Cerveau & Psycho

N° 91 Septembre 2017

M 07656 - 91 - F: 6,50 € - RD

Cerveau & Psycho

LES SECRETS SONT-ILS TOUJOURS BONS À DIRE ?

LES APPLIS QUI SOIGNENT

Et autres psys en ligne

NEUROSCIENCES
DES SOUVENIRS OBSERVÉS AU MICROSCOPE

ÉDUCATION
CE QUE LES ENFANTS APPRENNENT EN NOUS OBSERVANT

SANTÉ
QUAND LE SEXE PROTÈGE DES MALADIES

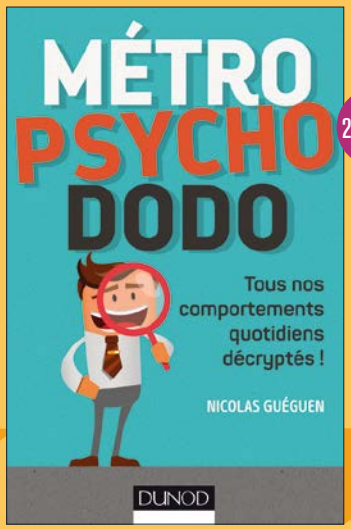
ESPRIT CRITIQUE
COMMENT L'ENSEIGNER AUX ÉLÈVES

D : 10 €, BEL : 8,5 €, CAN : 11,99 CAD, DOM/S : 8,5 €, LUX : 8,5 €, MAR : 90 MAD, TOM : 1170 XPF, PORT. CONT. : 8,5 €, TUN : 7,8 TND, CH : 15 CHF, ESP: 7,70 €

LA PSYCHOLOGIE... DU QUOTIDIEN

16,50 €

9782100711246

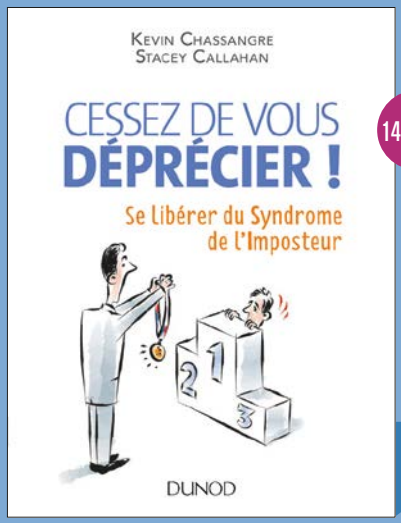


22,90 €

9782100755127

16,90 €

9782729616625



14,90 €

9782100751907

NON, VOUS N'ÊTES PAS NUL(-LE) !

Retrouvez-nous sur facebook.com/editionsdunod

Toute la collection est sur dunod.com

DUNOD
ÉDITEUR DE SAVOIRS

Cerveau & Psycho
N° 91

NOS CONTRIBUTEURS

p. 52-56

Fanny Levy

Psychiatre, cheffe de clinique à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, Fanny Levy nous parle des promesses de la réalité virtuelle dans le traitement de multiples pathologies, comme les phobies, le stress post-traumatique, les addictions ou les TOC.

p. 58-62

Jean-Christophe Seznec et Fanny Jacq

Psychiatres, cofondateurs de la première plateforme française de psychiatrie en ligne, Jean-Christophe Seznec et Fanny Jacq nous décrivent les atouts et les faiblesses des consultations par visioconférence.

p. 64-66

Bruno Humbeeck

Spécialiste du comportement des primates, chercheur en psychologie familiale et scolaire à l'université de Mons, en Belgique, et membre associé du laboratoire Civiic, à l'université de Rouen.

p. 72-77

Nicolas Gauvrit

Enseignant-chercheur en psychologie cognitive au laboratoire CHArt de l'EPHE, à Paris, et fondateur du site espritcritique.info. Ses travaux de recherche portent sur le raisonnement humain et l'éducation à l'esprit critique.

