pour cause : ce ne sont ni le temps ni les gigaoctets qui importent, mais bien l'usage qu'on en fait.

Y A-T-IL UNE « ADDICTION À INTERNET » ?

Cependant, il existe à l'heure actuelle de nombreuses publications scientifiques qui s'intéressent à l'addiction à l'usage d'internet (IAD). Plusieurs échelles de mesure de cette addiction présumée ont vu le jour : l'*Internet addiction test* (IAT), de la psychologue et experte des troubles de la dépendance à internet et des comportements en ligne Kimberly Young ; la *Chen Internet addiction scale* (CIAS), qui se concentre sur ces comportements supposément addictifs en Chine ; ou encore l'*Internet gaming disorder scale* (IGDS), elle-même subdivisée en différents sous-types. En soi, si les recherches fleurissent dans ce domaine, il n'y a pas encore de consensus sur une échelle reconnue qui permettrait de diagnostiquer certaines utilisations d'internet comme de véritables addictions. Si tant est qu'il en existe réellement et qu'elles sont à considérer en tant qu'addictions autonomes, c'est-à-dire comme des accoutumances développées de façon indépendante, par une substance ou un comportement, indépendamment du contexte, du stress, du vécu ou de l'histoire de la personne.

Et concernant les conséquences sur le cerveau, que peut-on en dire ? L'usage excessif d'internet affecte-t-il notre fonctionnement cognitif ? Oui, selon plusieurs études. Grâce à l'imagerie par résonance magnétique (IRM), des altérations de différentes régions cérébrales ont pu être observées. On retrouve une réduction du volume de la matière grise, localisée au niveau de la couche externe du cerveau, le cortex. Le cortex préfrontal, siège des fonctions exécutives, essentielles dans nos actions et nos prises de décisions ou dans l'inhibition de nos pulsions, est ainsi particulièrement affecté. D'autres études montrent également une altération de la substance blanche, composée en grande majorité de myéline – une sorte de « gaine électrique » entourant les neurones et qui permet alors d'augmenter la vitesse de conduction des influx nerveux. La communication entre différentes régions cérébrales se trouve alors perturbée, ce qui, par conséquent, détériore certaines capacités cognitives des individus concernés. Le circuit de la récompense est également impacté et les connexions de ses neurones sont modifiées. Des éléments similaires aux modifications observées lors de troubles liés à l'usage de substances surviennent donc dans le cadre des comportements excessifs et problématiques avec internet…

Mais est-ce parce que l'on observe des changements cérébraux analogues à ceux que provoque une vraie addiction à une substance que l'on est pour autant face à d'une réelle addiction ? La question des causes est ici déterminante : l'origine du problème est-elle la pratique des écrans ou d'internet *stricto sensu*, ou est-ce un contexte social qui favorise ces besoins délétères ?

ADDICTION… OU SIMPLE BOUC ÉMISSAIRE ?

Pour bien comprendre cette nuance, prenons l'exemple de la Chine où se développent de nombreuses cliniques spécialisées dans les pathologies assimilées à des addictions aux écrans connectés. À première vue, on pourrait penser que ces « addictions » ravagent de façon endémique ce pays. Mais en y regardant de plus près, la situation est plus complexe qu'il n'y paraît. Le gouvernement chinois incite fortement à la productivité forcenée et les ordinateurs portables ou smartphones fournis aux employés deviennent de véritables « laisses numériques ». Les employeurs peuvent ainsi surveiller en permanence les travailleurs et sanctionner ceux qu'ils jugent insuffisamment productifs. Les salariés sont moins « addicts » que contraints de passer des heures sur leurs écrans.

De la même manière, les streameurs – les créateurs de contenus – diffusent sans cesse des textes, vidéos ou images sur les réseaux sociaux

Tel accro au Nutella pourrait bien traiter, sans le savoir, un syndrome anxiodépressif…

numériques. Sont-ils pour autant accros ? Pas forcément. Car encore une fois, c'est le contexte qui les pousse à produire plus. La plateforme Twitch, par exemple, encourage ainsi ses streameurs à suivre un « mode d'emploi » pour maximiser leurs audiences. Les voilà enfermés dans une boucle sans fin de la surenchère, un phénomène bien connu en psychologie sociale sous le nom d'« escalade d'engagement », qui fait que certains individus ou groupes se consacrent entièrement à une activité ou à appliquer une décision, et ce même si leurs investissements impliquent des comportements irrationnels sinon dangereux pour leur équilibre.

Encore un autre cas envisageable parmi tant d'autres : que dire de ce gringalet au teint blafard qui vit reclus derrière ses écrans, fuyant toute interaction sociale ? On y voit bien la troisième facette du *pharmakon,* non plus remède ou poison, mais désormais responsable de tous les maux d'aujourd'hui ! Car il est probable que ce comportement permette au jeune garçon d'apaiser son anxiété liée au risque de se trouver à visage découvert face à autrui. L'usage des outils – internet, jeux vidéo, réseaux sociaux, etc. – serait alors devenu ici une manière d'affronter une pathologie sous-jacente et ses détresses associées : une stratégie de *coping* (« ajustement », en français), en somme, mais assurément pas une addiction.

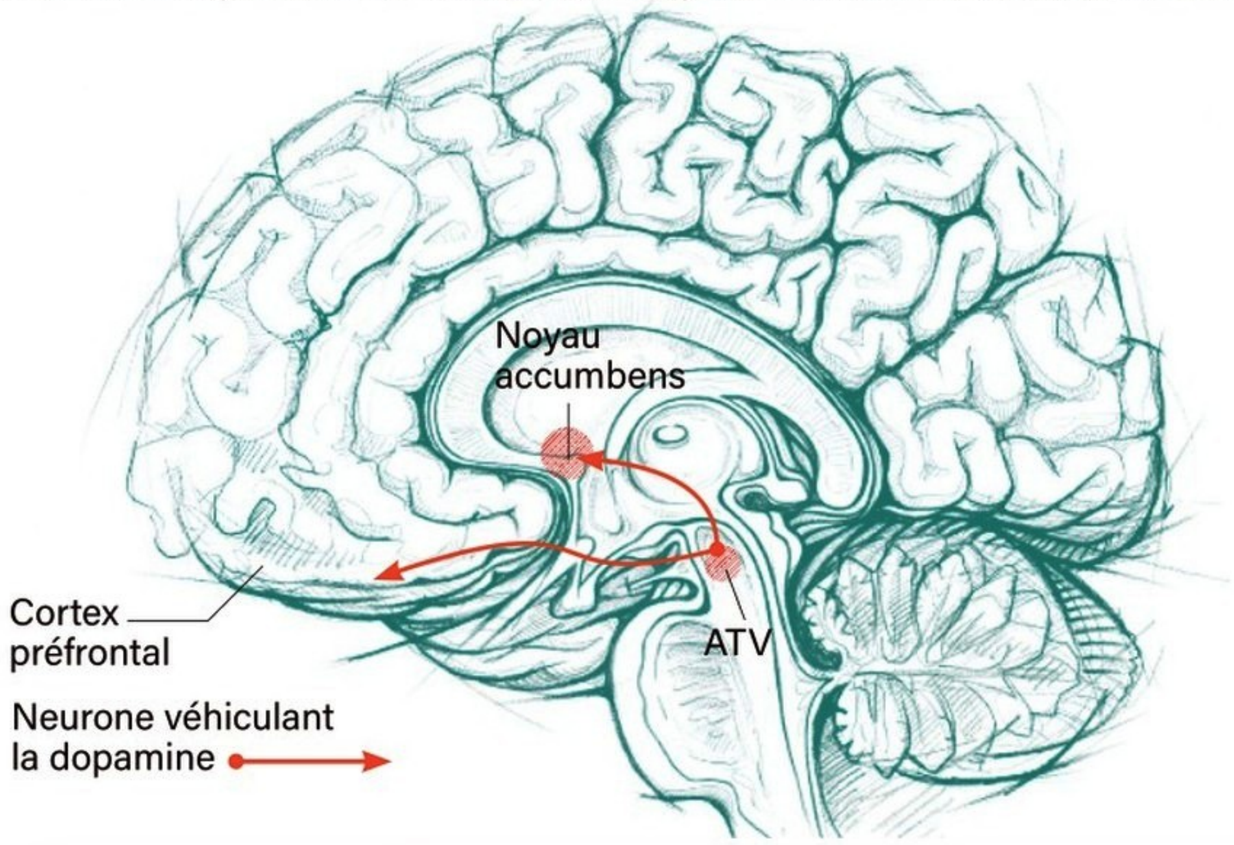
Le principe reste le même pour les autres « addictions » du quotidien. Nous ne serions pas à proprement parler accros à notre série télé, au travail ou au sucre : ce sont parfois des contextes sociaux ou des pathologies antérieures qui influent sur nos actions, nous poussant alors à adopter des conduites démesurées et nocives qui cachent un mal plus profond.

Par exemple, une consommation exagérée de sucre peut provoquer une libération massive de dopamine dans le cerveau, à l'instar de la cocaïne. Ce fanatique du Nutella pourrait bien traiter, de façon intuitive et avec les moyens du bord, un syndrome anxiodépressif… même si la question de la probable addiction au sucre fait aussi actuellement grand débat au sein de la communauté scientifique.

Il n'en reste pas moins que tous ces comportements déviants du quotidien restent à considérer en lien avec des variables environnementales, culturelles ou psychologiques. Ainsi, chez les personnes qu'on qualifie d'« addicts au boulot », les fameux *workaholics* (contraction de *work* et de *alcoholic*), la surcharge de tâches auto-infligée pourrait alors être déterminée par certaines normes sociales glorifiant la valeur travail – avec l'approbation des supérieurs par exemple.

QUE SE PASSE-T-IL DANS NOTRE CERVEAU ?

Toutes les addictions partagent des mécanismes communs qui affectent le cerveau. Plusieurs circuits cérébraux sont modifiés, notamment celui de la récompense, qui inclut l'aire tegmentale ventrale (ATV), le noyau accumbens et le cortex préfrontal.



LA DOPAMINE CRÉE UN RENFORCEMENT POSITIF DU COMPORTEMENT

Lors d'une activité agréable – par exemple manger un petit carré de chocolat ou sortir avec des amis – le noyau accumbens situé dans le striatum ventral libère de la dopamine, un des messagers chimiques du plaisir, ce qui explique pourquoi nous apprécions l'expérience. Mais en se livrant à certaines conduites addictives, cette libération de dopamine survient instantanément et de façon massive, bien au-delà des niveaux produits à l'accoutumée. Le plaisir est exacerbé. Conséquence : on souhaite renouveler l'expérience pour à nouveau ressentir cette sensation intense. C'est ce qu'on appelle le « renforcement positif », le processus qui nous pousse à répéter des comportements stimulants et gratifiants.

UN ÉMOUSSEMENT DU PLAISIR QUI CONDUIT À AUGMENTER LES DOSES

Quand le comportement addictif devient fréquent, le cerveau s'adapte à des concentrations élevées de dopamine en en réduisant la production naturelle et en diminuant le nombre de récepteurs dopaminergiques – de petits canaux situés sur les membranes des neurones, où se lie la dopamine pour ensuite entraîner l'effet décrit. Entre autres conséquences, on observe une réduction de la capacité du circuit de la récompense à répondre aux stimuli habituels, ce qui engendre une diminution du plaisir ressenti lors d'activités normalement stimulantes et un recours accru à la substance ou au comportement addictif pour tenter de compenser ce déficit.

À TERME, UNE MODIFICATION DES CIRCUITS NEURONAUX

Les addictions provoquent également des modifications de la plasticité synaptique, c'est-à-dire de la capacité du cerveau à modifier la force des connexions synaptiques, à la suite de ces expériences. Ces altérations renforcent les circuits neuronaux associés aux pratiques addictives, ces circuits devenant « prioritaires » pour le cerveau, au détriment d'autres activités et autres stimuli usuels.

D'après © Alena Hovorkova/Shutterstock

SUCRE, CAFÉ, SMARTPHONE, SÉRIES TÉLÉ : PEUT-ON ÊTRE ADDICT À TOUT ?

RÉSEAUX SOCIAUX NUMÉRIQUES : POURQUOI ON SCROLLE À N'EN PLUS FINIR

TikTok, Instagram, YouTube… tous ces réseaux sociaux numériques partagent un objectif commun : nous faire passer le plus de temps possible sur leur plateforme. Comment ? En proposant des formats courts qui nous tiennent en haleine, mais également en usant de l'*infinite scrolling*. Traduisez littéralement par « défilement infini », ce procédé qui permet d'afficher automatiquement de nouveaux contenus à la fin de la lecture du précédent sans que l'internaute n'ait besoin d'appuyer sur un bouton « suivant ». À titre de comparaison, c'est comme si votre verre de vin se remplissait continuellement, immédiatement après que vous y ayez plongé les lèvres. Habituellement, vous vous poseriez la question « est-ce que je reprends un verre ? », mais dans ce cas-là vous boirez beaucoup plus sans même vous en rendre compte. C'est le même principe avec les contenus proposés par de nombreux réseaux sociaux numériques.

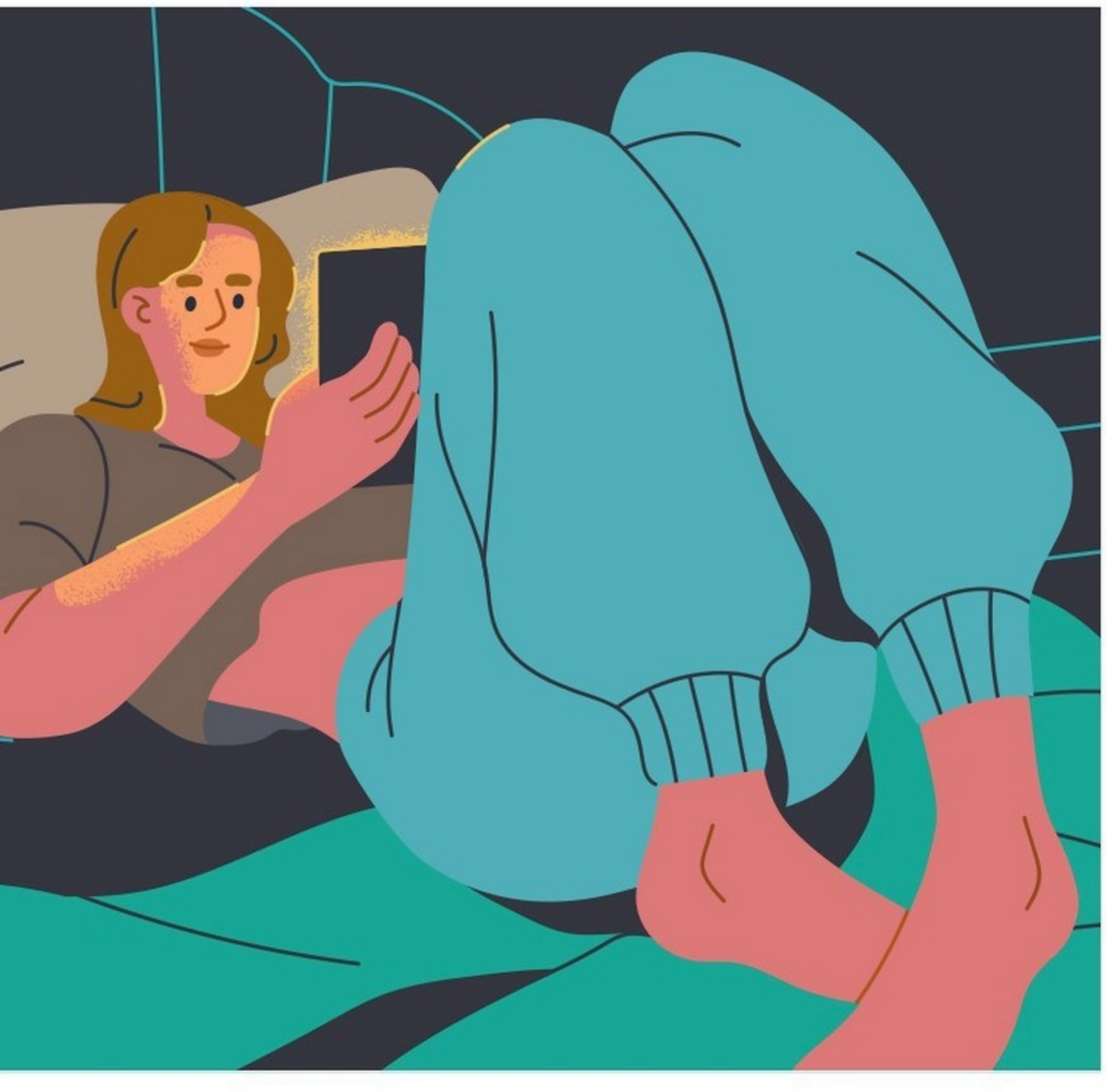
Ainsi, on ne se demande plus si on souhaite voir se dérouler de nouveaux contenus : on en est rendu captif. Plus besoin de réfléchir à la nécessité ou non de s'arrêter, seul demeure le besoin de poursuivre ce défilement sans interruption.

Un phénomène proche de celui de la « dépense gâchée », décrit par Robert-Vincent Joule et Jean-Léon Beauvois dans leur célèbre *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens,* et qui explique pourquoi on persévère parfois dans des comportements qui ne nous procurent aucun bénéfice, comme ici scroller *ad nauseam*. La dépense gâchée pousse à continuer d'investir – en temps, en énergie, en argent… – dans une activité malgré des coûts déjà engagés et irrécupérables : on est lié par le désir illusoire de rentabiliser ces ressources.

Et cet effet se manifeste d'autant plus aisément qu'on ne s'est fixé aucune limite préalable, notamment de temps, comme lorsqu'on se met à visionner des contenus sur son téléphone.