ÉDITORIAL

SÉBASTIEN BOHLER
Rédacteur en chef

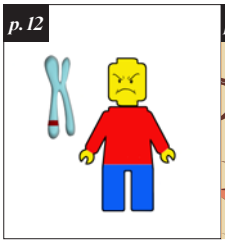
L'étoffe des souvenirs

En l'an 1600, prétendre que l'esprit était produit par des cellules logées dans notre cerveau aurait suffi à être brûlé vif dans les plus brefs délais. Giordano Bruno n'était pas allé jusque-là : ce philosophe astronome se contentait d'affirmer qu'il existait dans l'Univers d'autres mondes semblables au nôtre. Mais nous ne sommes plus en 1600 et tout est permis. Enfin, presque. Dans une réunion mondaine, essayez donc de défendre l'idée que notre pensée est créée par nos neurones. Vous ne vous ferez pas que des amis. Un conseil : pensez à prendre avec vous ce numéro de *Cerveau & Psycho*. Vous pourrez montrer, en images, comment les neurones engendrent nos souvenirs. En plaçant des microscopes miniaturisés sur le crâne de souris en train de se rappeler un endroit où elles s'étaient trouvées quelques heures auparavant, des scientifiques ont vu s'illuminer des réseaux de quelques milliers de neurones et sont parvenus à établir puis à abolir des associations entre ce souvenir et celui d'un autre lieu, en connectant entre eux les neurones associés à ces deux représentations mentales. Ils ont tissé et défait, telle une Pénélope sa tapisserie, l'étoffe des souvenirs.

Je trouve que cette vision, loin de briser le charme de la mémoire, a quelque chose de poétique en révélant ses contours microscopiques et infiniment ramifiés. Cette anatomie fait parallèle à une *Recherche du temps perdu*. Elle est même peut-être plus complexe, car dès l'instant où l'on réalisera les mêmes observations chez l'être humain, c'est au sein d'une forêt inextricable de milliards de neurones qu'il faudra trouver son chemin. Pour l'instant, savoir que le souvenir de nos plus belles heures nous est offert par le ballet de ces neurones au fond de notre cerveau constitue en soi un sujet d'émerveillement. Et, heureusement, ne devrait plus conduire à brûler personne. ●

SOMMAIRE

N° 91 SEPTEMBRE 2017



p. 6-42

DÉCOUVERTES

p. 6 ACTUALITÉS
- Mourir, est-ce si grave ?
- Les mille bienfaits du coloriage
- La méditation et le yoga régulent les gènes
- Les enfants malades du divorce
- Et si les jeux vidéo favorisaient la réussite des enfants ?

p. 12 FOCUS
La vie in utero rend parfois violent
Quand alcool et tabac influent sur les gènes du fœtus et favoriseraient l'agressivité.
Isabelle Mansuy, Bénédicte Salthun-Lassalle

p. 14 ÉDUCATION
Tout ce que les enfants apprennent en nous regardant
Dans son dernier livre, la psychologue du développement Alison Gopnik raconte ses expériences sur les capacités d'apprentissage de nos petits. Extraits.

p. 20 CAS CLINIQUE

LAURENT COHEN

La femme qui n'articulait plus
Une maladie neurodégénérative prive progressivement cette patiente du langage.

p. 26 NEUROBIOLOGIE
L'anatomie du souvenir
Pour la première fois a été observé un souvenir en formation dans un cerveau.
Alcino Silva

p. 36 INFOGRAPHIE
Faire du vélo, c'est bon pour le cerveau !
Anna Hopffgarten et Martin Müller

p. 38 GRANDES EXPÉRIENCES DE PSYCHOLOGIE

DANIELA OVADIA

V. Ramachandran, chasseur de membres fantômes
Ce neurobiologiste inventa une méthode astucieuse pour traiter les douleurs fantômes.

En couverture : © Shutterstock.com/Jane Kell

p. 43-62

Dossier

p. 43

LES APPLIS QUI SOIGNENT

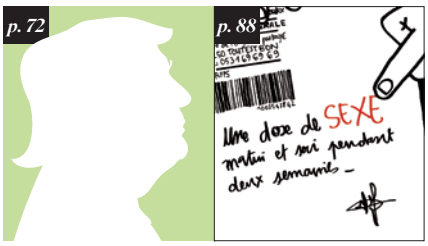
p. 44 SMARTPHONES THÉRAPEUTIQUES
QUOI DE NEUF, DOCTEUR SMARTPHONE ?
Des milliers d'applications proposent de traiter un large éventail de troubles allant de la dépression à l'anxiété en passant par la schizophrénie. Mais comment savoir lesquelles sont sérieuses ?
Diana Kwon

p. 52 INTERVIEW
LA RÉALITÉ VIRTUELLE SOIGNERA PLUS DE MALADIES PSYCHIQUES
Les dispositifs de réalité virtuelle traitent, de plus en plus, les phobies, mais aussi les traumatismes, les TOC ou la douleur...
Fanny Levy

p. 58 PSYS VIRTUELS
MON PSY SUR INTERNET
Les consultations psy en ligne gagnent du terrain. Quelle est leur efficacité par rapport à un tête-à-tête réel ?
Jean-Christophe Seznec et Fanny Jacq

p. 64-71

ÉCLAIRAGES



p. 72-91

VIE QUOTIDIENNE

p. 92-97

LIVRES

p. 64 RETOUR SUR L'ACTUALITÉ

Trump vs Macron

Leur poignée de main a fait le tour du monde. Mais que signifie-t-elle en termes de comportement ?

Bruno Humbeeck

p. 68 PSYCHO CITOYENNE

CORALIE CHEVALLIER

« Make our planet great again » Oui, mais comment ?

Sauver l'environnement ne sera possible qu'en activant des ressorts puissants de la psychologie collective.

p. 70 À MÉDITER

CHRISTOPHE ANDRÉ

À quoi sert un secret ?

Avoir quelques secrets intimes n'est pas forcément néfaste – dans certains cas, cela aide à se construire.

p. 72 PSYCHOLOGIE

Comment développer son esprit critique

Il faut absolument former les élèves à ne plus croire n'importe quoi sur Internet.

Nicolas Gauvrit et Elena Pasquinelli

p. 78 L'ÉCOLE DES CERVEAUX

OLIVIER HOUDÉ

Jeux cérébraux : vont-ils remplacer les devoirs ?

Des jeux simples et traditionnels musclent les capacités qui font réussir à l'école.

p. 80 VISION

Demain, tous myopes ?

Le nombre de cas ne cesse d'augmenter.

Diana Kwon

p. 88 LES CLÉS DU COMPORTEMENT

NICOLAS GUÉGUEN

Le sexe, remède à tous les maux

Cancer, insomnie, infections : s'il suffisait de faire l'amour pour s'en protéger ?

p. 92 SÉLECTION DE LIVRES

- Un parasite à la conquête du cerveau : le toxoplasme
- L'Inceste
- La Connexion cerveau-intestin
- Charlie au labo
- Dormir sans larmes
- Les Clés de la résilience

p. 94 LITTÉRATURE ET NEUROSCIENCES

SEBASTIAN DIEGUEZ

Corps désirable : l'impensable greffe de tête

Quand un chirurgien projette de greffer une tête sur un corps, il ne se préoccupe guère des conséquences éthiques. Un romancier le fait à sa place. Éclairant.

p. 12 *La vie* in utero *rend parfois violent* p. 14 *Tout ce que les enfants apprennent en nous regardant* p. 20 *La femme qui n'articulait plus*

Actualités

Par la rédaction

PSYCHOLOGIE

La mort est-elle forcément si terrible ?

Étonnant constat des scientifiques : quand notre propre mort devient une perspective palpable et non plus imaginaire, elle fait beaucoup moins peur.

● **A. Goranson *et al.*,** Dying is unexpectedly positive, *Psychological Science*, https://doi.org/10.1177/0956797617701186r.