Scroller expose par ailleurs au phénomène de « renforcement positif intermittent ». En parcourant les contenus d'une plateforme, l'apparition d'un stimulus plus étonnant ou excitant que les autres libère un supplément de dopamine dans notre cerveau. De façon non consciente, nous souhaitons donc renouveler cette expérience qui nous apporte une telle satisfaction. Le tour de force des réseaux sociaux numériques est d'être parvenus à susciter l'attente de cette sensation de plaisir, qui survient, de façon aléatoire, comme dans des jeux de « hasard » – tous les contenus ne nous plaisent pas nécessairement, ils sont présents par « intermittence ». Le même processus intervient lorsqu'on publie une photo ou un statut sur un réseau social numérique : on attend sa dose de gratification – un like, un commentaire flatteur – sans être sûr de pouvoir l'obtenir. À cela, l'*infinite scrolling* ajoute une illusion de nouveauté perpétuelle qui incite à poursuivre sa navigation et privilégie également la facilité cognitive : scroller devient alors quasi automatique…

Mais à swiper (balayer l'écran d'un doigt pour faire un choix) et scroller indéfiniment, on surcharge aussi son cerveau d'informations, d'où des déficits attentionnels. Il devient difficile de maintenir une attention soutenue de manière prolongée, ou de déployer une attention sélective afin de faire abstraction de stimuli potentiellement distracteurs. La psychologue Jasmina Wallace et ses collègues du département de psychiatrie de l'université de Montréal ont ainsi montré, en se fondant sur l'étude de 4 000 étudiants canadiens, que l'augmentation du temps passé devant un écran au cours d'une année était associée à une exacerbation des symptômes de TDAH (trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) au cours de la même période. Confrontés à des contenus plus lents et plus longs, les étudiants éprouvent alors de l'ennui ou de l'anxiété. Les plus férus de réseaux sociaux numériques rencontreraient ainsi des difficultés à visionner un film de deux heures, à moins de regarder en accéléré et en mode multitâche…



© GoodStudio/Shutterstock

LES « 5C DE L'ADDICTION », UN MÉMO POUR SE REPÉRER

Comment reconnaître une addiction – une maladie, donc – et ne pas la confondre avec un comportement excessif et problématique ? Laurent Karila propose un moyen mnémotechnique simple : les « 5C ». Selon cette approche, pour savoir si une personne est atteinte d'addiction (au sens pathologique du terme), il faut observer si elle remplit cinq grands critères sur une période de douze mois.

01 Perte de CONTRÔLE (la personne ne peut s'empêcher de consommer même si elle a la volonté de se modérer)

02 Comportement COMPULSIF (la personne agit de façon automatique)

03 Désir intense et irrépressible de combler un besoin, désigné par le terme anglais *CRAVING* (on est soudainement obsédé par le besoin impérieux d'assouvir son addiction, ou on anticipe sans cesse « la prochaine fois »)

04 Persistance de la pratique en CONTINU, malgré la reconnaissance de ses effets néfastes

05 Existence de CONSÉQUENCES NÉGATIVES découlant de ces actes (difficulté à travailler, vie sociale perturbée, etc.)

La manifestation simultanée de ces cinq critères, au cours d'une année, suggère l'installation d'une pathologie. Il devient alors important de consulter un professionnel de santé, en commençant par son médecin traitant, qui est plus à même de distinguer une addiction d'un comportement excessif et problématique, et qui pourra ensuite vous orienter vers un spécialiste.

Au-delà de facteurs externes, les mêmes individus peuvent aussi présenter des failles internes telles qu'en ont ceux aux personnalités perfectionnistes, ou bien d'autres, atteints de troubles obsessionnels compulsifs…

COMMENT S'EN SORTIR ?

Briser le cercle vicieux d'une addiction suppose d'agir de façon plus ou moins séquentielle sur plusieurs axes à la fois. Ceux-ci forment un programme dont l'acronyme est *ADDICT*, et qui comporte quatre plans d'action.

Premièrement, « Arriver à décrocher de la dépendance » *(ADD)*. Une personne atteinte d'un trouble de l'usage du tabac peut alors suivre un programme de sevrage avec des substituts nicotiniques et le compléter par la formation à une technique de relaxation, et s'y adonner régulièrement, pour réapprendre à gérer les situations de stress sans fumer.

Ensuite, il s'agit d'« Intégrer de nouveaux plaisirs » (I). Un individu présentant une pratique pathologique des jeux sur internet peut ainsi se découvrir une passion pour la musique metal. Il commence par assister à des concerts et à jouer d'un instrument, trouvant ainsi une source de plaisir sain et enrichissant. Concernant cet exemple, toute ressemblance avec les deux auteurs de cet article n'est pas nécessairement fortuite ni involontaire ! D'ailleurs, dans ce contexte, Laurent a développé la notion d'« addiction positive » dans la mesure où il n'y a que du plaisir !

Troisièmement, un enjeu crucial est de « Changer son comportement » (C) en participant à des séances de thérapie cognitive et comportementale, par exemple. Ces dernières permettent aux patients de maîtriser des situations ou des déclencheurs imprévus qui provoqueraient potentiellement une rechute ou rendraient plus difficile le maintien de l'abstinence. Des techniques, basées sur la théorie de l'apprentissage social, telles que le *modeling* – la personne observe et imite des agissements positifs montrés par un thérapeute –, peuvent également aider à mieux appréhender certaines situations sociales sans replonger.

Et enfin, sortir de l'addiction suppose de « Trouver un nouveau chemin » (T). Un individu victime d'un trouble lié au jeu d'argent va ainsi rejoindre des groupes de soutien, occuper un emploi stable, être engagé dans des activités sociales (culturelles, sportives…), construisant ainsi une nouvelle vie équilibrée, tout en restant vigilant et persévérant face aux tentations.

Dans tout cela, une règle d'or doit être observée lorsqu'on souhaite aider une personne addicte : si possible, ne rien lui imposer d'emblée, favoriser l'acceptation de son état, et éviter de lui faire subir un quelconque projet thérapeutique ; il est donc préférable que celle-ci soit volontairement actrice de sa guérison, engagée à modifier ses conduites – qu'elles soient liées à une substance illicite, licite, ou à tout autre comportement addictif. Des programmes de soins incluant thérapies comportementales et cognitives, approches médicamenteuses, participations à des groupes d'autosupport, des interactions avec des patients experts… sont alors autant de précieux auxiliaires sur le chemin de la libération. ●

Bibliographie

S. Amato et E. Boutin, Étude des effets d'ordre dans la recherche d'information sur le web : le cas d'une expérimentation sur les techniques de sevrage tabagique, *Essachess - Journal for Communication Studies*, 2013.

S. Amato *et al.*, Les réseaux sociaux numériques redéfinissent-ils l'engagement ?, *Communication & Organisation*, 2021.

D. Courbet *et al.*, « Addictions » et comportements problématiques liés à internet et aux réseaux sociaux. Synthèse critique des recherches et nouvelles perspectives, *Essachess - J. Com. Stud.* , 2020.

L. Karila, *Docteur : Addict ou pas ? Alcool, sucre, sport, écrans, sexe... Déjouer les addictions, conserver le plaisir,* Harper Collins, 2024.

p. 68 *Qui complote contre le climat ?* p. 72 *Les psychotropes modifient-ils notre cerveau ?*



INTERVIEW

GRÉGOIRE BORST

PROFESSEUR DE PSYCHOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT DE L'ENFANT ET DE L'ADOLESCENT

« VICE-VERSA 2 » : ANXIÉTÉ PREND LES COMMANDES !

Joie, Tristesse, Peur, Dégoût et Colère, cinq émotions aux commandes dans le cerveau d'une petite fille voient débarquer une nouvelle venue un tantinet survoltée : Anxiété. Avec Embarras, Envie et Ennui, elle prend le contrôle dans l'esprit de l'adolescente. Grégoire Borst, professeur de psychologie du développement de l'enfant et de l'adolescent, nous livre les clés de ce scénario neuroaffectif.

Dans la tête de Riley, héroïne maintenant âgée de 13 ans, on voit arriver de nouvelles émotions. Joie avait déjà eu du mal à comprendre l'importance de Tristesse dans le film précédent. Que se passe-t-il cette fois ?

Des émotions plus complexes, toujours représentées par des petits personnages, s'installent au quartier général du cerveau, d'où elles opèrent à leur tour. La façon de préparer leur arrivée est visuellement géniale : des ouvriers débarquent par la fenêtre avec un boulet de démolition et cassent tout. Impossible de lutter : ils ont un permis pour construire une « extension ». L'un des techniciens révise aussi le tableau de bord, d'où il devient très difficile d'opérer tant boutons et manettes deviennent « sensibles ». Une simple pichenette provoque alors des conséquences disproportionnées : dès le réveil, Riley se met à crier sur sa mère, elle fait un drame pour trois fois rien, passe en une seconde de la surexcitation (à l'idée de son stage de hockey) à la déprime profonde (en pensant qu'elle est nulle) : la puberté est bien là ! Elle-même ne comprend pas pourquoi elle réagit de manière aussi extrême. L'adolescence, c'est exactement ça.

On voit beaucoup de grues et de travaux dans le cerveau de l'adolescente. Pourquoi cela vous a-t-il tellement plu ?

La métaphore du chantier est excellente pour illustrer la plasticité cérébrale, c'est-à-dire le remodelage permanent des connexions neuronales en fonction des expériences vécues et de nos apprentissages. Le film fait un focus sur les apprentissages émotionnels et sociaux. Pour un individu, on sait qu'ils sont aussi importants que les apprentissages cognitifs. On croise donc de nombreux ouvriers à l'activité frénétique et des grues qui reconstruisent en permanence le cerveau de Riley. On en aperçoit aussi dans le premier film de 2015, notamment dans la cité de l'Imagination. Mais là c'est flagrant. Cela suggère que la plasticité, qui était encore un peu limitée à la fin de



Sauf mention contraire, les images sont © 2024 Disney/Pixar. All Rights Reserved.

« VICE-VERSA 2 » : ANXIÉTÉ PREND LES COMMANDES !



l'enfance, juste avant la puberté, est maintenant maximale. Cela marque l'entrée dans une phase de fortes et rapides transformations du cerveau. Riley découvre et apprend en effet beaucoup de choses sur des périodes courtes, ce qui crée des facteurs de vulnérabilité. D'où l'arrivée d'Anxiété, d'Envie, d'Embarras et d'Ennui (ce dernier étant en fait plutôt un sentiment). La puberté se caractérise par cette réorganisation. La plupart des gens ont, à tort, une vision figée du cerveau, alors que, même dans le cerveau adulte, une certaine plasticité perdure. Donc bravo pour toutes ces grues sur lesquelles je me réjouis d'attirer l'attention des spectateurs, pour ne pas louper cette idée forte dans ce film qui fourmille d'ingénieux détails.

Les ouvriers partent en laissant un vrai chantier mais précisent : « Ne vous inquiétez pas, on va revenir ! »

Oui, les travaux, on sait quand ça commence, moins quand ça finit… La scène évoque parfaitement l'ampleur et la durée des transformations en cours chez Riley. Le système limbique (plaque tournante des émotions, comprenant notamment l'hippocampe, l'amygdale et l'hypothalamus) fait brutalement sa mue vers sa version adulte. Tandis que le système de régulation émotionnelle (située dans le cortex préfrontal) reste plus ou moins « à la traîne ». Au début de l'adolescence, il y a ainsi une prévalence du système limbique sur le système préfrontal. Il faudra dix à quinze ans à ce dernier pour prendre progressivement le contrôle et parvenir à gérer cette « cocotte-minute » qu'est le système limbique.

Mais dans le film, ces deux systèmes sont figurés en un même lieu : n'est-ce qu'un artifice visuel ?

En effet. On devrait avoir d'un côté le système limbique des émotions, représenté par Joie, Colère, Anxiété, Envie, etc., et, de l'autre, le système de contrôle préfrontal, représenté par la console avec boutons et manettes. Celui-ci est en fait le centre de régulation émotionnelle. D'une certaine façon, comme on est au début de l'adolescence, il est correct que ce soient les émotions qui « dominent » en opérant elles-mêmes depuis le centre de contrôle : ce sont elles qui « décident » de déclencher une réaction chez Riley en appuyant chacune sur différents boutons. Mais si on imaginait une suite à *Vice-Versa 2*, avec une Riley devenant cette fois une jeune adulte, le centre de contrôle préfrontal, qui est représenté par le tableau de bord (c'est-à-dire un objet inanimé), devrait lui aussi être incarné par un personnage capable d'agir. Et ce serait ensuite à lui de réguler les émotions, tel un chef d'orchestre, et non simplement de subir l'actionnement de ses boutons et manettes. Mais le plus important dans ce film-ci était bien de montrer que globalement le centre de contrôle vole en éclats à l'adolescence et que les émotions sont ressenties beaucoup plus fortement par Riley.

Dans le premier film et au début de ce deuxième opus, c'est Joie qui « dirige » le quartier cérébral. Est-ce forcément le cas chez les enfants ?

C'est une simplification et un parti pris. Il y a une forte hétérogénéité chez les enfants, nos émotions et notre personnalité sont bien entendu très dépendantes des contextes de nos vies. Or certains sont bien plus difficiles que celui de la jeune Riley… Joie ne serait probablement pas l'émotion dominante si les scénaristes avaient choisi comme protagoniste un enfant exposé très jeune à du stress chronique, par exemple

À l'adolescence, des émotions « sociales » comme l'embarras font planer une menace sur la perception que l'ado a de lui-même – et sur son estime de soi.

lié à une situation familiale tendue, voire délétère, ou une scolarité difficile… Celui-ci se répercute sur le développement du système limbique, et donc sur le système émotionnel, et peut en définitive prédisposer à l'anxiété générale. Celle-ci n'est pas propre à l'adolescence.

Anxiété s'empare rapidement des commandes. En quoi est-elle différente de Peur, émotion dite « primaire », présente dès l'enfance ?

Elle le suggère elle-même en se vantant d'être « plus sophistiquée ». Peur réagit aux menaces connues, tandis qu'Anxiété anticipe les menaces potentielles. Anxiété est alimentée par une équipe de « créatifs » basés dans l'imagination et autrefois tournés davantage vers le rêve et la fantaisie. Grâce à eux, elle élabore en permanence des scénarios, négatifs pour la plupart, pour imaginer ce qui pourrait arriver de pire à Riley : elle tombe sur le terrain de hockey, rate ses passes, rate sa scolarité, rate sa vie ! Le rôle de l'anxiété est de nous préparer à agir, dans un objectif de protection. Elle est consubstantielle à notre condition d'humain pris dans la nécessité d'anticiper les menaces pour survivre dans notre environnement. Elle a bien son utilité dans notre psychisme, mais elle émerge parfois dans des contextes où elle ne le devrait pas… Et puis, il y a différents types d'anxiété. Dans le film, il s'agit en fait de l'anxiété sociale. Elle entre en scène à un moment précis de la vie de Riley : l'entrée au collège. Encore un bon point pour les scénaristes : selon les études, il y a bien un effondrement de l'estime de soi à cette période. Les collégiens sont beaucoup plus anxieux, car ils se retrouvent dans un environnement différent et moins sécurisant que l'école primaire.

Envie, Embarras et Ennui auraient pu être présents dans la tête de Riley dès l'enfance, non ?

Bien sûr, les enfants ressentent ces émotions et sentiments. Mais comme pour Anxiété, ce sont leurs versions « sociales », liées à la comparaison et au regard des autres, que le film choisit de représenter. Et elles sont vraiment propres à l'adolescence. Elles créent une forte menace sur la perception que nous avons de nous-mêmes et donc sur notre estime de soi. Tout faux pas crée un risque. Cela ne touche pas les jeunes enfants et s'installe progressivement à l'adolescence, car les risques sociaux que nous sommes amenés à prendre en dehors de la famille augmentent en flèche avec les années. L'enjeu devient crucial : quelle sera ma position sociale par rapport aux autres ?

Mais les enfants aussi ont besoin de se sentir intégrés à l'école et d'avoir des amis !

C'est, pour eux, moins primordial, car la famille joue encore un rôle central, on le voit bien dans la représentation de « l'île de la famille » dans le film, qui, très justement, périclite à l'adolescence. Il faut alors sortir de son groupe social de départ qu'est la famille (réputée apporter un amour inconditionnel) pour se construire, à l'extérieur, de nouveaux liens sociaux, si possible aussi forts et fiables. C'est pratiquement une question de survie. Et c'est dur… Mais c'est l'essence de l'adolescence, souvent difficile à accepter pour les parents aussi, qui se sentent parfois relégués au second plan.

Que sont ces « croyances » que se forge Riley ?

En fait, elle se construit un système de valeurs (je préfère ce terme). C'est ce que Riley est en train de devenir, sa personnalité en construction. Ces valeurs sont représentées par des espèces de cordes, dans une étrange zone d'entrelacs, et elles « poussent » à partir des souvenirs et des expériences vécues. Le film montre très bien que mettre au rebut, dans la zone dite « des Recoins de l'esprit », toutes les émotions négatives, comme le fait Joie, n'est pas une solution optimum. Elle fait du zèle tant elle veut le bonheur de Riley. Or réguler ses émotions, c'est plutôt parvenir à ressentir plus fortement les émotions positives et moins fortement les négatives, sans les nier ou les refouler. Pour construire sa personnalité, on a besoin de se remémorer ce qu'on a ressenti dans les situations inconfortables, pour ne pas refaire les mêmes erreurs. Sans les souvenirs de ces émotions, je ne peux pas progresser. Ils font partie de moi et contribuent à la construction de mon identité.

Riley fait une crise d'anxiété à la perspective de ne pas intégrer l'équipe de hockey. Pourquoi est-ce si grave ?

Ses deux meilleures amies vont intégrer un autre collège, autrement dit, son groupe social d'appartenance est atomisé ! Riley risque de se retrouver toute seule. Or l'exclusion sociale, tout comme l'injustice, est absolument insupportable pour un ado. Son cerveau déteste cette situation… et je pèse mes mots. Il faut savoir que dans le cerveau des adolescents, la région qui s'active alors est la même que celle associée à la douleur physique : l'insula. Ça ne



veut pas dire qu'ils ressentent réellement une douleur physique, bien sûr, mais la souffrance psychique qui en résulte est réelle. Sans cette menace, Anxiété serait plus calme sans doute, et le film n'aurait pas d'histoire. Même sans cet obstacle très clair, qui permet ici de vite poser les enjeux et l'objectif du personnage de Riley, les ados vivent tous des situations d'exclusion au quotidien. Le film est donc bien ancré dans la réalité de l'adolescence, elle-même centrée sur le groupe social d'appartenance. Comment entrer dans l'un d'eux et y occuper une position estimable ? Et comment réagir en cas d'évolution et de restructuration de ces groupes ?

Que pensez-vous de la représentation de cette crise ?