© Depiano / shutterstock.com

La plupart des gens, quand on leur demande de s'imaginer frappés par une maladie terrible ou victimes d'un grave accident qui va leur ôter la vie, réagissent par une angoisse très forte. Leur discours exprime une peur intense et une détresse à la fois existentielle (la fin de soi) et relationnelle (perdre ses proches, son passé…). La psychologie nous a appris que nous réagissons alors, soit en resserrant nos liens avec notre communauté d'origine (nous nous identifions à un groupe qui survivra après notre décès, qu'il s'agisse de notre famille, de notre culture locale ou de notre pays), soit en nous tournant vers des pratiques religieuses censées nous offrir une survie de l'âme. Récemment, des psychologues de quatre universités américaines ont mené une entreprise de démystification de la mort. Selon eux, lorsqu'on imagine un décès pouvant survenir dans plusieurs années ou plusieurs mois, celui-ci paraît effrayant et l'on est

p. 26 *L'anatomie du souvenir* p. 36 *Le vélo, c'est bon pour le cerveau* p. 38 *Grandes expériences de psychologie*

RETROUVEZ LA PAGE FACEBOOK DE *CERVEAU & PSYCHO*

prêt à tout pour faire chuter l'angoisse, y compris se convertir à des croyances pouvant faire office de rempart à cette angoisse. Mais lorsque la mort est imminente, elle fait d'un seul coup moins peur. En somme, on en ferait une montagne alors que vue en face, elle ne serait plus si terrible.

UNE MONTAGNE DE LOIN, UN CAILLOU DE PRÈS

Pour arriver à cette conclusion, les chercheurs ont mesuré les émotions de personnes promises à une mort certaine (condamnés du couloir de la mort, malades atteints de cancers intraitables) et les ont comparées aux émotions de personnes en bonne santé devant s'imaginer atteintes d'une maladie incurable. Pour se doter d'une mesure impartiale et fiable, les chercheurs se sont basés sur des écrits comme le journal intime de condamnés à mort, ou des blogs de patients cancéreux, et les ont soumis à une analyse automatique par un logiciel qui classifie les mots en émotions positives ou négatives. Des lecteurs anonymes ont fait de même pour confirmer la cohérence de la procédure informatique.

Les résultats ont montré que les personnes qui savent qu'elles vont mourir utilisent 17 % de mots positifs de plus et 30 % de termes négatifs de moins que des personnes qui s'imaginent leur propre mort. Mieux : à mesure qu'elles s'approchent du dénouement, le pourcentage de mots se rapportant à des émotions positives augmente dans leurs discours.

DERNIÈRES PAROLES DE CONDAMNÉS

Que se passe-t-il lorsque l'être humain se trouve à quelques minutes ou quelques secondes de sa propre fin ? Kurt Gray et ses collègues ont abordé cette question en rassemblant les dernières paroles de 396 condamnés dans le couloir de la mort et en les passant au crible du logiciel d'évaluation émotionnelle. Ils ont également demandé à des internautes d'imaginer quelles paroles ils prononceraient avant leur mort s'ils étaient condamnés pour des crimes similaires. Et ils ont constaté que les dernières déclarations des condamnés à mort contenaient 30 % de termes positifs de plus que ceux des internautes, et 70 % de termes négatifs en moins.

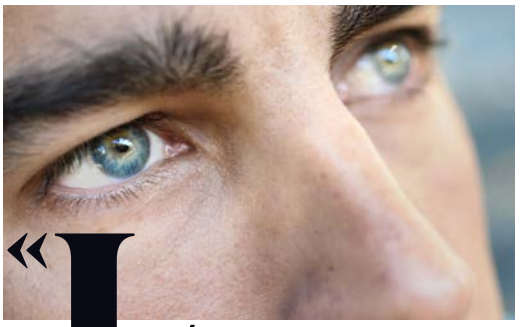
Si notre peur de la mort diminue à mesure que l'on s'en rapproche, c'est donc une bonne nouvelle. Le problème, c'est que l'on vit la plus grande partie de sa vie à distance de cet événement intimidant. Et que, par conséquent, il est difficile de se rassurer à cette pensée. C'est peut-être ce qui faisait dire à Woody Allen que tant que l'homme sera mortel, il ne sera jamais vraiment décontracté. Paradoxalement, c'est parfois au moment de mourir qu'il l'est le plus. ●

Sébastien Bohler

LANGAGE

Quand nos yeux révèlent nos pensées

● **S. Mathôt *et al.*, *Psychological Science*, en ligne le 14 juin 2017.**



« **Le soleil est resplendissant et la luminosité à son maximum. » Rien qu'en entendant cette phrase, même si vous êtes dans une pièce sombre, vous réagissez et votre pupille se contracte,** comme si vous étiez sur la plage un après-midi de plein soleil. Ces résultats récents de Sebastiaan Mathôt, de l'université de Groningen, et de ses collègues, de l'université d'Aix-Marseille, révèlent que le sens des mots suffit à déclencher une réaction cérébrale, *via* les images mentales que nous leur associons.

Les chercheurs ont recruté 60 participants en bonne santé et leur ont fait lire, puis entendre, 30 mots associés à la luminosité, 30 liés à l'obscurité, 30 neutres et 20 noms d'animaux. En parallèle, ils mesuraient la taille de leur pupille. Les résultats ont montré que celle-ci se dilate à la lecture ou à l'écoute des mots associés à l'obscurité et qu'elle se contracte avec les termes liés à la luminosité, en comparaison avec la lecture et l'écoute des mots neutres ou associés à des animaux. Et ce, indépendamment de toutes émotions et du type de stimulus, visuel ou auditif. C'est donc le sens des mots et les images mentales qu'on leur associe qui provoquent une réaction de l'organisme.

Reste à savoir si les pensées associées aux mots sont nécessaires à leur compréhension ou si elles permettent à l'organisme de se préparer à réagir. En attendant, nos yeux révèlent déjà si l'on s'imagine au soleil ou dans une salle de cinéma. ●

Bénédicte Salthun-Lassalle

© javi_indy / shutterstock.com

PSYCHOLOGIE

Les mille bienfaits du coloriage

● G. Kaimal *et al.*, *The Arts in Psychotherapy*, vol. 55, pp. 85–92, 2017.
G. Kaimal *et al.*, *Art Therapy*, vol. 33, pp. 74–80, 2016.

Vous vous sentez stressé ? Dépassé par les événements ? En panne d'idées ? Un petit coloriage, un dessin ou même un simple gribouillage pourrait vous aider, selon une équipe de psychologues américains, qui a analysé l'impact de ces activités sur le cerveau.

Les chercheurs ont demandé à 26 personnes de s'adonner à ces diverses pratiques artistiques pendant quelques minutes et ont mesuré l'activité d'une zone particulière de leur encéphale : le cortex préfrontal médian, impliqué dans le circuit de la récompense, à l'origine du sentiment de plaisir. Ils ont constaté que l'activité de cette région augmentait quand les participants coloriaient, dessinaient ou laissaient juste le crayon courir au fil de leurs envies. « Cela suggère qu'il y a un plaisir inhérent à l'activité artistique, indépendamment du résultat final », déclare Girija Kaimal, l'un des auteurs de l'étude.

Un questionnaire a confirmé que les participants avaient trouvé ces pratiques agréables et relaxantes. Cette découverte cadre bien avec d'autres observations, ayant montré que les activités artistiques entraînent une réduction de la concentration sanguine de cortisol, l'hormone du stress, et améliorent l'humeur. Ou encore qu'elles augmentent la présence d'ondes cérébrales dites alpha, caractéristiques d'un état de relaxation.

Les participants ont aussi évalué leur propre créativité, en estimant leur degré d'accord avec cinq affirmations, telles que : « J'ai de bonnes idées », et : « Je sais résoudre les problèmes ». Le point intéressant est que cette évaluation était réalisée avant et après les activités artistiques, qui ont entraîné une nette amélioration de la note. Quelques minutes de dessin, de coloriage ou de gribouillage suffisent donc à nous faire sentir plus créatifs.