Elle est géniale ! Anxiété, seule devant la console, appuie sur tous les boutons comme une dingue, en tournoyant à la vitesse de la lumière et finit par avoir les mains bloquées sur les manettes, dans une sorte d'effet stroboscopique… Cela traduit bien ce qui se passe pendant une crise d'anxiété : on ne peut plus opérer de contrôle sur une boucle de renforcement qui va de l'émotion que j'éprouve au ressenti de ma réponse physiologique (sudation, accélération du rythme cardiaque, etc.).

Comment Riley parvient-elle à se calmer ?

Elle utilise un mécanisme de régulation physiologique qui est effectivement assez efficace : elle prend de grandes respirations pour diminuer son essoufflement et freine ainsi son rythme cardiaque. Une fois la réponse physiologique neutralisée, le cerveau a plus de chance de faire entendre raison en posant simplement une question, bien ancrée dans la réalité, du type : « Y a-t-il réellement un danger immédiat dans la situation où je me trouve ? » C'est cette discussion permanente entre la réaction physiologique et le cerveau qui, après avoir créé l'engrenage de la boucle de crise, constitue aussi la solution pour en sortir.

Cela aurait-il pu s'aggraver vers une dépression ou des troubles anxieux ?

Compte tenu du vécu du personnage, je ne pense vraiment pas. Mais c'est l'occasion pour le film d'aborder la question de la santé mentale. Il y a d'ailleurs une allusion très drôle au début du film, que les enfants ne peuvent pas saisir, lorsque Anxiété expulse Joie et les autres émotions primaires du quartier général pour prendre le contrôle. Toujours aussi nerveuse et survoltée, elle leur explique que dans l'immédiat c'est elle qui va diriger les choses, mais que, « c'est temporaire, c'est seulement pour quelque temps ou bien… pour toujours ! On ne sait pas ! »

Pourquoi Riley ne régule-t-elle pas également ses émotions grâce à des mécanismes cognitifs ?

Ces mécanismes-là, dits « d'habituation et de réévaluation des émotions », sont en effet assez absents du film. Mais c'est logique, car ils ne sont pas encore optimaux dans le cerveau des ados. En ce qui concerne l'habituation, plus une situation similaire se répète, qu'il s'agisse de stress ou d'informations à traiter, moins le cerveau adulte y réagira fortement du point de vue émotionnel. Quant à la réévaluation cognitive des émotions, elle permet une distanciation par rapport aux émotions, qui fera que, contrairement à Riley, un adulte parviendra très vite à relativiser par des pensées du type : « Est-ce que je "joue" vraiment ma vie dans la situation présente ? » Mais tout cela n'est pas encore en place dans le cerveau adolescent qui a la particularité de répondre toujours un peu de la même manière dans une même situation émotionnelle. Ça se dessine progressivement, on le voit à la fin, quand Riley consulte les résultats des sélections de hockey.

L'alarme « puberté » apparaît une nuit sur la console de commande. C'est la faute aux hormones ?

Oui, le film élude la question, mais c'est bien ça : une cascade d'hormones est libérée en grandes quantités, dans tout le corps, du cerveau aux glandes surrénales, et des glandes surrénales au cerveau. Les hormones sexuelles, en particulier, provoquent l'apparition des caractères sexuels secondaires (sudation, poils, poitrine pour les filles, etc.) même si dans le dessin



À la puberté Riley élabore des valeurs qui prennent la forme de cordes et qui « poussent » à partir des souvenirs et des expériences qu'a vécues la jeune fille.

animé, seule la sudation est citée. Ces hormones sont également à l'origine de la grande réorganisation du cerveau évoquée plus haut, car elles réduisent les filets périneuronaux (structures protéiques compactes qui encerclent certains neurones). Or ce sont ces filets qui limitent la plasticité cérébrale avant le début de la puberté, puis à la fin de l'adolescence, pour stabiliser le système cérébral. Ce côté « on/off » de la puberté que le film s'amuse à mettre en scène, de manière aussi soudaine que brutale, est en fin de compte assez vrai du point de vue biologique : il y a bien un moment précis où le cycle se met inexorablement en route !

Que manque-t-il d'autre selon vous ?

Le regret, le soulagement et la récompense, sous-entendus dans Envie, Dégoût et Peur, auraient pu être des personnages à part entière. Dès l'âge de 6 ou 7 ans, puis de manière intense à partir de l'adolescence, on s'engage dans ces émotions dites « contrefactuelles ». Par exemple, je vois ce que j'obtiens après avoir choisi l'option A, je constate ce que j'aurais pu obtenir en choisissant plutôt l'option B, je fais le comparatif et si la récompense en perspective semble plus élevée, je ressens du regret. Pour le soulagement, c'est l'inverse. Ce sont des moteurs très puissants pour guider nos choix. Toutes les décisions que prennent les ados sont guidées par les récompenses, en particulier dans le registre social. Riley se projette ainsi dans le groupe des cool, récompense « suprême ».

Il n'y a quasiment pas de téléphones portables !

Oui, grâce à un artifice narratif, le film s'en débarrasse presque totalement, ce qui permet d'évacuer nombre des problématiques adolescentes actuelles. Remarquez aussi que seule Riley est plongée dans les affres de la puberté : ses deux meilleures amies restent stoïques et fidèles à elles-mêmes, malgré la « trahison » de leur meilleure amie. Le film est pratiquement une expérience de pensée qui permet d'isoler le « cas Riley sous un microscope » pour l'observer.

Autrefois, Dégoût « protégeait » Riley des brocolis. N'est-elle pas plus complexe dans cette suite du film ?

En effet. Au lieu d'ajouter un autre personnage, les scénaristes ont choisi de la rendre moins primaire pour opérer au-delà du registre des goûts, des odeurs, etc. Et même quand il s'agit d'odeur et que Riley est dégoûtée par sa transpiration, c'est surtout par crainte du regard des autres. Dégoût protège Riley de tout faux pas qui affecterait sa situation sociale, en la rendant ridicule, par exemple, ce qui serait l'équivalent pour elle d'une véritable « mort sociale ». Les scénaristes semblent aussi avoir manqué d'une palette d'émotions plus large quand se pose un dilemme moral, lorsque l'adolescente est sur le point de transgresser une règle. Finalement, c'est Tristesse qui, cachée dans la salle de contrôle, essaie d'agir de manière éthique en tenant tête à Anxiété. Elle argumente : « Mais c'est le contraire de tout ce qu'est Riley… » C'est très simplifié, bien sûr. Mais c'est bien dans le cortex préfrontal – donc dans la salle de contrôle – que se fait un tel arbitrage, pour évaluer ce qu'on peut tirer stratégiquement d'une action et projeter quel en sera l'impact délétère sur l'idée que je me fais de moi-même.

Le personnage qui s'adresse directement aux spectateurs vous a beaucoup fait rire !

Oui, c'est une caricature de l'univers de Dora l'exploratrice. Il concerne donc une Riley enfant, d'où sa relégation dans la Chambre forte, haute-



Une vieille dame très drôle, Nostalgie, est rapidement repoussée dans son antre. Riley devra attendre d'être une jeune adulte pour assumer de nouveau en société ses goûts enfantins.

ment sécurisée, mais il sait que l'ado l'aime encore en secret… Pleine de sarcasme, celle-ci renie aussi ses musiques préférées pour se conformer aux goûts du groupe social des filles plus cool et plus âgées qu'elle veut intégrer. On voit aussi apparaître une vieille dame très drôle, Nostalgie, rapidement repoussée dans son antre. C'est là encore très bien vu : ce ne sera que jeune adulte que Riley pourra assumer de nouveau en société ses goûts enfantins. Adolescente, elle a au contraire besoin de se montrer plus mature qu'elle ne l'est, car c'est socialement plus valorisant.

Pendant le générique, on voit les émotions des parents de Riley. Et cela ne vous a pas plu du tout !

Absolument ! On voit leurs émotions, qui siègent devant la console de leur quartier cérébral. Pour la mère, Tristesse est au centre. Et pour le père, c'est Colère… Certes, cela illustre les différences qui peuvent exister d'une personne à l'autre. On ne ressent pas tous les choses de la même manière et à chacun sa personnalité, avec telle ou telle émotion dominante. Mais là, ce qu'ils nous montrent ressemble à un terrible stéréotype de genre. C'est étrange parce que le film affiche par ailleurs un progressisme bon teint, même si, très lisse et puritain, il élude les questions de l'amour et du sexe, probablement dans le but de conserver son public de base constitué de jeunes enfants. Reste que les personnages principaux sont des filles, de toutes origines, elles pratiquent un sport souvent considéré comme masculin, et elles sont plutôt bienveillantes entre elles, même quand elles sont injustement punies à cause de Riley. Cette sororité semble presque rêvée… En tout cas, préados et ados gagneraient sans doute beaucoup à voir ce film. On pourrait l'utiliser comme support pour parler de puberté dans les écoles et permettre aux intéressés d'être moins démunis que Riley. Je vais aussi le conseiller à ma fille, mais je ne sais pas si elle m'écoutera : elle a 15 ans !

Propos recueillis par Charline Zeitoun

Bibliographie

G. Borst et M. Cassotti, *C'est (pas) moi, c'est mon cerveau*, Nathan, 2022.

A. de Lastic, avec l'expertise de G. Borst, *Dans la tête de mon ado*, Vents d'Ouest, 2022.

Inscrivez-vous
à notre **newsletter hebdo**

Pour ne rien manquer de l'actualité de la psychologie et des neurosciences...



Une sélection d'articles les plus récents

Une archive mise en avant

Cerveau &Psycho

Pour s'inscrire, flashez ce QR Code

cerveauetpsycho.fr



NICOLAS GAUVRIT

Psychologue du développement et enseignant-chercheur en sciences cognitives à l'université de Lille.

QUI COMPLOTE CONTRE LE CLIMAT ?

Sur les réseaux sociaux et dans les médias, la communauté des « dénialistes » est en plein essor. Ils remettent tout en question : réchauffement, épidémies, conflits... On commence à mieux comprendre comment ils tissent leur toile.

Prise de conscience. Qui aujourd'hui pourrait nier la réalité du réchauffement climatique ? Dans les milieux académiques, on commence à réagir, comme avec ce plan « climat, biodiversité et transition écologique » lancé fin 2022 dans le giron de l'université française. Parallèlement, l'écoanxiété intéresse des chercheurs en psychologie. Et il y a ces formations en faveur des personnels qui se multiplient, dans le but de diffuser un état de la connaissance constamment mis à jour.

Oui, mais. Selon les sondages, une part non négligeable de nos concitoyens doutent toujours de l'existence ou du danger du dérèglement climatique. Un pourcentage relativement stable d'environ 30 % de la population remet ainsi en cause le consensus scientifique. Nous vivons dans un monde polarisé.

Cette communauté de « dénialistes », comme on les appelle parfois, est dynamique : elle évolue au fil du temps. Et elle gagne en influence. Pour mieux comprendre les tendances de ses évolutions récentes, quatre chercheurs français, David Chavalarias, Paul Bouchaud, Victor Chomel et Maziyar Panahi, ont collecté et analysé un imposant corpus de 400 millions de tweets publiés entre 2016 et début 2023. Leurs résultats sont éclairants... quoique guère rassurants.

LE DÉNIALISTE SIGNE SON ŒUVRE SUR LES RÉSEAUX

Les chercheurs ont utilisé des méthodes de cartographie des espaces sociaux, qui permettent de représenter et de classer les individus (comptes Twitter en l'occurrence) au sein de communautés. Ces dernières se caractérisent par un fort taux de partage interne des informations, et un faible partage avec les autres communautés. Le premier constat concernant la structure générale du réseau n'étonnera personne : on observe deux camps, radicalement opposés. L'un relativement homogène et climatosceptique, d'un côté ; une agrégation de plusieurs communautés identifiables relayant le consensus scientifique, de l'autre. Parmi ces dernières, les scientifiques liés au Giec, les médias, les activistes climatiques ou encore un ensemble de comptes gouvernementaux. Au fil du temps, mais de manière plus spectaculaire durant l'année 2022, le rapport de force tend à favoriser les climatosceptiques par rapport à ceux qui diffusent la science.



Dans le film *Don't look up* (2021), l'entourage de la présidente des États-Unis fourmille d'individus qui occultent la menace vitale qui pèse sur l'humanité, ou cherchent à la « positiver ». Aujourd'hui, les « climatodénialistes » semblent donner corps à ce cauchemar cinématographique.

Collection Christophel © Niko Tavernise - Netflix - Bluegrass Films - Hyperobject Industries

Comment expliquer cette montée en puissance, alors que les effets du réchauffement climatique se font toujours plus brutaux, visibles et… indéniables ? Première possibilité : les climatodénialistes auraient tellement creusé ces sujets qu'ils auraient fini par acquérir une sorte de maîtrise. Leur discours, de ce fait, serait devenu plus assuré, ils donneraient des réponses plus rapides à leurs adversaires et produiraient des arguments mieux peaufinés. Est-ce le cas ?

Même s'il est difficile d'estimer l'expertise d'une personne à partir de ses tweets, les chercheurs ont construit un indice astucieux qui fournit quelques indications à ce sujet. Un véritable expert évitera de s'exprimer très souvent sur des domaines qu'il ne connaît pas bien. Dès lors, on attend de lui qu'il aborde principalement un seul aspect du problème hautement complexe et multidisciplinaire du climat, et qu'il soit d'autant moins enclin à traiter d'autres aspects que ceux-ci s'avéreraient très complexes et techniques. Dans le monde des spécialistes, la connaissance sur le climat est répartie entre les différents experts. Les multispécialistes sont rares et toujours douteux. Or les communautés diffèrent nettement sur cet indice. Alors qu'on observe, côté science, une prudence qui se traduit par la rareté des comptes publiant sur des thèmes différents, surtout s'ils sont complexes, les dénialistes, à l'inverse, sont nombreux à poster sur plusieurs sujets techniques en lien avec le climat. Ainsi, un compte climatosceptique pourra publier intensément sur l'activité solaire, le développement des forêts, le rôle des océans et l'écoanxiété, sans discriminer un domaine de prédilection en particulier. Cela suggère assez nettement une différence d'expertise entre les deux populations : les climatodénialistes connaissent moins leur sujet que les spécialistes des différents thèmes climatiques.

SUR INTERNET, LA PROPAGANDE MENÉE PAR DES AUTOMATES

Si les climatodénialistes sont moins compétents et experts que leurs adversaires, comment s'y prennent-ils pour répandre leurs idées ? La pratique dite de l'*astroturfing*, qui consiste à manipuler l'opinion par la création de faux comptes, semble fort prisée. Pour en étudier l'emploi par les dénialistes et par les autres internautes, les chercheurs ont utilisé une méthode fondée sur l'intelligence artificielle qui, par

analyse de l'activité d'un compte, renvoie un score « d'inauthenticité ». Il évalue la probabilité que ce dernier soit en réalité alimenté par un *bot*.

Les résultats parlent d'eux-mêmes : rare en 2016, cette pratique devient ensuite de plus en plus courante. Fin 2022, le pourcentage de comptes probablement inauthentiques atteignait 6,2 % côté dénialiste… presque trois fois plus que dans les communautés proscience.

Pour mieux comprendre qui se cache derrière ces activités dénialistes, les chercheurs ont enfin recoupé des informations sur le climat avec d'autres positionnements – notamment politiques. Résultat : le gros des troupes climatosceptiques venait, début 2023, d'une communauté qui s'est formée autour du parti de François Asselineau, véhiculant des visions complotistes notamment à propos de l'influence américaine en France. Ce sont souvent les mêmes personnes, d'ailleurs, qui relayaient les messages antivax pendant le Covid, puis la propagande russe au début de la guerre en Ukraine, puis le discours climatosceptique. On retrouve chez eux un positionnement antisystème généralisé.

Cette dissémination de fausses nouvelles n'est pas sans conséquence. Les auteurs ont pu montrer que chaque montée de diffusion dénialiste est suivie, avec un décalage de quelques jours, d'une baisse de l'impact des porte-parole du Giec. Coordonnées ou non, ces actions de contre-information ont donc un effet réel.

L'ARCHITECTURE DU CHAOS

Les « faits alternatifs », invoqués pour la première fois en 2017 par une conseillère de Donald Trump pour nier la faible affluence populaire lors de l'investiture de ce dernier, sont une marque de notre époque. À chaque fois ils sont une tentative de faire croire que les choses ne se sont pas passées comme on nous les présente. Qu'il y avait plus de monde à l'investiture de Trump que d'Obama (alors que les comptages montrent le contraire), qu'une élection a été volée, que le réchauffement n'est pas d'origine humaine. Ces arrangements avec la vérité pourraient peser lourd dans les efforts ou l'indifférence des humains pour éviter les conséquences les plus désastreuses du réchauffement climatique. Dans son ouvrage *Les Ingénieurs du chaos*, l'essayiste Giuliano Da Empoli dissèque ainsi les stratégies des *spin doctors* de l'entourage de Trump, Orbán, Poutine ou Johnson pour asseoir une autre vision du monde que celle issue des observations et mesures tangibles. Il est donc particulièrement important de savoir reconnaître ces faiseurs de déni. En ce sens, le travail de David Chavalarias et de ses collègues a le mérite de nous indiquer un moyen relativement simple de les démasquer. Pour cela, commencez par observer si une personne tweete sur tout et n'importe quoi. Si c'est le cas, il y a alors de fortes chances qu'elle soit une fervente adepte des faits alternatifs et du déni systématisé. ●

La pratique de l'« astroturfing », qui consiste à manipuler l'opinion par la création de faux comptes, est trois fois plus répandue dans les milieux climatodénialistes que dans les communautés proscience.

Bibliographie

D. Chavalarias *et al.*, Les nouveaux fronts du dénialisme et du climato-scepticisme : Deux années d'échanges Twitter passées aux macroscopes, *Archive ouverte HAL*, 2023.

Cerveau &Psycho

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT !



□ N° 168 (sept. 24)
____×9,40 €
=____,____ € □□□



□ N° 167 (juillet 24)
____×9,40 €
=____,____ € □□□



N° 166 (juin 24)
____×9,40 €
=____,____ € □□



N° 165 (mai 24)
____×9,40 €
=____,____ € □



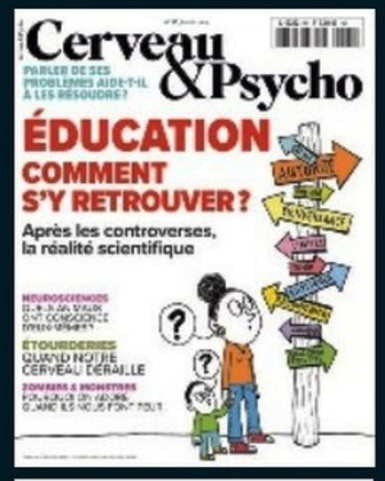
N° 164 (avril 24)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 163 (mars 24)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 162 (fév.24)
____×9,40 €
=____,____ €



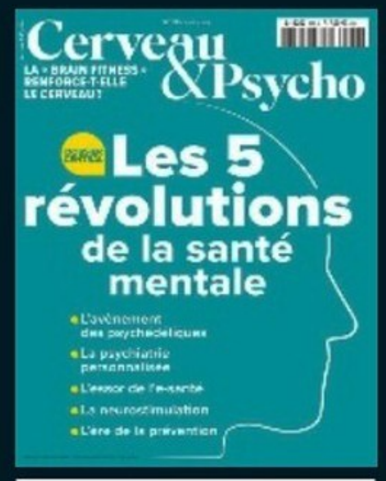
□ N° 161 (janv.24)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 160 (déc.23)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 159 (nov.23)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 158 (oct.23)
____×9,40 €
=____,____ €



□ N° 157 (sept.23)
____×9,40 €
=____,____ €

☑ **OUI,** je commande des numéros de **Cerveau & Psycho**

PAG24VPC

1 / JE COCHE LES RÉFÉRENCES ET JE RENSEIGNE LES QUANTITÉS CI-DESSUS ET JE REPORTE LE TOTAL CI-DESSOUS

Total à régler : ____,____ €

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

□ M. □ Mme

Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

.....

Code postal : |_|_|_|_|_| Ville : .....

Téléphone : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Courriel : .....

.....

J'accepte de recevoir les offres de Cerveau & Psycho □ OUI □ NON

3 / JE RETOURNE LE COUPON ET MON RÈGLEMENT

J'émets un chèque **à l'ordre de *Pour la Science*** du montant total de la commande. J'adresse le bulletin et mon chèque par courrier postal à l'adresse suivante :

Abonn'escient – TBS Group
Service abonnement Groupe Pour la Science
20 rue Rouget de Lisle - 92130 Issy les Moulineaux

COMMANDEZ PLUS SIMPLEMENT !

En vous rendant sur notre site internet vous pourrez :

- Retrouver toute notre collection
- Vérifier la disponibilité des anciens numéros
- Acheter les numéros en version numérique (4,49 €)
- Effectuer un paiement en ligne

Pour cela, scannez le QR code ci-contre
ou rendez-vous sur **boutique.groupepourlascience.fr**

Une question ? Contactez notre service clients à l'adresse : serviceclients@groupepourlascience.fr

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32 000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante :https://rebrand.ly/CGV-PLS. Offre valable jusqu'au 21/12/2022 en France Métropolitaine uniquement. Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques. Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour La Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : https://rebrand.ly/charte-donnees-pls. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

LES PSYCHOTROPES MODIFIENT-ILS NOTRE CERVEAU ?

Par **Janosch Deeg**, *docteur en physique et journaliste scientifique à Heidelberg, en Allemagne.*

La plupart des médicaments utilisés pour traiter les troubles psychiques interfèrent avec le métabolisme des neurones. Problème : leurs effets à long terme sur le cerveau ne sont pas connus avec exactitude. Ce qui incite à la prudence dans la prise en charge des patients.

En 1953, le premier antipsychotique – la chlorpromazine – était commercialisé en Europe. Les médecins disposaient alors d'un médicament capable de soulager de façon assez nette les symptômes dits « positifs » de la schizophrénie, à savoir les troubles de la pensée et du langage, l'agitation motrice, les hallucinations et les délires. Mais ce nouveau traitement, bien qu'efficace, souleva une question : les patients doivent-ils continuer à le prendre une fois que les symptômes ont disparu et qu'ils se sentent mieux ?

À l'heure actuelle, cette question n'est toujours pas entièrement résolue. De nombreuses études semblent indiquer qu'il faudrait continuer le traitement, car le risque de rechute double si on l'arrête – et ce également pour les antipsychotiques plus récents. De sorte que les recommandations médicales pour la prise en charge de la schizophrénie préconisent une administration continue des médicaments afin d'éviter de nouvelles psychoses.

EN BREF

- **La majorité des psychotropes modifient la communication entre neurones en agissant sur leurs neurotransmetteurs ou sur leurs récepteurs dans la synapse.**
- **Aujourd'hui, les études cliniques n'examinent que les effets à court terme de ces changements. Or, avec le temps, le cerveau se remodèle sous l'effet des médicaments, avec des conséquences parfois délétères pour les patients.**
- **Selon les psychiatres, cette zone d'inconnu doit inciter à prescrire les psychotropes avec parcimonie…**

Mais, d'un autre côté, on n'a pas suffisamment étudié les effets secondaires de cette thérapie sur le cerveau des patients. Le problème, c'est que les antipsychotiques (de même que les antidépresseurs et autres psychotropes), également appelés « neuroleptiques », interfèrent avec le métabolisme des neurones et mettent en action une multitude de mécanismes dans le cerveau. Manfred Gerlach, neuropharmacologue et membre du conseil d'administration de l'Association pour la neuropsychopharmacologie et la pharmacopsychiatrie en Allemagne, exprime ainsi son inquiétude : « Nous manquons de données solides sur la façon dont le cerveau s'adapte aux médicaments au fil du temps et sur les effets indésirables que cela entraîne à long terme. »

UN MANQUE DE DONNÉES À LONG TERME

Pourquoi une telle lacune ? Les essais cliniques qui homologuent ces thérapies sont souvent de courte durée, entre six semaines et six mois au maximum. « Or, pour obtenir



© /iStocksmartboy10

des données fiables sur les conséquences à long terme, il faudrait mener des études sur plusieurs années. » Mais organiser de telles analyses, qui soient de qualité et réunissent suffisamment de participants, est à la fois coûteux et laborieux. C'est une des raisons pour lesquelles l'industrie pharmaceutique ne les réalise pas. De plus, des essais cliniques en double aveugle sur plusieurs années, durant lesquels les patients d'un hypothétique groupe témoin ne recevraient aucun principe actif pour soigner leur maladie, sont difficilement envisageables pour des raisons éthiques.

TROP DE DOPAMINE ENTRE LES NEURONES

Pourtant, dès 1977, le psychiatre américain William Carpenter spéculait déjà, dans un article scientifique, sur ce qu'il adviendrait des personnes schizophrènes si elles ne recevaient jamais de psychotropes. À cette époque, quelques études suggéraient en effet que les individus qui avaient surmonté une crise psychotique sans l'aide de médicaments étaient moins susceptibles de connaître de nouveaux épisodes par la suite. De plus, les molécules utilisées dans les thérapies semblaient accroître le risque d'évolution défavorable de la maladie, ce que d'autres travaux ont confirmé par la suite.

À quoi cela serait-il dû ? Probablement au mécanisme d'action de la chlorpromazine et des autres neuroleptiques. Ils bloquent les récepteurs de la dopamine [un neurotransmetteur impliqué dans de nombreuses fonctions cérébrales comme la récompense, l'apprentissage ou les mouvements, ndlr] dans la fente synaptique, l'espace de communication entre deux neurones *(voir l'encadré ci-contre)*. Depuis les années 1960, on pense que cela permet d'enrayer les psychoses en évitant un excès de dopamine dans les synapses. Mais cette hypothèse sur l'origine des troubles psychotiques est aujourd'hui très débattue dans la communauté scientifique, car la dopamine ne serait pas la seule responsable. De plus en plus de travaux indiquent que d'autres neurotransmetteurs, dont la sérotonine et le glutamate, joueraient également un rôle.

Or il est probable que la consommation prolongée de psychotropes conduise les neurones à changer de mode de fonctionnement pour contourner le blocage de leurs récepteurs… Selon le psychiatre et psychothérapeute Gerhard Gründer, de l'Institut central de santé mentale de Mannheim, en Allemagne, « non seulement les neurones libèrent ensuite plus de dopamine, mais ils produisent aussi davantage de récepteurs de la dopamine ». Ces mécanismes ont été prouvés sans équivoque lors d'expériences chez des animaux et plusieurs indices portent à croire que ce serait aussi le cas chez les humains. Pour le vérifier, le psychiatre et son équipe mènent actuellement une vaste étude chez des personnes atteintes de schizophrénie, en examinant leur cerveau par imagerie fonctionnelle. « Nous souhaitons démontrer qu'il existe chez l'homme – tout comme chez l'animal – de telles adaptations cérébrales. »

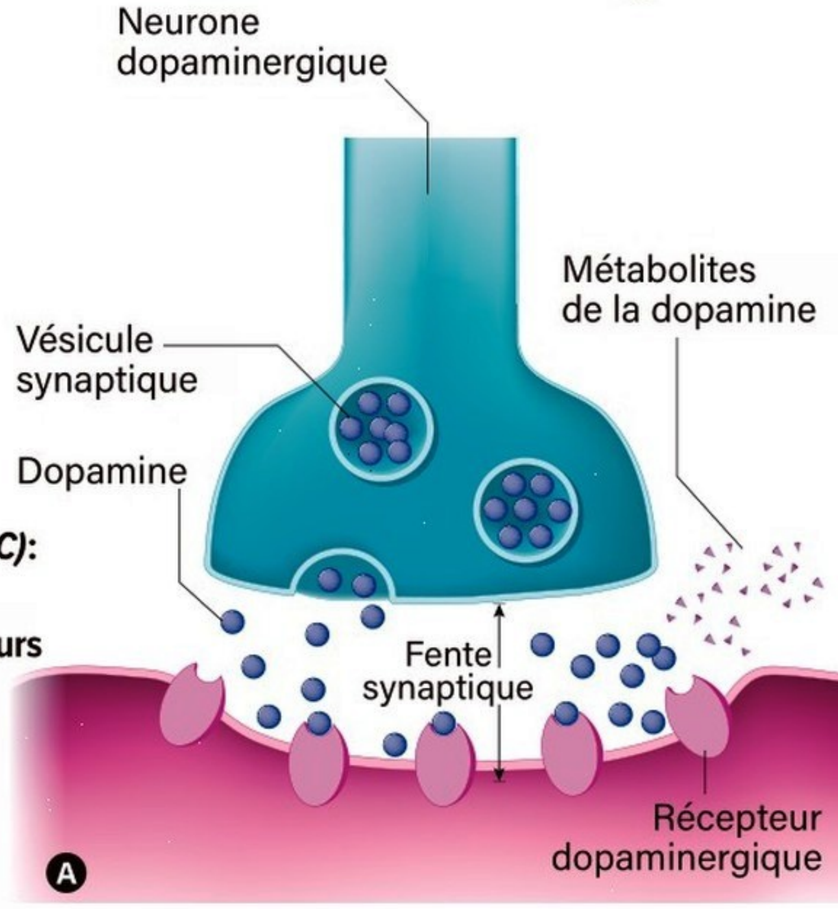
DES RÉCEPTEURS PLUS NOMBREUX ET PLUS SENSIBLES

Ces modifications fonctionnelles des neurones pourraient expliquer pourquoi les symptômes réapparaissent lorsqu'un patient arrête les médicaments. Après le traitement, le cerveau posséderait en effet plus de récepteurs, ce qui le rendrait plus sensible à la dopamine… d'où un risque plus important de rechutes psychotiques. Ce mécanisme est aussi débattu de longue date parmi les scientifiques puisque les médecins Guy Chouinard et Barry Jones, de l'université McGill, à Montréal, s'intéressaient à ce sujet déjà en 1980.

Autre effet secondaire possible d'une densité élevée de récepteurs dopaminergiques : certains patients seraient contraints d'augmenter la dose de neuroleptiques au fil du temps pour éviter de nouvelles psychoses. D'autres développent des « dyskinésies tardives », troubles rares du mouvement qui

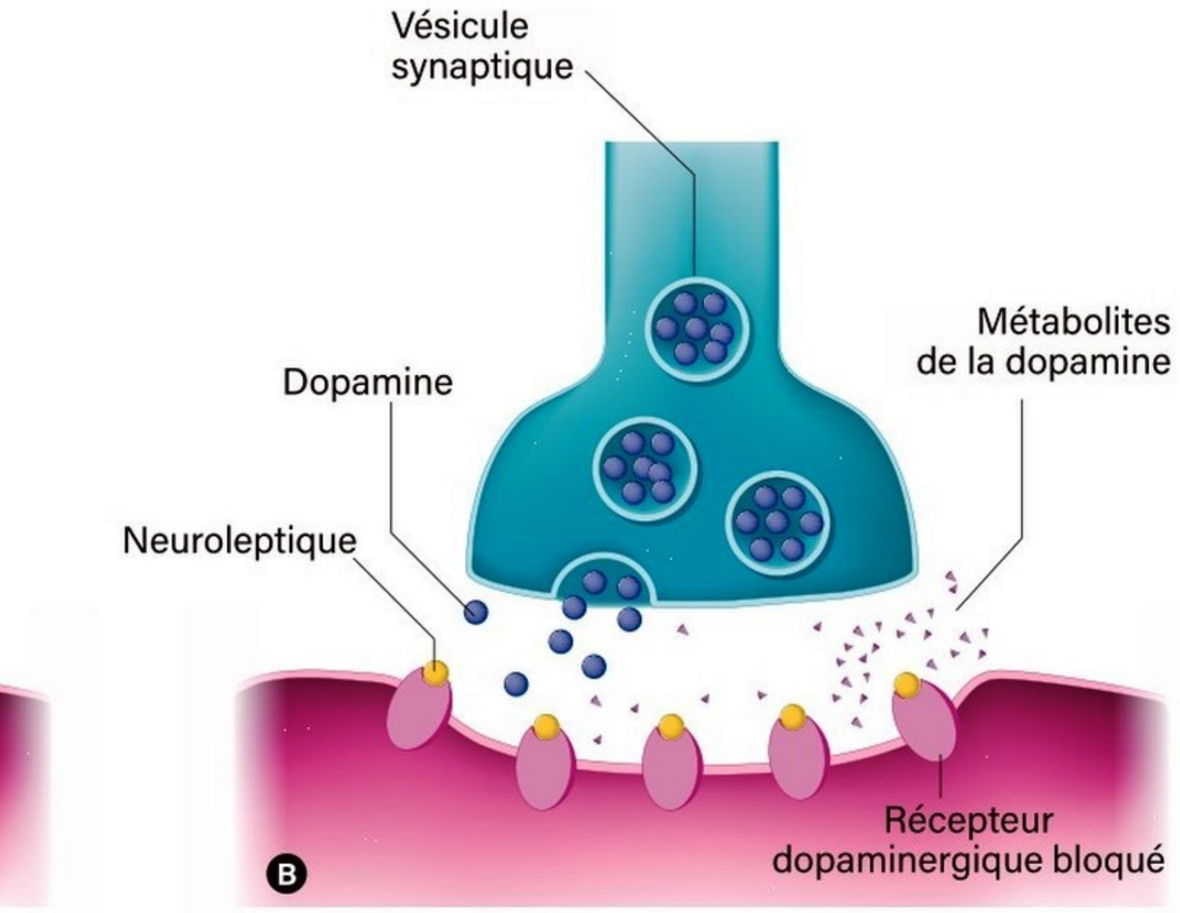
COMMENT LES NEUROLEPTIQUES

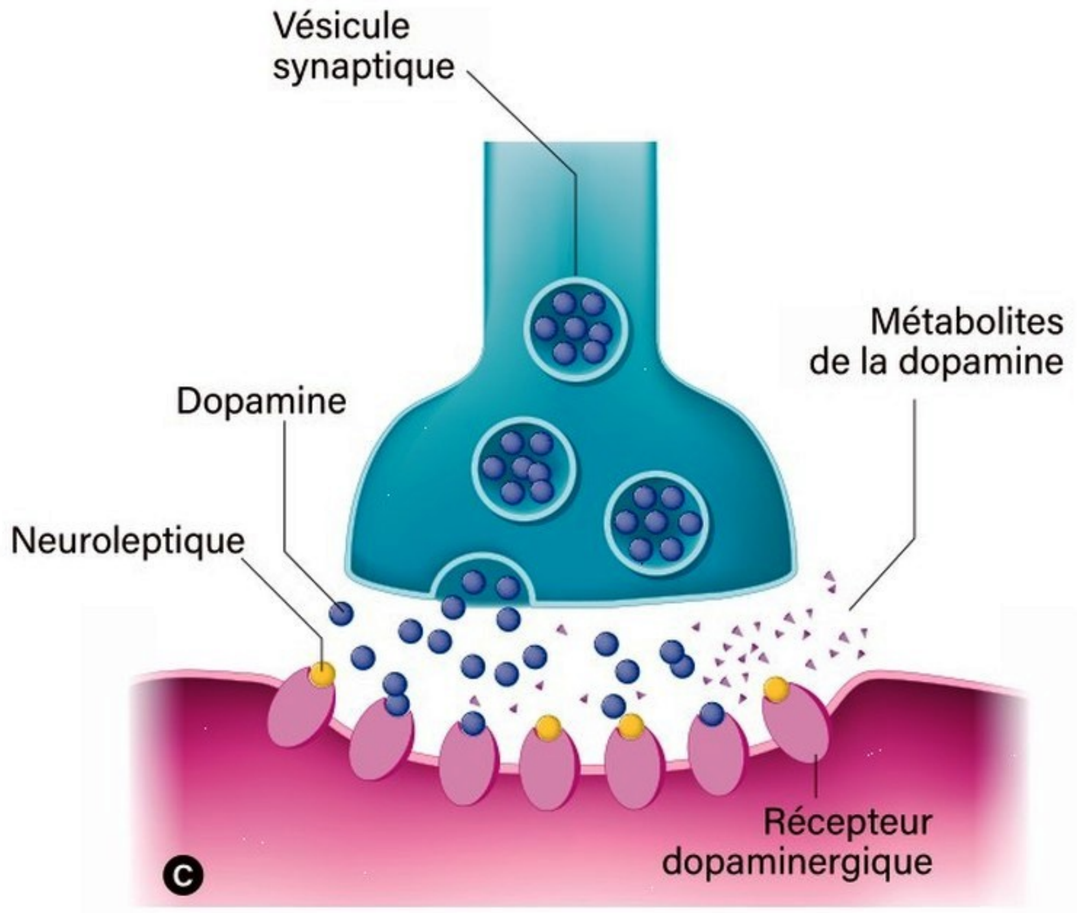
Dans la schizophrénie, l'espace de communication entre les neurones (la synapse) contient un neurotransmetteur en excès : la dopamine *(A)*. Les médicaments antipsychotiques bloquent les récepteurs de la dopamine, ce qui a pour effet d'atténuer les symptômes *(B)*. Mais avec le temps, ce blocage amènerait les neurones à changer de mode de fonctionnement *(C)* : ils libéreraient plus de dopamine et produiraient également plus de récepteurs dopaminergiques. Il en résulte, tout particulièrement en cas d'arrêt du traitement, une sensibilité accrue à la dopamine et un risque plus élevé de rechutes psychotiques.