Ces résultats restent à confirmer, notamment en vérifiant que d'autres facteurs que le plaisir n'interviennent pas dans l'augmentation d'activité du cortex préfrontal médian, zone très polyvalente. Ils n'étonneront en tout cas pas les adeptes de coloriage, de plus en plus nombreux hors des cours d'école ! ●

Guillaume Jacquemont

La bonne façon de visiter un musée

Vous voilà dans la grande galerie du Louvre, armé de votre appareil photo, prêt à mitrailler les œuvres en pensant au futur album que vous composerez à l'aide de ces clichés. Réfléchissez bien avant de presser sur la détente, car vous ne retiendrez pas les mêmes choses de la visite, selon que vous gardez l'œil sur l'appareil ou non. Des psychologues de l'université de New York ont constaté que dans le premier cas, nous mémorisons mieux que dans le second l'aspect des objets que nous avons observés, mais ne retenons pas grand-chose des explications du guide sur l'histoire de ces objets et de leur création, le contexte de leur époque et leur signification. Notre attention est allouée principalement à la vision, mais très peu à l'audition et à la réflexion verbale. Nous avons une mémoire photographique, littéralement. ● *S. B.*

2 HEURES

de sommeil par jour en moyenne pour l'éléphant, qui serait le plus petit dormeur de tous les mammifères.

Source : N. Gravett *et al.*, *PLOS One*, en ligne le 1 mars 2017

© Africa Studio / shutterstock.com

Fœtus physionomistes

À peine né, un bébé se tourne spontanément vers un dessin figurant un visage plutôt que vers un autre objet. C'est le signe que la capacité à reconnaître les visages était probablement en place alors qu'il était encore dans le ventre de sa mère. Pour en avoir le cœur net, Vincent Reid, de l'université de Lancaster, et ses collègues ont enquêté jusqu'au cœur de l'utérus. À travers les tissus maternels, légèrement translucides, ils ont projeté un ensemble de points qui tantôt dessinaient un visage, tantôt non. L'observation du fœtus, âgé de huit mois, par des techniques ultrasonores a révélé qu'il tournait davantage la tête vers les points dans le premier cas. ● *G. J.*

Les gènes de l'insomnie

Bien sûr, si vous passez des heures devant un écran lumineux avant de vous coucher, vous peinerez à vous endormir. Mais les recherches montrent que l'insomnie n'est pas qu'une affaire de mauvaises pratiques : elle est aussi dans les gènes.

L'équipe de Danielle Posthuma, à l'université néerlandaise de Vrije, l'a montré en analysant le génome de 113 000 personnes, interrogées sur leurs difficultés à s'endormir. Les chercheurs ont trouvé sept gènes particulièrement fréquents chez les insomniaques et de fortes similarités avec les profils associés à un tempérament anxieux par de précédentes études. Qu'elles soient causes l'une de l'autre ou provoquées par un mécanisme génétique commun, insomnie et anxiété semblent donc intimement liées. ● *G. J.*

© De Visu /shutterstock.com

MÉDECINE

La méditation et le yoga régulent les gènes

● **Ivana Buric *et al.*, *Frontiers in Immunology*, en ligne le 16 juin 2017.**

Yoga, méditation, tai chi, techniques de relaxation par la respiration… Les bienfaits de la médecine corps-esprit sont aujourd'hui solidement établis, de nombreuses études ayant par exemple prouvé que la méditation réduit l'anxiété ou la dépression. Mais comment ces pratiques agissent-elles sur le cerveau ?

Ivana Buric, de l'université Coventry, et ses collègues ont passé en revue 18 études portant sur le sujet et réunissant au total près de 1 000 participants. Leurs résultats suggèrent que les bienfaits de la médecine corps-esprit proviennent d'un effet anti-inflammatoire, obtenu en régulant l'expression de certains gènes.

Lors d'un événement stressant, comme une menace ou un défi, l'organisme déclenche une réaction particulière, qui inclut souvent une inflammation. À l'origine, cela présentait l'avantage de protéger nos ancêtres chasseurs-cueilleurs contre les infections bactériennes lorsqu'ils étaient blessés en affrontant un animal. Mais aujourd'hui, où le stress est davantage causé par des facteurs psychosociaux, l'inflammation n'est pas toujours utile. Pire : quand elle devient chronique, elle augmente le risque de nombreuses pathologies, notamment psychiatriques. En effet, les cytokines, des protéines produites lors de l'inflammation, activent des zones cérébrales accentuant le sentiment de menace. Avec pour conséquence potentielle un état d'anxiété et d'hypervigilance, qui risque de dégénérer en dépression.

Or les chercheurs ont montré que le yoga, la méditation ou le tai chi ralentissent la chaîne de fabrication des cytokines, en diminuant la production d'une molécule intermédiaire qui commande leur synthèse (le facteur kappa nucléaire B). Ces pratiques réduiraient ainsi l'inflammation provoquée par un stress chronique, en agissant au niveau cellulaire. ● *G. J.*

PSYCHOLOGIE

Les enfants malades du divorce

● M. Murphy *et al.*, *PNAS*, vol. 114, pp. 6515-6520, 2017.

Dès qu'un couple divorce, l'inévitable question surgit : et les enfants ? Vont-ils souffrir ? Comment vivent-ils ce coup d'arrêt ? Tout dépend de l'attitude de leurs parents, révèle une étude de l'université de Princeton. Quand père et mère restent respectueux l'un de l'autre et se consultent régulièrement pour les décisions importantes de la vie de leur progéniture, les choses peuvent bien se passer. Mais s'ils manifestent une attitude hostile et coupent définitivement les ponts, les effets sont si délétères qu'ils affectent le système immunitaire des enfants.

Pour le montrer, Michael Murphy et ses collègues ont fait remplir à 201 volontaires âgés de 18 à 55 ans des questionnaires sur leur enfance, en leur demandant notamment si leurs parents avaient divorcé quand ils étaient petits, et comment cela s'était passé. Puis ils leur ont inoculé, par un spray nasal, un banal virus de rhume et ont mesuré pendant cinq jours la quantité de mucus qu'ils sécrétaient et la concentration de particules virales dans ces sécrétions, qui reflète le degré d'infection, ainsi que la quantité de molécules inflammatoires nommées cytokines.

En analysant les données, les chercheurs se sont aperçus que les participants dont les parents avaient divorcé lorsqu'ils étaient enfants, puis avaient cessé de s'adresser la parole, présentaient des taux d'infection bien supérieurs (de l'ordre de 100 %) aux enfants dont les parents n'avaient pas divorcé, mais aussi à ceux dont les parents s'étaient séparés tout en maintenant la communication. L'explication ? La rupture complète du dialogue est généralement la conséquence d'un fort degré d'hostilité au sein du couple déjà avant la séparation, ce qui entretient par la suite, aux yeux de l'enfant, une sensation d'adversité et de stress durable. Or, le stress chronique réduit la capacité du système immunitaire à faire face aux infections (par un mécanisme connu sous le nom de désensibilisation aux glucocorticoïdes).

Que tirer de cette étude ? Le fait le plus marquant est que les enfants issus de couples qui se parlent après s'être séparés sont aussi résistants aux infections que ceux de couples vivant ensemble. C'est donc plus l'atmosphère d'entente et de protection qui compte pour leur système immunitaire, que la vie commune. Pour éviter à leurs enfants d'avoir plus tard une santé fragile, les parents devraient donc se demander si leur communication est bonne. Dans le couple ou en dehors. ● *S. B.*

En partenariat avec Télématin, de William Leymergie, sur France 2, retrouvez ce sujet dans la chronique de Laurence Ostolaza le lundi 28 août à partir de 6 h 30.

Le robot, ami du mouton ?

Après les échecs et le jeu de go, il est un autre domaine, plus inattendu, où l'intelligence artificielle est en passe de supplanter l'homme : la compréhension des moutons. Yiting Lu et ses collègues de l'université de Cambridge ont en effet élaboré un programme capable de reconnaître la douleur chez ces animaux. Le programme se fonde sur l'« échelle d'expression faciale de la douleur chez le mouton » – un catalogue des mouvements d'oreilles, de museau et de paupières que l'animal effectue quand il souffre. Il a réussi à identifier ces signes de douleur dans 67 % des cas, égalant la performance moyenne d'un humain. Des bergers robots, capables d'identifier un mouton blessé ou malade au premier coup de webcam, peupleront-ils bientôt nos pâturages ? ● *G. J.*

À la plage chez le dentiste !