© D'après Designua/Shutterstock

AGISSENT SUR LES NEURONES





surviennent parfois après une utilisation prolongée d'antipsychotiques et qui se caractérisent par des secousses involontaires, des mouvements incontrôlés de la langue, des muscles du visage, du cou, du torse… symptômes qui persistent souvent.

Mais plus de quarante ans après que Guy Chouinard et Barry Jones ont émis leur hypothèse d'hypersensibilité à la dopamine, il manque toujours des preuves solides pour la soutenir. En 2021, Konstantinos Fountoulakis, de l'université Aristote de Thessalonique, en Grèce, et ses collègues, ont même contesté cette idée après avoir procédé à une vaste analyse de la littérature scientifique sur le sujet. Selon eux, si un tel effet existait, on devrait observer des taux de rechute très élevés après un arrêt brutal des antipsychotiques. Or on constate plutôt une réapparition progressive des symptômes et une augmentation lente du nombre de psychoses, que le traitement soit arrêté ou poursuivi… Les chercheurs suggèrent toutefois qu'il est possible que seules certaines personnes soient très sensibles aux neuroleptiques, ce qui les prédisposerait aux dyskinésies tardives.

UN CERVEAU PLUS PETIT À CAUSE DES MÉDICAMENTS ?

Selon une autre hypothèse, les antipsychotiques contribueraient au rétrécissement du cerveau ; or cette notion est également controversée. Certes, le volume cérébral des personnes atteintes de schizophrénie diminue. Pendant longtemps, on a pensé que c'était dû à la maladie. Mais en 2005, des expériences menées chez des macaques ont révélé que les neuroleptiques jouaient un rôle. Des singes en bonne santé traités pendant 17 à 27 mois avec des doses de neuroleptiques comme l'halopéridol ou l'olanzapine, similaires à celles qui sont prescrites aux patients, avaient un cerveau 11 % moins volumineux que des congénères traités par placebo. Chez l'homme, en 2011, les conclusions de l'équipe de Beng-Choon Ho, de l'université de l'Iowa, aux États-Unis, pointent dans le même sens. Les chercheurs ont examiné le cerveau de 211 individus atteints de schizophrénie pendant environ sept ans et ont observé une diminution plus marquée du volume cérébral chez ceux qui avaient reçu les doses les plus élevées d'antipsychotiques. Tout cela semble indiquer que ces derniers sont responsables de la réduction de volume cérébral… Le seul problème, souligne Manfred Gerlach, c'est que ce type d'étude ne permet pas de déterminer avec certitude si l'effet observé est attribuable aux médicaments, à la maladie ou à un troisième facteur encore non identifié.

La métaanalyse effectuée par l'équipe de Konstantinos Fountoulakis, mentionnée plus haut, n'apporte pas davantage de conclusions définitives. Certaines des études incluses dans

cette synthèse ont mis en évidence des différences significatives du nombre de neurones entre les patients traités par antipsychotiques et les sujets témoins, mais d'autres n'ont rien fait apparaître. De sorte qu'on ignore encore si les neuroleptiques réduisent effectivement le volume du cerveau. Gerhard Gründer reste quant à lui prudent : « Lorsque les médicaments sont consommés sur une longue période et à des doses élevées, il est raisonnable de s'attendre à des modifications cérébrales irréversibles, parfois délétères. »

Par ailleurs, la schizophrénie s'accompagne en général d'une altération des fonctions cognitives. Les personnes atteintes souffrent souvent de troubles de la mémoire et de difficultés à se concentrer ou à penser de façon logique. La plupart du temps, ces symptômes se manifestent même avant l'apparition d'une psychose et, après la prise d'antipsychotiques (notamment les plus récents), ils ont tendance à disparaître chez de nombreux patients. Ainsi, une large analyse des études scientifiques sur le sujet, réalisée en 2023, a mis en évidence un bénéfice des médicaments sur la cognition tant que la dose administrée reste peu élevée. Car, bien que des concentrations importantes soient plus efficaces contre les délires et les hallucinations, des quantités modérées peuvent déjà nuire aux capacités mentales ; il est donc essentiel de bien ajuster le traitement médicamenteux en fonction de chaque patient.

L'ARRÊT DES ANTIDÉPRESSEURS DOIT ÊTRE PROGRESSIF

De même, les antidépresseurs présentent des effets secondaires après une utilisation prolongée. Le risque de faire un nouvel épisode dépressif est plus grand quand on arrête un traitement que lorsqu'on ne l'a jamais pris. Là encore, il semble que les neurones s'adaptent de façon permanente à la consommation d'antidépresseurs, ce qui rend le cerveau plus vulnérable à une nouvelle dépression lorsque le traitement s'arrête. C'est du moins, pour le psychiatre Gerhard Gründer, la seule explication plausible.

Quand aux symptômes de sevrage décrits par certains patients (nausées, irritabilité, anxiété, sensations de décharges électriques à travers le corps), eux aussi pourraient être dus à un métabolisme cérébral modifié. Une seule dose de médicament oubliée serait à même de provoquer de tels troubles. Toutefois, avec une bonne stratégie médicamenteuse, les effets indésirables sont en général rares et faibles. « Les phénomènes de sevrage peuvent être évités ou considérablement réduits par un arrêt progressif des



antidépresseurs », explique Manfred Gerlach. Il ajoute que les changements cérébraux provoqués par ces psychotropes se résorbent souvent avec le temps.

Ces médicaments engendrent aussi des adaptations neuronales bénéfiques, d'où leur effet antidépresseur. De fait, bien que leurs mécanismes d'action ne soient pas encore complètement élucidés, ces psychotropes favoriseraient la guérison en stimulant la plasticité neuronale, comme le suggèrent les résultats des études par imagerie par résonance magnétique (IRM) : un cerveau malléable est plus flexible et capable d'apprendre, mais la dépression réduirait cette plasticité en rendant les échanges entre neurones plus compliqués et difficiles à modifier. Les antidépresseurs permettraient aux patients de réorienter leur activité cérébrale vers des schémas de fonctionnement plus sains, atténuant ainsi les symptômes.

D'autres hypothèses sont émises : selon des études en imagerie cérébrale, l'antidépresseur nommé escitalopram influencerait la communication neuronale au sein du réseau dit « de repos » du cerveau [celui mis en jeu quand on ne fait rien et qu'on laisse son esprit vagabonder, ndlr]. Certains scientifiques pensent que c'est l'origine de l'efficacité de ce traitement.

Reste que les effets à long terme de ces médicaments sur le cerveau ne sont pas entièrement connus. Une situation insatisfaisante qui préoccupe depuis longtemps Gerhard Gründer. Étant donné que des millions de personnes prennent des antidépresseurs quotidiennement, ce dernier

© TA Design/Shutterstock

> **« Quand on utilise des antipsychotiques pendant une longue période et à des doses élevées, il faut s'attendre à des changements cérébraux irréversibles et parfois délétères. »**
> **Gerhard Gründer, psychiatre**

trouve incompréhensible que leurs effets durables sur la neurobiologie soient si mal étudiés. Il prévoit donc de conduire des travaux par imagerie cérébrale chez des patients afin de tirer cette question au clair.

POUR L'INSTANT, DES DONNÉES CHEZ LE RAT…

Problème : en raison du coût élevé des études menées chez l'être humain et des difficultés qu'elles entraînent, les chercheurs se tournent plus souvent vers des animaux. Par exemple, les effets des psychostimulants tels que le méthylphénidate, le principe actif de la Ritaline, un des traitements du trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), ont été très étudiés chez des rats. Le neuroscientifique William Carlezon Jr. et la pharmacologue Christine Konradi ont ainsi découvert des modifications prolongées du réseau cérébral de la récompense chez des rongeurs auxquels ils avaient administré ce médicament.

Néanmoins, les conséquences de ces changements ne sont pas évidentes. Une étude dirigée par le neuropharmacologue Jason Gray, du groupe pharmaceutique Janssen, a conclu que le méthylphénidate modifie la concentration de certains neurotransmetteurs dans certaines régions cérébrales de jeunes rats : il s'agit de zones impliquées dans la motivation, la cognition, l'appétit et le stress. Bien que ces changements semblent régresser avec le temps, les chercheurs estiment que le médicament pourrait altérer durablement la neurochimie du cerveau. Ils supposent également que cela pourrait affecter les comportements à l'âge adulte, sans l'avoir néanmoins prouvé à ce jour.

De son côté, Manfred Gerlach a réalisé une vaste analyse des études scientifiques sur les possibles effets néfastes à long terme du méthylphénidate : « Il n'existe pas de preuves solides indiquant que ce principe actif ait des conséquences négatives durables sur la maturation cérébrale, la neurobiologie ou le comportement – chez les animaux. » Toutefois, les résultats de ces études ne sont en général pas directement transposables à l'homme, et ce pour diverses raisons. Par exemple, le médicament n'est généralement pas administré aux animaux par voie orale comme c'est le cas chez les patients, explique le neuropharmacologue. De plus, les expériences ont été effectuées avec des rongeurs en bonne santé, alors que les fonctions cognitives sont souvent altérées chez les personnes atteintes d'un trouble du développement comme le TDAH. Enfin, les structures cérébrales d'un rat diffèrent considérablement de celles d'un être humain !

Le fait est que les études cliniques sur les effets à long terme du méthylphénidate sont aujourd'hui rares. L'une d'elles, publiée en 2019 par l'équipe de Cheima Bouziane, du Centre médical de l'université d'Amsterdam, aux Pays-Bas, a utilisé l'IRM pour constater que le médicament entraînait certaines adaptations neuronales chez les jeunes patients. Cependant, la signification clinique de ces résultats reste incertaine. Une autre étude menée chez des adultes ayant pris de la Ritaline pendant douze mois a montré des concentrations significativement plus élevées d'une protéine cérébrale transportant la dopamine par rapport à un groupe témoin non traité. Mais l'impact de ces résultats n'est pas non plus évident… Dans l'ensemble, il n'est pas encore possible de déterminer si les changements à long terme observés dans le cerveau sont bénéfiques ou délétères.

LA RITALINE NORMALISE L'ACTIVITÉ CÉRÉBRALE DES ENFANTS

En dépit de ces réserves, pour les scientifiques, la Ritaline aurait globalement des effets positifs sur le cerveau des enfants atteints de TDAH. « Le traitement par psychostimulants, dont le méthylphénidate fait partie, normalise la fonction cérébrale des patients », explique Manfred Gerlach. Et la rapproche de celle des jeunes en bonne santé, comme l'indique une étude d'imagerie cérébrale publiée en 2023 par des chercheurs de l'université Stanford, aux États-Unis, et de l'université japonaise de Fukui : chez les enfants ayant reçu le médicament, l'activité neuronale spontanée dans une zone clé du système de récompense, le noyau



« Les psychotropes sont dans certains cas des médicaments bénéfiques. Mais ce ne sont pas des bonbons… »

Gerhard Gründer, psychiatre

accumbens, était ainsi rehaussée. Or cette région cérébrale contient de nombreux récepteurs de la dopamine qui favorisent la motivation et augmente la concentration.

Par ailleurs, il n'est généralement pas nécessaire d'augmenter la dose de psychostimulants tels que la Ritaline en cours du traitement. Un signe, selon Manfred Gerlach, que le cerveau ne semble pas s'adapter à l'administration de ce médicament en produisant, par exemple, davantage ou moins de récepteurs. De plus, les résultats actuellement disponibles sur l'efficacité du méthylphénidate indiquent que les effets secondaires sont souvent sans danger. Ce qui n'empêche pas Gerlach de militer depuis des années pour une collecte de données fiables sur les conséquences indésirables des psychotropes, en particulier chez les enfants et adolescents. Car il est essentiel de prendre en compte, à ces âges, l'impact du traitement sur le développement physique et mental, lequel dépend à la fois de l'âge et du sexe. Sans pour autant minimiser l'utilité des psychostimulants : comme le neuropharmacologue le souligne lui-même, « un TDAH non traité peut engendrer de graves conséquences négatives sur la qualité de vie des personnes concernées ».

Tous les psychotropes ne sont pas comme la Ritaline. Les antipsychotiques ont parfois des effets secondaires plus profonds, ce qui rend le rapport entre les bénéfices et les risques de leur utilisation plus difficile à évaluer. La plupart des médecins estiment que les psychoses graves et les délires doivent être traités rapidement, car il existe souvent un danger pour le patient ou pour son entourage, risque qui ne peut être atténué que par la prise de ces médicaments. Cependant, en raison des effets indésirables bien connus, certains spécialistes, comme le psychiatre Volkmar Aderhold, de l'Institut de psychiatrie sociale de l'université de Greifswald, en Allemagne, critiquent la gestion des traitements dans la pratique médicale. Selon ce dernier, on administre souvent des doses trop élevées en pensant que « plus, c'est mieux » ! Pour lui, la parcimonie devrait être de mise.

LA QUESTION DU RAPPORT BÉNÉFICES/RISQUES

Ces vingt dernières années, il a largement contribué au débat sur le rapport bénéfices/risques des neuroleptiques. En 2019, cette discussion a conduit à revoir les recommandations pour la prise en charge de la schizophrénie. Celles-ci préconisent désormais d'utiliser des doses aussi faibles que possible, et donnent des conseils pour l'arrêt du traitement. Selon Manfred Gerlach, il est donc possible que les psychotropes influencent négativement l'évolution d'une maladie psychique sur le long terme. « Cependant, cela ne signifie pas qu'il ne faut jamais utiliser ces médicaments ; ils sont parfois indispensables et bénéfiques. Mais ce ne sont pas des bonbons. » D'où la nécessité de toujours garder à l'esprit les risques potentiels, et de les évaluer par rapport aux bénéfices, tout en réfléchissant à la meilleure façon d'arrêter le traitement. Manfred Gerlach encourage également les médecins à suivre étroitement leurs patients pendant la prise en charge. Car une chose est claire : renoncer complètement aux médicaments n'est souvent pas une solution appropriée.

Bibliographie

C. Haddad *et al.*, Effects of antipsychotic and anticholinergic medications on cognition in chronic patients with schizophrenia, *BMC Psychiatry*, 2023.

K. Fountoulakis *et al.*, The report of the joint WPA/CINP workgroup on the use and usefulness of antipsychotic medication in the treatment of schizophrenia, *CNS Spectrums*, 2021.

C. Bouziane *et al.*, White matter by diffusion MRI following methylphenidate treatment : A randomized control trial in males with attention-deficit/hyperactivity disorder, *Radiology*, 2019.

© KRvisualPRO/Shutterstock

GRÂCE AU 1%

Marie-Aline a aidé Boris à former 43 demandeurs d'asile au maraîchage biologique.



Marie-Aline verse chaque année 1% de son chiffre d'affaires
à des associations agréées 1% for the Planet dont La Terre en Partage.

onepercentfortheplanet.fr

1% FOR THE PLANET

CONCEPT ET CRÉATION .yz PHOTO : FRANÇOIS AYME



YVES-ALEXANDRE THALMANN

Professeur de psychologie au collège Saint-Michel et collaborateur scientifique à l'université de Fribourg, en Suisse.

S'EXCUSER : UN ART DIFFICILE...

Trahison peu reluisante ? Bourde compromettante ? Ne vous contentez pas de dire que vous êtes désolé. Trois ingrédients seraient nécessaires, selon des études scientifiques, pour un *mea culpa* réussi.

Nul n'est parfait. Nos actes et nos paroles, même avec les meilleures intentions du monde, peuvent vexer et blesser autrui. Pour éviter un conflit et pacifier la situation, nous avons alors la possibilité de présenter des excuses. Une stratégie que les parents enseignent très tôt à leurs enfants et qui appartient à tout cheminement de développement personnel qui se respecte. On nous enjoint de formuler les mots aux vertus prétendument magiques «je suis désolé». Mais c'est sans compter leurs effets pervers. Cette démarche peut en effet se retourner contre son auteur : lorsque les excuses présentées sont jugées factices, uniquement destinées à calmer le jeu, elles risquent d'aggraver les choses. Comment s'y prendre pour formuler au mieux nos regrets ? Une chose est sûre, telle que le révèle la science des excuses : affirmer être désolé, même avec sincérité, laisse habituellement à désirer.

Pourquoi ne suffit-il pas de reconnaître nos fautes et de présenter des excuses lorsque notre comportement a causé du tort à autrui ? Une part de la réponse a été élucidée grâce aux travaux des professeurs Ryan Fehr et Michele Gelfand, à l'université du Maryland, aux États-Unis. Pour cette étude, 170 étudiants ont été placés devant une situation hypothétique dans laquelle un travail de groupe avait été malencontreusement compromis par un camarade ayant utilisé un support informatique contenant un virus. Ils devaient ensuite indiquer à quel point ils auraient été enclins à pardonner au coupable, en fonction de la façon dont il formulait ses excuses. Allaient-ils se montrer davantage indulgents si le fautif proposait une offre de compensation pour réparer le dégât causé, ou plutôt s'il leur témoignait de l'empathie authentique face à leur désarroi, ou encore s'il exprimait à quel point il était désolé de pénaliser ainsi le groupe ?

TROIS EXCUSES EN UNE : REGRETS, RÉPARATION ET EMPATHIE

Les chercheurs ont découvert que le succès d'une excuse dépendait de la manière dont la personne lésée se percevait elle-même en relation avec les autres, une notion appelée «conception de soi» *(self-construal)* et mesurée au moyen de questionnaires. Trois cas de figure ont émergé des analyses. Pour les participants bénéficiant d'un fort sentiment d'autonomie et mettant l'accent



sur les droits et la justice – une conception de soi dite « indépendante » –, c'était l'offre de compensation qui était la plus effective ; pour ceux valorisant leurs relations proches – conception de soi relationnelle –, l'empathie exprimée était déterminante ; enfin, ceux davantage portés sur l'identité de groupe et les normes sociales – conception de soi collective – étaient plus disposés à pardonner lorsque le message soulignait la reconnaissance d'avoir manqué à ses devoirs envers le groupe. Des conclusions corroborées par une autre partie de l'étude où chaque participant devait indiquer à quel point il était d'accord avec différentes affirmations concernant les excuses. Par exemple : « Une bonne excuse doit contenir une proposition de réparation. »

Ces résultats suggèrent que l'efficacité d'un message d'excuse, en matière de pardon et de réconciliation, dépend au moins partiellement de caractéristiques psychologiques des personnes lésées. Tout le monde ne réagit pas aux mêmes excuses. Les meilleures formulations sont celles qui s'adaptent aux particularités de leurs destinataires, notamment à leur conception de soi. Une connaissance certes intéressante dans les études de laboratoire, mais peu applicable dans la vie réelle, puisqu'il est la plupart du temps difficile de déterminer le profil exact des gens quant à leurs rapports aux autres. C'est pourquoi il est conseillé de concocter des messages d'excuse incorporant les trois dimensions : empathie envers les émotions ressenties, reconnaissance du dommage causé à la relation et proposition de réparation. De cette façon, on balaie suffisamment large pour n'exclure personne.

ASSUMER… N'EST PAS SI SIMPLE !

Ces éléments clés se retrouvent dans les travaux du psychiatre Aaron Lazare, professeur à l'École médicale de l'université du Massachusetts aujourd'hui décédé. Ce spécialiste de la psychologie de la honte et de l'humiliation était reconnu comme une référence mondiale au sujet des excuses et du pardon. Dans son ouvrage phare *(On Apology)* publié il y a une vingtaine d'années, il détaille les quatre éléments constitutifs de la formulation d'excuses effectives.

Tout d'abord, il doit y avoir une reconnaissance sincère de l'offense. Minimiser les torts subis (« ce n'est pas si

grave, il y a d'autres sujets plus problématiques dans le monde », « arrête d'être à ce point sensible »), se cacher derrière de bonnes intentions (« je n'avais aucune intention de te faire du mal, tu peux me croire ») ou se justifier (« j'étais déjà sur les nerfs avec toute la pression que je subis au travail ») : ces attitudes n'ont pas leur place ici. Comme le dit si bien le dicton, l'enfer est pavé de bonnes intentions. De plus, il est primordial de clairement distinguer l'offenseur et l'offensé. Trop souvent, lorsqu'on présente des excuses, on tente de faire porter une part de la responsabilité à la victime (« bon, c'est un peu de ta faute aussi », « si tu n'avais pas dit ça, cela ne serait pas arrivé… »). L'offenseur se doit de prendre l'entière responsabilité du tort causé. Ce faisant, il valide et assume le dégât causé à la relation de son fait.

Deuxièmement, le message d'excuse doit intégrer une dimension émotionnelle, sous la forme de remords, de honte ou de culpabilité. Une position d'humilité de l'offenseur est essentielle pour que les excuses soient jugées sincères. De la sorte, il reconnaît la souffrance occasionnée et peut témoigner une empathie authentique.

Troisièmement, l'offenseur doit s'impliquer pour réparer le tort causé. Cette réparation peut être réelle, par exemple sous la forme d'un dédommagement financier, mais aussi symbolique, comme une reconnaissance publique de ce qu'il a fait. « Y a-t-il quelque chose que je puisse faire pour réparer le tort que tu as subi ? » est une question qui a sa place dans ce processus, tant il est vrai que ce n'est pas toujours évident de savoir ce que l'on pourrait faire. Ainsi, les excuses ne restent pas cantonnées au niveau de la parole, mais sont transformées en actes concrets.

À ces trois éléments, déjà présents dans l'étude empirique de Ryan Fehr et Michele Gelfand, s'ajoute un quatrième qui englobe la dimension temporelle : une promesse, si possible, que l'offense ne se reproduira pas ou pour le moins un engagement à être davantage prudent afin de réduire les risques d'une répétition. Reconnaître ses torts est important, mais si rien n'est fait pour que le comportement à l'origine du dégât soit durablement modifié, nos excuses perdent en efficacité. La souffrance endurée par la victime aura alors été vaine et il est probable qu'elle réapparaisse dans le futur.

Voilà pour les bonnes excuses, au sens de leur efficacité à susciter réconciliation et pardon. Une dernière question demeure : le jeu en vaut-il la chandelle ? La réponse est affirmative. La psychologie positive a en effet clairement mis en évidence que les relations interpersonnelles constituent l'un des piliers essentiels du bien-être et de la satisfaction dans la vie. D'où l'intérêt à les soigner. Or ces relations sont régulièrement mises à mal par certains de nos agissements. Par chance, nous avons les moyens – maintenant scientifiques – de favoriser leur restauration… sans nous payer de mots ! ●

Pour être efficaces, les excuses ne doivent pas se cantonner aux paroles, mais proposer un acte de réparation et offrir la garantie que l'incident ne se renouvellera pas.

Bibliographie

A. Lazare, *On Apology*, Oxford University Press, 2005.

R. Fehr et M. J. Gelfand, When apologies work : How matching apology components to victims'self-construals facilitates forgiveness, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 2010.

C. V. O. Witvliet *et al.*, Apology and restitution : Offender accountability responses influence victim empathy and forgiveness, *Journal of Psychology and Theology*, 2020.

OFFRE D'ABONNEMENT 1 AN

Cerveau & Psycho

2 FORMULES AU CHOIX

	FORMULE NUMÉRIQUE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier 11 numéros par an		✓
Le magazine en version numérique 11 numéros par an	✓	✓
Accès à cerveauetpsycho.fr Actus, dossiers, archives depuis 2003	✓	✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	**49 €**	**69 €**

COMMANDEZ PLUS SIMPLEMENT !

Pour découvrir toutes nos offres d'abonnement et effectuer un paiement en ligne, scannez le QR code ci-contre avec votre téléphone ou rendez-vous sur cerveauetpsycho.fr/abonnements

BULLETIN D'ABONNEMENT

PAG24STD

Une question ? Contactez notre service clients à l'adresse : serviceclients@groupepourlascience.fr

OUI, je m'abonne pour 1 an à Cerveau & Psycho

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)

☐ FORMULE **NUMÉRIQUE** — **49€** — 2-F-NUM-N-11N-49€
- 11 nos du magazine numérique
- Accès illimité aux contenus en ligne

☐ FORMULE **INTÉGRALE** — **69€** — 2-F-INT-N-11N-69€
- 11 nos du magazine (papier et numérique)
- Accès illimité aux contenus en ligne

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site boutique.groupepourlascience.fr. Photos non contractuelles. Vous pouvez acheter séparément les numéros de *Cerveau & Psycho* pour 7,50 €.

2 / J'indique mes coordonnées

☐ M. ☐ Mme

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

.....

Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....

Téléphone |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Courriel : (indispensable) .....

.....

J'accepte de recevoir les offres commerciales de Cerveau & Psycho par e-mail ☐ OUI ☐ NON

3 / Je retourne le bulletin d'abonnement et mon règlement

J'émets un chèque **à l'ordre de *Pour la Science*** du montant de l'abonnement.
J'adresse le bulletin et mon chèque par courrier postal à l'adresse suivante :

Abonn'escient – TBS Group
Service abonnement Groupe Pour la Science
20 rue Rouget de Lisle - 92130 Issy les Moulineaux

En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : https://rebrand.ly/CGV-PLS . Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : https://rebrand.ly/charte-donnees-cps. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris cedex 14 – Sarl au capital de 32 000€ – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 58.14 Z

VIE QUOTIDIENNE

p. 84 *Procrastination : comment ne plus tout remettre au lendemain ?*

p. 88 *Rituels à l'école : trompez votre attention*



Procrastination
Comment ne plus tout remettre à demain ?

Une cause de ce phénomène a été récemment découverte. Nommée « biais de négativité », elle nous pousse à surestimer le côté désagréable d'une tâche. Pour l'enrayer, rien de tel que de s'entourer de repères objectifs.

Par **Javier Granados Samayoa**, *chercheur associé à l'université de Pennsylvanie.*



© Vanz Studio/Shutterstock

Le 5 juin 2024, veille de la date limite pour la déclaration d'impôts, 30 % des Français n'avaient pas encore commencé à remplir leur formulaire. Aux États-Unis, le 12 avril 2024, trois jours avant la date limite pour les contribuables, plus d'un quart des Américains ne s'étaient pas attelés à la tâche. La procrastination – le fait de retarder une action tout en étant conscient des conséquences négatives associées – est un phénomène que la plupart d'entre nous connaissent. Et qui a un coût. Notamment, quand on s'y prend au dernier moment pour réaliser un travail, le résultat est souvent de moindre qualité. Et avant cela, repousser l'échéance engendre un stress qui fait parfois des ravages : les procrastinateurs chroniques déclarent plus de symptômes de maladie, plus de visites chez le médecin, et font état d'un bien-être global plus faible, voire de difficultés financières plus importantes que les individus non procrastinateurs…

Alors, si ce phénomène est assorti de tant de désavantages, pourquoi continue-t-on à y céder ? Au terme d'années de recherche, les scientifiques ont dressé une liste assez complète des facteurs psychologiques liés à ce comportement. Toutefois, les processus mentaux qui se logent derrière restent mal identifiés. Pour tenter d'y voir plus clair, nous avons conduit une série d'études sur le « report de tâches », la composante comportementale de la procrastination. Formulé autrement : pourquoi remet-on à plus tard l'accomplissement d'une tâche malgré l'absence de toute raison objectivement stratégique de le faire ? Notre principale découverte a été que les personnes qui le font le plus ont aussi un plus fort « biais de négativité », dont il sera question désormais.

EN BREF

- **85 % des Français seraient concernés par des problèmes de procrastination.**
- **Face à une tâche à effectuer, nous évaluons inconsciemment les avantages concrets et les inconvénients subjectifs – principalement la pénibilité.**
- **Des recherches récentes ont montré que les personnes qui procrastinent le plus sont celles qui surestiment la pénibilité : c'est le « biais de négativité ».**
- **En prenant l'habitude d'évaluer objectivement le désagrément causé, on réduit les taux de procrastination.**

UN BIAIS DÉCISIONNEL

L'idée centrale qui a guidé nos travaux est que lorsque les gens poursuivent leurs objectifs, ils se livrent d'abord à une évaluation de la situation. Par exemple, quand un contribuable a reçu tous les documents nécessaires pour remplir sa déclaration – généralement bien avant la date limite de dépôt – il peut se demander : « Est-ce que j'ai envie de faire ça maintenant ? » Ce faisant, il va

considérer des résultats positifs (par exemple, la satisfaction d'avoir effectué une tâche et, éventuellement, de recevoir un remboursement d'impôt plus rapidement) et les implications négatives (comme le caractère fastidieux de cette besogne). De sorte qu'en fin de compte il va s'agir pour lui de peser le pour et le contre entre les aspects positifs et négatifs.

Nous ne sommes pas tous pareils dans notre façon d'évaluer les signaux positifs et négatifs de notre environnement. Il s'agit d'une caractéristique de la personnalité que les psychologues appellent le « biais de pondération de la valence ». Alors que certains ont tendance à accorder plus d'importance aux aspects bénéfiques, d'autres donnent plus de poids aux côtés déplaisants. Notre idée était que les individus ayant un biais de pondération plus négatif devraient être plus enclins à procrastiner.

LA FÊTE AU HARICOT

Ainsi, notre première étude a fait usage d'enquêtes pour identifier les contribuables qui s'attendaient à recevoir un remboursement, mais qui avaient tendance à faire leur déclaration de revenus soit tôt dans la saison des impôts (au cours des deux dernières semaines de janvier ou début février aux États-Unis), soit plus tard (au cours des deux premières semaines d'avril). Quelque 232 personnes remplissant nos critères d'éligibilité ont pris part à une session de suivi au cours de laquelle nous avons mesuré leur biais de pondération de la valence, en utilisant un jeu connu sous le nom de BeanFest (la fête aux haricots). Dans ce jeu, les participants voient des images de haricots dont la forme et le nombre de taches peuvent varier. Certains d'entre eux, quand on les choisit, rapportent des points, tandis que d'autres causent des pertes. Par exemple, les haricots oblongs avec beaucoup de taches infligent des pertes (ils sont donc « mauvais »), alors que les haricots circulaires ayant peu de taches donnent des points (ils sont « bons »). Une fois que les personnes ont eu noté ces associations, nous avons regardé comment elles les généralisaient à de nouvelles images de haricots qui présentaient à la fois des aspects positifs et négatifs (par exemple, des haricots circulaires ayant beaucoup de taches). Celles qui s'appuyaient plus fortement sur les caractéristiques négatives lors de l'évaluation des nouveaux haricots avaient un biais de pondération de valence négative, et celles qui s'arrêtaient plus sur les aspects positifs, un biais plus positif.

Or les décisions prises par les individus dans ce jeu ont révélé un fait fondamental : la tendance à généraliser les associations bonnes ou mauvaises dans ce test peut servir d'indicateur de leur propension de peser le pour ou le contre lorsqu'ils prennent des décisions de quelque nature que ce soit. Grâce à ce processus, nous avons découvert que les contribuables ayant déclaré leurs impôts tard dans la saison présentaient un biais de pondération de valence plus négatif. Ils se sentaient apparemment plus préoccupés par les aspects désagréables de la préparation de leur déclaration d'impôts.

« Est-ce que je veux faire ça maintenant ? » En nous posant cette question, nous sommes plus ou moins focalisés sur l'aspect désagréable de la tâche. Plus on l'est (c'est le biais de négativité), plus on procrastine.

LA MAÎTRISE DE SOI, ARME DÉCISIVE

Ayant amassé des preuves que ce biais permettait de prédire la tendance à procrastiner, nous avons poursuivi notre investigation avec une approche différente. Nous avons demandé à 147 étudiants inscrits à un cours d'introduction à la psychologie de nous dire s'ils souhaitaient rejoindre un programme de recherche leur permettant d'obtenir des crédits d'études supplémentaires. À partir de ces données, nous nous sommes concentrés sur la date moyenne de leur participation à la recherche ; d'une manière générale, les dates les plus tardives déterminent un retard plus important dans l'acquittement des tâches. Comme pour les impôts, le fait de repousser ces heures de collaboration au programme s'est finalement traduit par un stress accru, notamment par des niveaux plus élevés de « stress de fin de semestre ».

Enfin, nous avons ajouté un élément supplémentaire à cette étude. En effet, d'autres recherches ont montré que le biais de pondération de la valence influence plus fortement la prise de décision lorsque les gens sont relativement peu motivés pour délibérer au-delà de leurs réactions impulsives initiales, ou quand ils n'ont pas les ressources cognitives ni le temps nécessaires pour le faire. Nous avons donc demandé aux étudiants d'évaluer – sur une échelle de 1 («pas du tout moi») à 5 («tout à fait moi») – dans quelle mesure ils étaient d'accord avec des affirmations telles que «je sais résister à la tentation». Et, sans surprise, nous avons constaté que ceux qui avaient déclaré avoir une meilleure maîtrise d'eux-mêmes avaient pris part plus tôt aux expériences scientifiques au cours du semestre. Au final, pour résumer ces différents effets, disons que les personnes présentant un biais de pondération plus négatif ont eu tendance à retarder leur participation, comme le montre le nombre moyen d'heures de recherche gagnées par jour, et que cette tendance était plus évidente chez celles ayant signalé posséder une moins bonne maîtrise d'elles-mêmes.

BRISER LE CERCLE DE LA PROCRASTINATION

Dès lors, serait-il possible de briser ce lien entre le biais de pondération et le retard dans l'exécution d'une tâche ? Dans notre dernière étude, nous avons exploré cette probabilité. Nous avons à nouveau examiné la participation des étudiants au programme d'expérience de recherche. Mais cette fois, au lieu de les recruter indistinctement parmi les rangs de l'université, nous avons sélectionné ceux qui avaient révélé avoir des difficultés de procrastination. Nous pensions trouver chez eux un biais de pondération négatif.

Nous avons alors réparti au hasard les volontaires entre un groupe témoin et un groupe test. Les deux ont joué à BeanFest : lors de chacun des nombreux essais, les participants devaient indiquer si un nouveau haricot était utile ou nuisible, mais nous avons introduit une différence entre les membres des deux groupes. Ceux du groupe test recevaient des retours d'information leur précisant si leur décision était juste ou non. Ces retours leur permettaient donc de mieux peser le pour et le contre et d'équilibrer leur point de vue. Mais les individus du groupe témoin n'ont reçu aucun retour, et nous n'avons donc pas tenté de modeler la tendance vers le positif ou le négatif.

Après cette intervention ciblée, les étudiants ont repris leur semestre comme si de rien n'était. Et, fait impressionnant, lorsque nous les avons retrouvés deux semaines plus tard, ceux du groupe test ont montré moins de signes de procrastination – ils participaient mieux au programme de recherche de l'université – que ceux du groupe témoin. Il est important de noter que cette «procédure de recalibrage», comme nous l'appelons, fait ce que nous propose rarement notre environnement quotidien : elle fournit un retour d'information objectif et correct sur la pondération appropriée des signaux positifs et négatifs et, par la répétition, elle fait évoluer les tendances de la pondération vers plus d'équilibre. Même si la fête des haricots peut sembler totalement étrangère à un sujet tel que la contribution à une recherche, cet exercice d'entraînement fonctionne parce que l'acte de peser le pour et le contre d'une situation est essentiellement le même, qu'il s'agisse de haricots ou d'une décision portant sur le monde réel. C'est pourquoi, lorsque les préjugés d'une personne à propos de haricots sont modifiés dans le cadre du BeanFest, cela se généralise naturellement aux circonstances rencontrées en dehors du laboratoire.

UNE SECONDE DE RECUL AIDE À CHANGER LA DONNE

Dans l'ensemble, nos recherches mettent en lumière les processus qui conduisent à la procrastination. Lorsqu'ils sont confrontés à une échéance, les gens semblent se demander : «Est-ce que je veux le faire maintenant ?» Cela les amène à peser le pour et le contre, et leurs préjugés entrent alors en jeu. Bien que des tests rigoureux supplémentaires soient nécessaires, la procédure d'entraînement utilisée dans notre dernière étude semble prometteuse pour aider les personnes à lutter contre la procrastination. Un entraînement cognitif basé sur cette approche, par exemple par le biais d'une application fournissant un retour sur le réel désagrément de remplir sa déclaration d'impôts ou de faire ses devoirs, pourrait donc être bénéfique aux individus qui ont du mal à accomplir leurs tâches en temps et en heure. Mais nos travaux ont également des implications plus immédiates. Nos recherches indiquent que la pondération de la valence a le plus fort impact chez les personnes qui manquent de motivation et de ressources cognitives pour marquer un temps d'arrêt et délibérer au-delà de leurs évaluations rapides initiales sur la nécessité ou non de s'attaquer à une tâche. En d'autres termes, le simple fait de vous pousser à réfléchir un peu plus avant d'agir peut vous aider à trouver des raisons plus positives de commencer une tâche sans attendre. En luttant de cette manière contre le biais de négativité, vous pouvez faire en sorte de moins remettre à demain ce que vous pourriez mieux faire aujourd'hui !

Bibliographie

J. A. Granados Samayoa *et al.,* Do I want to do this now ? Task delay as a function of valence weighting bias, *Personality and Individual Differences*, 2024.

D. M. Tice *et al.,* Longitudinal study of procrastination, performance, stress, and health : The costs and benefits of dawdling, *Psychological Science*, 1997.

P. Steel, The nature of procrastination : A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure, *Psychological Bulletin*, 2007.



JEAN-PHILIPPE LACHAUX

Directeur de recherche à l'Inserm, au Centre de recherche en neurosciences de Lyon.

Rituels à l'école

Dupez votre attention !

L'attention d'un élève se porte souvent de façon automatique là où il a l'habitude de trouver des informations importantes. On peut alors signaler ces lieux par des repères fiables et répétitifs.

Vous l'avez sans doute remarqué si vous prenez le train : depuis quelque temps, la SNCF a lancé une grande campagne pour inciter les voyageurs à bien vérifier qu'ils n'oublient rien dans le wagon au moment de sortir (pour ne pas causer de retards importants, etc.). La question qu'on peut se poser, c'est pourquoi ces oublis regrettables continuent de se produire alors même qu'à chaque arrêt du train dans une gare, une annonce très claire rappelle systématiquement de vérifier ses bagages.

La réponse, c'est que le cerveau de la plupart des passagers ne traite pas ce message et ne lui accorde pratiquement aucune attention, tout simplement parce qu'il constitue le plus souvent pour eux une distraction sans aucun intérêt. Il s'agit d'une version auditive d'un phénomène appelé « apprentissage perceptif statistique », qui conditionne en permanence notre paysage attentionnel et qui a fait l'objet d'un article de synthèse récent de la part de trois experts de l'attention à l'université d'Amsterdam – Jan Theeuwes, Louisa Bogaerts et Dirk van Moorselaar. Leur travail aide à bien prendre conscience du degré auquel un environnement – celui d'un train comme celui d'une salle de classe – peut influencer notre attention.

L'APPRENTISSAGE PERCEPTIF STATISTIQUE

L'article des chercheurs décrit notamment l'exercice suivant : une personne voit s'afficher sur un écran les uns après les autres des petits tableaux de symboles au sein desquels elle doit trouver l'un d'entre eux, signalé à l'avance – c'est ce qu'on appelle une « recherche attentionnelle ». On peut ralentir sa recherche en plaçant quelque part dans le tableau un élément distracteur particulièrement « saillant » (qui attire l'attention), comme un gros point rouge. Il se produit alors un phénomène de capture attentionnelle. Mais si ce distracteur apparaît souvent à la même place dans le tableau, son influence est moins importante que s'il est placé au hasard, parce que le sujet apprend à ne pas faire attention à cet endroit-là, même s'il ne se rend pas compte de ce biais statistique ! Et selon un principe similaire, la recherche d'une information pertinente sera progressivement accélérée si elle apparaît souvent au même endroit. Autrement dit, si un



En signalant une information régulièrement de la même façon, avec des caractéristiques fixes, l'enseignant aide le cerveau des élèves à diriger leur attention sans effort au bon endroit.

élément important apparaît régulièrement au même endroit, le cerveau apprend à y faire automatiquement de plus en plus attention ; à l'inverse, si c'est un élément jugé peu important ou distracteur qui se présente toujours au même endroit, le cerveau apprend à ne pas en tenir compte.

C'est ce qu'on appelle l'« apprentissage perceptif statistique », et il s'étend aux autres modalités sensorielles : le simple fait d'évoluer dans un contexte ou d'être confronté à des environnements où les informations importantes sont souvent au même endroit entraîne une déformation plastique du champ attentionnel. Compte tenu du fait que des déplacements de l'attention doivent être décidés plusieurs fois par seconde, ce mécanisme simplificateur diminue considérablement le nombre de décisions volontaires à prendre quant à la cible de l'attention. C'est sa principale raison d'être.

« VEILLEZ À NE RIEN OUBLIER DANS LE TRAIN » : ANNONCE INUTILE !

Pour revenir à l'exemple du train, le cerveau des voyageurs a intégré le fait que le message concernant les bagages ne leur apporte généralement aucune information nouvelle (on pense qu'on n'a jamais rien oublié dans le train, et que ce sont les autres qui oublient leurs affaires), et peut donc être ignoré. La solution pour la SNCF serait donc de varier ses messages, et notamment leur rythme ou le ton de la voix. Cela démontre au passage – comme le rappellent les auteurs de l'étude – que cet apprentissage statistique ne concerne pas que des régions de l'espace, mais aussi le moment où il apparaît. Le champ attentionnel peut donc épouser une forme spatiotemporelle, plutôt que seulement spatiale, pour favoriser certains supports d'information à certains moments précis, en utilisant des critères plus ou moins complexes (le timbre d'une voix, une couleur…).

Et ce mécanisme peut être mis à profit dans la salle de classe. Par exemple, en début d'année, les enseignants instaurent souvent des rituels pour signaler des moments ou des cibles qui doivent bénéficier de l'attention des élèves. En donnant une valeur répétée à une information « signalée » régulièrement de la même façon, avec des caractéristiques fixes, l'enseignant

© Hananeko_Studio/Shutterstock

fournit aux cerveaux des élèves une indication précieuse pour les aider à placer efficacement leur attention sans effort inutile. Cela peut consister à écrire les notions importantes toujours au même endroit du tableau, ou de les indiquer visuellement d'une couleur distincte, ou bien de prendre un ton de voix particulier, ou même d'aborder les concepts clés à un moment donné du cours… mais attention à l'effet de contraste, car tout le reste – dès l'instant où cela est classé comme « moins important » par l'élève – peut vite subir le même sort que le message SNCF !

Souvent, nous ne voyons pas nos clés qui sont sous nos yeux, car notre attention est habituée à les chercher sur la table de l'entrée. C'est l'apprentissage perceptif statistique !

MAIS OÙ SONT PASSÉES MES CLÉS ?

De fait, ce mécanisme si efficace peut aussi engendrer certains pièges. Ma collègue et amie Bénédicte Dubois m'en a fourni un exemple clair et amusant, que je vous encourage à tester autour de vous en écrivant sur une feuille de papier en gros le nombre 123456789 juste en dessous de la consigne suivante, écrite plus petite : « Trouvez l'errreur ». Dans mon explication, vous aurez tout de suite vu les trois « r » dans le mot « errreur », mais vous serez sans doute surpris des réponses de votre public, peut-être piégé par le fait que dans ce type d'énoncé, ce qu'il faut trouver (l'erreur) n'est en principe pas dans la consigne mais dans ce qu'elle semble désigner. C'est une belle illustration de nos biais attentionnels statistiques. Plus généralement, Jan Theuuwes et ses collègues attribuent à ce phénomène le fait que nous avons souvent du mal à trouver des objets familiers quand ils ne sont pas à leur place habituelle (nos clés, nos lunettes), même quand nous les avons littéralement sous les yeux : comme nous pensons qu'elles doivent être ailleurs, notre attention est peu disponible pour ce qui se trouve juste là.

Les questions qui restent à résoudre dans ce domaine sont nombreuses, concernant par exemple les mécanismes neuronaux sous-jacents, qui semblent impliquer des cartes cognitives (des représentations mentales de l'organisation de l'espace environnant) situées dans une zone cérébrale appelée « hippocampe ». On sait aussi que cet apprentissage est flexible et s'adapte au contexte, mais le désapprentissage de statistiques devenues erronées (il faut alors arrêter de reporter préférentiellement son attention vers un endroit quand les informations qui s'y trouvent ne sont plus pertinentes) semble plus lent que l'apprentissage. On ne comprend pas encore très bien non plus la source des variabilités individuelles pourtant bien documentées : pourquoi certaines personnes développent-elles des biais attentionnels efficaces plus rapidement que les autres, et existe-t-il des stratégies qui puissent favoriser cet apprentissage si utile ?

Enfin, se pose la question de la façon d'éviter les pièges que ces mécanismes peuvent nous tendre au quotidien. Sur ce plan, on en connaît déjà une clé : ralentir et se détendre, car un niveau de stress élevé amène l'attention à se concentrer selon les routines acquises, avec une perte de flexibilité. Pour bien réviser et déployer votre attention là où elle sera utile, n'hésitez donc pas à développer vos propres rituels attentionnels – mais sans jamais en rester prisonniers. ●

Bibliographie

J. Theeuwes *et al.*, What to expect where and when : How statistical learning drives visual selection, *Trends in Cognitive Sciences*, 2022.

OFFRE D'ABONNEMENT

DURÉE LIBRE

Cerveau & Psycho

2 FORMULES AU CHOIX

	FORMULE NUMÉRIQUE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier 11 numéros par an		✓
Le magazine en version numérique 11 numéros par an	✓	✓
Accès à cerveauetpsycho.fr Actus, dossiers, archives depuis 2003	✓	✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	**4,90 €** PAR MOIS *sans engagement*	**6,90 €** PAR MOIS *sans engagement*

Commandez plus simplement!
Pour découvrir toutes nos offres d'abonnement et effectuer un paiement en ligne, scannez le QR code ci-contre

BULLETIN D'ABONNEMENT

PAG24STD

À renvoyer accompagné de votre règlement à :
Abonn'escient – TBS Group – Service abonnement Groupe Pour la Science 20 rue Rouget de Lisle - 92130 Issy les Moulineaux
Courriel : serviceclients@groupepourlascience.fr

☑ **OUI, je m'abonne à Cerveau & Psycho en prélèvement automatique**

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)

☐ FORMULE **NUMÉRIQUE**
- 11 nos du magazine numérique
- Accès illimité aux contenus en ligne

4,90€ PAR MOIS sans engagement — 2-F-NUM-N-PVT-4,9€

☐ FORMULE **INTÉGRALE**
- 11 nos du magazine (papier et numérique)
- Accès illimité aux contenus en ligne

6,90€ PAR MOIS sans engagement — 2-F-INT-N-PVT-6,9€

2 / Mes coordonnées

Nom : .....
Prénom : .....
Adresse : .....
.....
Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....
Tél. : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
Courriel : *(indispensable)* .....
.....

J'accepte de recevoir les offres commerciales de Cerveau & Psycho par e-mail
☐ OUI ☐ NON

* Réduction par mois par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site boutique.groupepourlascience.fr. Photos non contractuelles. Vous pouvez acheter séparément les numéros de *Cerveau & Psycho* pour 7,50 €. En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : https://rebrand.ly/CGV-PLS

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : https://rebrand.ly/charte-donnees-cps. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Groupe Pour la Science - Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris cedex 14 – Sarl au capital de 32 000€ – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 58.14 Z

3 / Mandat de prélèvement SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise *Pour la Science* à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de huit semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
.....
Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....

Désignation du compte à débiter

BIC (Identification internationale de la banque) |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

IBAN |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_|
(Numéro d'identification international du compte bancaire)

Établissement teneur du compte

Nom : .....
Adresse : .....
Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....

Date et signature

Organisme Créancier : Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse – 75014 Paris
N° ICS FR92ZZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

4 / MERCI DE JOINDRE IMPÉRATIVEMENT UN RIB

LIVRES

p. 92 *Sélection de livres* p. 94 *Neurosciences et littérature*

ANALYSE

Par François Maquestiaux



SCIENCE & SOCIÉTÉ

Pour une nouvelle culture de l'attention

Stefana Broadbent, Florian Forestier, Mehdi Khamassi et Célia Zolynski

Odile Jacob, 2024, 272 pages, 24,90 €

Avez-vous du mal à lâcher votre smartphone ? Êtes-vous satisfait de passer des heures à « scroller » machinalement sur Facebook ? Pourquoi les adolescents sont-ils souvent rivés à leur écran jusque sur la plage et comment notre société en est-elle arrivée à le banaliser ? Si vous souhaitez comprendre par quels stratagèmes le numérique risque de nous engloutir ou que vous cherchez juste à reprendre le contrôle, lisez ce livre.

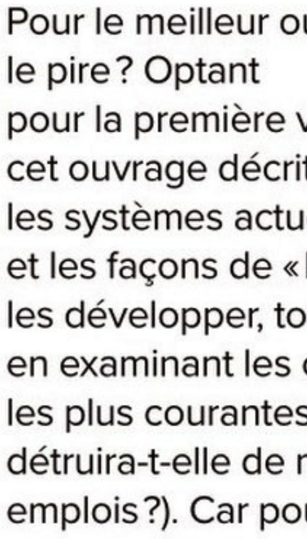
De manière claire et progressive, il nous explique la complexité de nos usages et de nos rapports au numérique, notre dépendance parfois, et son omniprésence dans nos vies. Pour cela, il croise les regards de plusieurs disciplines, en particulier l'anthropologie, la philosophie, les sciences cognitives et le droit. Sans négliger les aspects économiques, car l'un des problèmes est que le numérique repose sur une « économie de l'attention », au sein de laquelle les plateformes vendent aux agences publicitaires du « temps de cerveau disponible », pour reprendre l'expression de l'ancien patron de TF1 Patrick Le Lay.

Surtout, les quatre auteurs proposent des solutions pour instaurer un autre rapport au numérique. Ils appellent ainsi à transformer cette économie de l'attention pour créer de nouveaux écosystèmes qui soient vivables et protègent nos ressources cognitives. Cela passe par une régulation accrue, une des pistes étant d'interdire les *dark patterns*, ces interfaces conçues pour nous amener de manière insidieuse à fournir des données personnelles ou à souscrire un service que nous ne désirons pas forcément (par exemple, en demandant de cocher une case pour *ne pas* être inscrit à une newsletter plutôt que pour s'y inscrire). Mais l'ouvrage propose bien d'autres pistes d'actions, individuelles ou collectives.

C'est donc une invitation à reprendre le contrôle de nos ressources cognitives et plus généralement à retrouver notre liberté, en même temps qu'un outil pour nous le permettre. En cela, il constitue un véritable acte militant et sa lecture est salutaire.

François Maquestiaux est professeur de psychologie cognitive à l'université de Rouen-Normandie.

SÉLECTION



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

IA. Notre ambition pour la France

Philippe Aghion et Anne Bouverot (dir.)

Odile Jacob

2024, 288 pages, 19,90 €

L'intelligence artificielle est déjà en train de transformer nos sociétés. Pour le meilleur ou pour le pire ? Optant pour la première voie, cet ouvrage décrit les systèmes actuels et les façons de « bien » les développer, tout en examinant les craintes les plus courantes (l'IA détruira-t-elle de multiples emplois ?). Car pour les auteurs, elle peut être un vecteur de développement et d'innovation, à condition de parer à ses risques : « C'est à nous qu'il revient de définir un projet politique de société et de forger les applications de l'IA qui y sont conformes ».



PATHOLOGIE

Adieu traumatismes...

François Louboff, Jean-François Marmion et Valentine Safatly

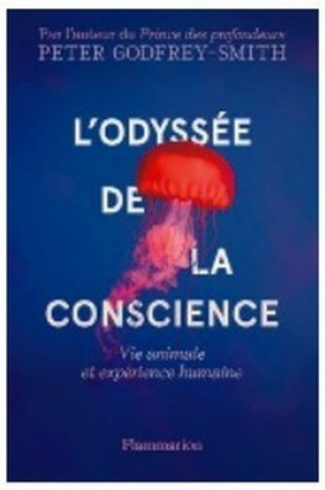
Les Arènes

2024, 144 pages, 20 €

Quelque 30 à 40 % des victimes de viol développent un stress post-traumatique. Un chiffre écrasant, mais qui signifie aussi qu'une part importante des victimes parviennent à surmonter cette épreuve. Pourquoi est-on plus ou moins vulnérable face aux violences physiques et psychologiques ? Quels sont les symptômes d'un traumatisme ? Comment le traiter ? Autant de questions explorées dans cette bande dessinée réalisée avec le psychiatre François Louboff, spécialiste du sujet. Le lecteur y trouvera une meilleure compréhension de ses propres fragilités et de celles de ses proches, ainsi que des outils pour les affronter.

COUP DE CŒUR

Par Guillaume Jacquemont



PSYCHOLOGIE ANIMALE

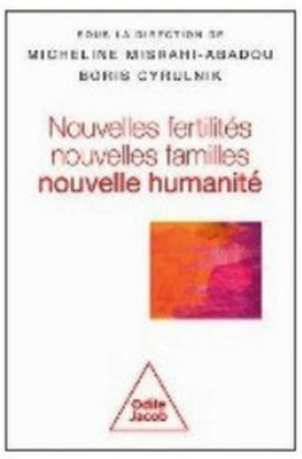
L'Odyssée de la conscience

Peter Godfrey-Smith

Flammarion

2024, 512 pages, 24 €

Ici le terme « Odyssée » n'a rien d'usurpé : c'est bien à un incroyable voyage, débutant aux origines de la vie, que nous convie Peter Godfrey-Smith. L'auteur s'interroge sur l'émergence progressive de la conscience et sur ses diverses formes dans le monde vivant. L'argumentation scientifique et philosophique est riche, et le style narratif agréable : multipliant les anecdotes et les images (« La complexité des ramifications d'un seul neurone d'abeille est comparable à celle d'un chêne adulte »), il entraîne sans peine son lecteur dans cette passionnante aventure.



PARENTALITÉ

Nouvelles fertilités, nouvelles familles, nouvelle humanité

Micheline Misrahi-Abadou et Boris Cyrulnik (dir.)

Odile Jacob

2024, 304 pages, 24,90 €

C'est une parentalité protéiforme que décrit ici un collectif d'experts. Après un passage par la préhistoire (« À l'époque d'*Homo sapiens* [au paléolithique, ndlr], il n'y avait pas de structure familiale. Le groupe était nécessaire et suffisant. »), l'ouvrage s'étend sur les possibilités offertes par la PMA, allant de la classique résolution d'un problème d'infertilité à des configurations plus inhabituelles : avoir un enfant d'un conjoint décédé grâce à la préservation d'un échantillon de sperme, devenir « enceint » pour un homme né femme qui a réalisé une transition de genre… En mettant l'accent sur le vécu psychologique des personnes concernées et les éventuels questionnements éthiques qui se posent.



NEUROSCIENCES

Les Drogues, le cerveau et les états de conscience modifiés

Joël Bockaert

Odile Jacob, 2024, 192 pages, 21,90 €

« Toute la tristesse, toutes les vanités ont volé en éclats […]. Je me suis débarrassé… de mon ego. » Ainsi parlait Cary Grant en 1963, après une cure de LSD. De fait, les recherches récentes sur les psychédéliques ont donné de premiers résultats spectaculaires dans le traitement de plusieurs pathologies psychiatriques, comme la dépression résistante, les troubles anxieux ou les addictions. Mais ces substances ne sont pas sans danger, notamment en raison du risque de *bad trip*, et sont actuellement illégales dans bon nombre de pays. Leur future place dans notre arsenal thérapeutique dépendra de décisions éclairées, fondées sur des données scientifiques objectives et une analyse globale du rapport bénéfice sur risque. Ce livre est un outil idéal pour permettre à chacun, médecin ou non, de se forger une première opinion.

Le neuropharmacologue Joël Bockaert, membre de l'Académie des sciences, y dresse un panorama clair et synthétique des drogues psychédéliques : psilocybine (un extrait de champignons), LSD, mescaline (synthétisée par le cactus peyotl)… Il détaille notamment les effets de ces substances (« Pendant toute la soirée et la nuit, j'ai été un bison, un serpent à sonnettes, un blaireau au fond de son terrier », écrit l'écrivain américain Jim Harrison), puis explique leur mode d'action sur le cerveau et décrit les recherches explorant leurs pouvoirs thérapeutiques. Au passage, il retrace leur histoire longue et tortueuse, entre interdictions et enthousiasme débridé, en particulier lors de la période hippie. Une histoire qui remonte loin : au Mexique, on a découvert des statuettes évoquant des « champignons magiques » vieilles de trois millénaires !

Les promesses thérapeutiques des psychédéliques ne sont en tout cas pas le seul intérêt de ces substances, qui constituent également une formidable voie d'exploration de la conscience. C'est ce que souligne en préface le célèbre neurobiologiste Jean-Pierre Changeux : « Elles vont nous servir de "scalpels chimiques" – le terme est de Claude Bernard – pour disséquer les mécanismes mis en jeu dans l'altération de notre conscience. »

***Guillaume Jacquemont est journaliste à* Cerveau & Psycho.**


serprix.com



SEBASTIAN DIEGUEZ
Docteur en neurosciences, auteur, enseignant et chercheur à l'université de Fribourg, en Suisse.

Les Animaux dénaturés

Existe-t-il une « nature humaine » ?

Ce roman de l'écrivain français Vercors pose le débat à travers une intrigue étonnante… Mais surtout, dès 1952, il soulève des questions qui vont traverser les recherches modernes en philosophie et en neurosciences.

Qui sommes-nous ? Vaste question, dont on peine d'emblée à cerner les contours exacts… Les êtres humains sont certes des amas d'atomes, des créatures organiques, des êtres pensants, membres de l'espèce *Homo sapiens*. Mais aussi les citoyens d'un pays donné, des personnes douées de raison, des êtres sociaux et créatifs. À moins que nous ne soyons des enfants de Dieu, ou alors une drôle d'illusion issue de connexions neuronales hasardeuses, ou encore le fruit d'une mutation génétique fatidique…

Ainsi posées, ces réponses ont de quoi laisser sur sa faim. Ce que l'on souhaite, au fond, c'est savoir ce qui nous distingue réellement des autres êtres vivants – les « animaux » –, et ce que cela implique pour vous et moi, pour notre place dans l'univers et le sens de notre existence. On veut connaître la nature humaine, autrement dit « le propre de l'homme ». Dans l'après-guerre, un auteur a exploré cette problématique par le truchement d'une saisissante intrigue. Il s'agit de l'écrivain français Jean Bruller, encore appelé Vercors, né en 1902 et décédé en 1991. Ses *Animaux dénaturés*, publiés en 1952, sont encore beaucoup lus et discutés aujourd'hui, sans doute parce que cet ouvrage met le doigt sur des difficultés qui n'ont jamais cessé de nous tenailler.

EN BREF

- **L'ouvrage met en scène d'interminables débats autour d'êtres nouvellement découverts et surnommés « tropis » : appartiennent-ils à l'espèce humaine ?**
- **De fait, les frontières entre les capacités humaines et animales sont loin d'être aussi nettes qu'on l'a longtemps cru.**
- **Pire : plusieurs biais cognitifs nous poussent à transformer l'idée d'une « nature humaine » en prescriptions morales sur la façon dont on doit être pour recevoir un traitement équitable.**

UN « CHAÎNON MANQUANT » BIEN VIVANT

Le récit fait état d'une découverte stupéfiante. En cherchant les restes d'un prétendu « chaînon manquant » entre l'homme et le singe en Nouvelle-Guinée, des scientifiques tombent non pas sur des fossiles, mais sur une population bien vivante de ces êtres, à la fois simiesques et humains. Ils leur donnent le nom officiel de *Paranthropus greamiensis*, mais les appellent plus familièrement les « tropis ». Bientôt se pose la question du statut à leur accorder : ayant eu vent de cette découverte, un entrepreneur y voit en effet de la main-d'œuvre efficace et gratuite

pour son industrie de textile ! Mais cela fleure l'esclavagisme… Alors, pour trancher la question de l'humanité ou de l'animalité des tropis, Douglas Templemore, journaliste embarqué dans l'expédition, emploie une méthode radicale. Si les humains et les tropis font partie de la même espèce, ils devraient pouvoir se féconder. Il va donc inséminer artificiellement, et avec succès, une femelle tropi, inscrire à l'état civil leur rejeton, avant de le mettre à mort et de se livrer volontairement aux autorités. Ainsi, les délibérés d'un tel procès devront forcer la société à prendre position : si cet acte est reconnu comme un homicide, c'est que les tropis sont humains. Hélas, le procès se transforme en véritable chemin de croix, où les experts s'affrontent en d'interminables débats et où les jurés font une découverte qui achève de les désarmer : il n'existe aucune définition légale, scientifique ou philosophique consensuelle de la nature humaine *(voir l'extrait)*.

L'IDÉE DE « NATURE HUMAINE » SERAIT-ELLE UNE ILLUSION ?

Antérieur aux premières discussions sur le rôle et la structure de l'ADN, le roman ne fait aucune place à la génétique. Pour autant, les débats sur la « nature humaine » n'en sont pas devenus plus clairs aujourd'hui. Au contraire, le concept tombe de plus en plus en désuétude à mesure que les connaissances progressent. Dans un article célèbre de 1986, le biologiste David Hull propose même de renoncer complètement à l'idée d'une nature humaine. Celle-ci serait issue d'une illusion cognitive, qu'il appelle notre « compulsion essentialiste », c'est-à-dire notre tendance à envisager une force interne qui explique pourquoi les choses sont ce qu'elles sont. Or, explique Hull, ce qui caractérise l'espèce humaine, et d'ailleurs toutes les espèces, c'est avant tout leur variabilité. Une espèce n'est pas une « essence », mais un état particulier, et transitoire, d'une lignée évolutive, certes reconnaissable selon ses propriétés, mais avant tout instable et plurielle. Toute prétention à l'universalité se heurte alors à des différences majeures entre groupes culturels et toute faculté humaine trouve des résonances proches chez d'autres espèces.

De fait, nous varions énormément quant à des traits longtemps jugés pertinents pour définir la nature humaine. Qui dira à partir de quel degré, et sous quelle forme exactement, l'humour, le langage, le raisonnement, la religiosité ou les talents artistiques sont acceptables pour intégrer la famille humaine, d'autant que certaines personnes sont totalement dépourvues de l'un ou l'autre pour des raisons génétiques, neurologiques, développementales ou sociologiques ? Quant

Des crocodiles utilisateurs d'outils, des rats qui rient quand on les chatouille, des bourdons qui jouent à la balle… Les comportements « typiquement humains » ne le sont pas tant que cela…

EXTRAIT

L'IMPOSSIBLE DÉFINITION

Le vieux juré, qui était long et sec, avec des cheveux blancs tout bouclés autour d'un petit crâne rouge et luisant, remua son grand menton avant de dire :
— Nous avons pensé alors que si au moins nous avions… si la cour voulait simplement nous rappeler… la… quoi, la définition de l'homme, la définition ordinaire, enfin, celle dont on se sert en général, quoi, la définition légale, juridique… est-ce que… […]
— […] Cette définition légale, il faudrait d'abord qu'elle existe. La chose est étrange peut-être, mais le fait est qu'elle n'existe pas.
Le vieil homme resta quelques moments stupide avant de dire :
— Elle n'existe pas ?
— Non.
— Mais enfin, ce n'est pas possible […]. Faut-il comprendre que tout […] est défini et codifié, même les toutes petites choses, sauf… quoi… justement nous-mêmes ? […] Mais enfin… depuis si longtemps que les hommes existent, on n'a jamais ?… On a pensé à tout… à tout définir et codifier, sauf justement ?… Quoi, n'est-ce pas alors un peu comme si on n'avait pensé à rien ? Comme si on avait mis tout un tas de charrues devant les bœufs ? […] Parce qu'enfin […], si on ne sait pas… exactement… je veux dire, si on ne s'est pas au moins mis d'accord… sur… enfin sur nous, quoi, sur ce que… comment diable peut-on s'entendre ?

Les Animaux dénaturés, Vercors, 1952, Le Livre de Poche, pp. 239-240.

aux animaux, les recherches n'ont cessé de leur découvrir des comportements autrefois jugés strictement humains. L'utilisation d'outils ? Nombre d'entre eux en sont capables, depuis les loutres de mer qui cassent les coquilles des moules avec de grosses pierres jusqu'aux crocodiles qui laissent des brindilles et des feuilles sur leur nez pour attirer les oiseaux en quête de matériaux de construction pour leurs nids. La culture ? Les chimpanzés ont des pratiques qu'ils se transmettent localement, comme la tendance à se taper dans la main pour se saluer *(high five)*. Le rire ? Les rats émettent des gloussements qui y ressemblent fort quand on les chatouille. Le jeu ? Les bourdons, comme on l'a montré récemment, font rouler des petites balles dans le seul but, apparemment, de s'amuser. Le deuil ? Les orques, et d'autres espèces, ont des comportements qui l'évoquent fortement, en transportant leurs enfants morts pendant des jours et sur des kilomètres.

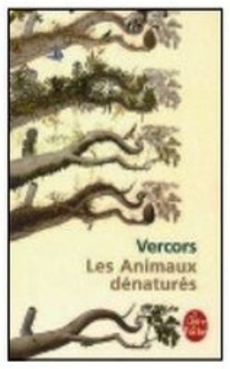
BIAIS ESSENTIALISTE ET NATURALISTE

Ce type de constat a abouti assez largement à l'abandon des conceptions essentialistes de la nature humaine. Quant à ceux qui défendent encore l'utilité de ce concept, ils arguent désormais que s'il y a bien quelque chose de propre à l'humain, il s'agit plutôt d'un faisceau complexe et diffus de propriétés. Mais au fond, est-ce vraiment un problème d'avoir tant de mal à définir la nature humaine ? Pas forcément, et peut-être même au contraire, car cela nous protégerait d'un autre biais cognitif identifié par les psychologues : le biais naturaliste. Celui-ci nous porte à identifier ce qui est bien et ce qui est naturel et donc à projeter aussi sur la « nature » ce que nous aimons et préférons.

En d'autres termes, ce qui est « naturel », c'est ce qu'il faut faire, ce qui est normal, ce qui est juste et va de soi. L'homosexualité a par exemple longtemps été réprouvée sous prétexte qu'elle était « contre-nature » (ce qui est d'autant plus ironique qu'on sait aujourd'hui que des centaines d'espèces animales ont des comportements homosexuels). La philosophe des sciences Lorraine Daston définit le sophisme naturaliste comme une « opération de contrebande au cours de laquelle les valeurs culturelles sont transférées à la nature, tandis que l'autorité de la nature est mise en avant pour renforcer ces mêmes valeurs culturelles » – en l'occurrence la dominance de l'hétérosexualité. Et quand il s'agit de la nature humaine et que les biais essentialistes et naturalistes se combinent, nous projetons sur l'ensemble de l'humanité ce que nous ou notre groupe social jugeons souhaitable, normal ou bon. Rien d'étonnant, dès lors, à ce que dans la société conservatrice des années 1950, les personnages du roman de Vercors aboutissent finalement à cette définition : « L'homme se distingue de l'animal par son esprit religieux. »

Ils ne discutent d'ailleurs du sort à réserver aux tropis que sur ce seul critère : sont-ils ou non humains. Or la question des droits à accorder aux autres êtres vivants devrait intégrer bien d'autres considérations. Pour la philosophie antispéciste, apparue vers le milieu des années 1970, ce qui compte d'un point de vue éthique n'est pas l'espèce à laquelle on appartient mais la richesse de la vie affective et mentale. Plus généralement, de plus en plus d'experts estiment que la capacité à ressentir une souffrance consciente devrait être un critère essentiel. Or même les bernard-l'hermite seraient à même de l'éprouver, d'après de récents travaux. Ce n'est en tout cas qu'avec ce type de questionnement, et non en nous contentant de nous demander juste à quel point les animaux nous ressemblent, que nous parviendrons à tisser une relation réellement apaisée avec le monde vivant.

Pourquoi j'ai aimé ce livre



Jean Bruller (1902-1991) adopte le pseudonyme de Vercors lors de son implication active dans la Résistance. Il cofonde alors clandestinement, sous l'Occupation allemande, les Éditions de Minuit. De cette période, il gardera une obsession pour la définition de l'humanité, dont il a vu comment les nazis ont pu la détourner avec leurs théories raciales pseudoscientifiques. Dans *Les Animaux dénaturés*, il tourne en dérision les prétentions des hommes à se définir, se classer, se diviser et se gargariser de leur prétendue grandeur. Mais derrière la farce, il reste nombre de questions troublantes qui ne sont pas près d'être tranchées.

Sebastian Dieguez

Bibliographie

L. Daston, *Contre-nature*, Markus Haller, 2024.

A. Werth et D. Allchin, How we think about human nature, *Foundations of Science*, 2021.

D. Hull, On human nature, *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1986.

M. Kronfeldner *et al.*, Recent work on human nature : Beyond traditional essences, *Philosophy Compass*, 2014.

À retrouver dans ce numéro

p. 68 DÉNIALISTE !

Le climatodénialisme est une nouvelle forme de climatoscepticisme qui s'étend sur les réseaux sociaux. Ses promoteurs se reconnaissent au fait qu'ils s'expriment avec assurance sur une grande variété de sujets, à la différence des véritables experts.

p. 16 VIBRER DE PLAISIR

Des neurones logés dans les organes sexuels et appelés « corpuscules de Krause » détecteraient de fines vibrations produites lors d'un rapport et transmettraient des ondes de plaisir au cerveau.

p. 84 TROP PÉNIBLE

Le biais de négativité est une tendance de certaines personnes à prendre davantage en compte, au moment de prendre une décision, les côtés déplaisants d'une situation que ses bénéfices potentiels. Ce biais semble expliquer pourquoi nous procrastinons : au moment de remplir notre déclaration d'impôts, nous surestimons le côté pénible de la chose et sous-estimons l'avantage d'en finir rapidement.

p. 38 PIÈGE NUMÉRIQUE

« Notre attirance pour les écrans fait apparaître une faille de sécurité dans notre système attentionnel et motivationnel. »

Jean-Philippe Lachaux, Centre de recherche en neurosciences de Lyon

p. 52 7 %

des personnes qui consomment du café régulièrement présentent un trouble de l'usage de la caféine, autrement dit une addiction.

p. 60 VICE-VERSA

Au début de l'adolescence, il y a une prévalence du système limbique sur le système préfrontal. Les émotions prennent les commandes, l'anxiété devient parfois tyrannique. Il faudra dix à quinze ans au cortex préfrontal pour reprendre le contrôle et parvenir à gérer cette « cocotte-minute » émotive.

p. 20 AUTO-BRASSERIE

Parfois, l'intestin peut produire son propre alcool, on parle alors d'« autobrasserie ». Ce phénomène rare résulte de la fermentation des sucres alimentaires par certains champignons présents dans la flore intestinale. Les résultats sont étonnants : on est ivre sans avoir bu une goutte d'alcool.

p. 34 BACON OU CONFITURE ?

Quand nous prenons de la confiture au petit déjeuner, notre microbiote favorise certaines émotions sociales comme le rejet des injustices – plus qu'avec du bacon…

10H-11H

ALI REBEIHI



GRAND BIEN VOUS FASSE !

france inter

photo : © Christophe Abramowitz / RF

AcademiaNet

La base de données qui rassemble toutes les femmes scientifiques de renommée internationale



AcademiaNet offre un service unique aux instituts de recherche, aux journalistes et aux organisateurs de conférences qui recherchent des femmes d'exception dont l'expérience et les capacités de management complètent les compétences et la culture scientifique.

AcademiaNet, base de données regroupant toutes les femmes scientifiques d'exception, offre:

- Le profil de plus des 2.300 femmes scientifiques les plus qualifiées dans chaque discipline – et distinguées par des organisations de scientifiques ou des associations d'industriels renommées
- Des moteurs de recherche adaptés à des requêtes par discipline ou par domaine d'expertise
- Des reportages réguliers sur le thème »Women in Science«

Partenaires

Robert Bosch Stiftung

Spektrum der Wissenschaft

nature

Pour la Science

www.academia-net.org