Surprenante méthode inventée par des psychologues de l'université de Plymouth, en Angleterre, pour atténuer l'angoisse et la douleur vécues lors d'une visite chez le dentiste : il s'agit tout simplement de visualiser des paysages de plages dans un casque de réalité virtuelle. Chez des patients testés avec ce dispositif, la douleur ressentie diminue de 80 % et le stress de 50 %. Et c'est bel et bien la plage qui exerce ces effets anxiolytiques, et non le fait de visualiser des images en réalité virtuelle, car des scènes de rue ou de ville ne produisent aucune analgésie. L'effet reste mystérieux, même si les neuroscientifiques soupçonnent notre cerveau d'avoir inconsciemment associé, au fil des années, la vue d'une plage avec un sentiment de détente… ● *S. B.*

© Shutterstock.com / Claire Norman

PSYCHOLOGIE COMPORTEMENTALE

Jeux vidéos : et s'ils favorisaient la réussite des étudiants ?

● **M. Barr,** *Computers & Education*, **en ligne le 26 mai 2017.**

Les enfants, mais surtout les ados et les jeunes adultes, passent parfois 1 heure par jour, 2 heures, voire plus, devant leurs jeux vidéos, où ils combattent des monstres, construisent des forteresses, gagnent des parties de football… Et leurs parents ont beau leur dire que ces jeux augmentent l'agressivité et diminuent l'attention – ce que les études scientifiques révèlent parfaitement –, rien n'y fait : ils continuent de « perdre leur temps », délaissant souvent leur travail scolaire. Mais selon la dernière étude de Matthew Barr, de l'université de Glasgow, les jeunes ont peut-être raison de jouer…

Le chercheur a recruté 72 étudiants de niveaux scolaires équivalents et leur a fait passer des tests cognitifs pour déterminer par exemple leurs aptitudes de communication, leur adaptabilité et la façon dont ils assument les responsabilités et trouvent les ressources nécessaires pour résoudre un problème. Puis la moitié d'entre eux a joué à des jeux vidéos commerciaux, dans le laboratoire, pendant 8 semaines. Les autres n'avaient pas accès à cette salle. Les jeux, à savoir *Borderlands 2*, *Minecraft*, *Portal 2*, *Lara Croft*, *Warcraft III*, *Team Fortress 2*, *Gone Home* et *Papers, Please*, ont été choisis pour leur attractivité et leur succès commercial, certains se pratiquant en réseau, connectés à d'autres utilisateurs. Les jeunes ont joué environ 2 heures à chaque titre, soit en moyenne 14 heures en 8 semaines. Enfin, tous les participants repassaient les tests et questionnaires du début de l'étude.

Verdict : seuls les étudiants ayant pratiqué les différents jeux vidéos ont vu leurs aptitudes en communication, leur adaptabilité et leur « débrouillardise » s'améliorer. Plus ouverts aux autres et plus flexibles, ils développeraient ainsi leur esprit critique et leur réflexion. Or ces capacités jouent justement un rôle clé dans les apprentissages et dans la préparation à la vie professionnelle. Une conclusion probablement difficile à entendre pour de nombreux adultes… Mais l'étude n'a pas comparé les effets des jeux avec ceux d'un temps équivalent à apprendre d'un instrument, à lire ou à faire ses devoirs ! Et rappelons que ce sont ici de jeunes adultes, et non des enfants, qui pratiquent moins de 2 heures par jour. Le temps total passé devant des écrans n'est jamais à négliger. Les jeux vidéos : à consommer avec modération donc. ● ***B. S.-L.***

© Mojang

80 %

des corbeaux ayant noté un comportement malhonnête chez un humain se rappellent son visage un mois plus tard et refusent d'interagir avec lui.

Source : *Animal Behavior*, vol. 128, pp. 69-78, juin 2017

L'herbe détend… à faible dose

Fumer du cannabis relaxerait… mais parfois, c'est le « bad trip », une angoisse intense. Alors que croire ? Emma Childs et ses collègues de l'université de Chicago, ont recruté 42 fumeurs occasionnels de 18 à 40 ans. Certains avalaient une capsule contenant 7,5 milligrammes de THC, un principe actif de l'herbe, correspondant à quelques bouffées d'un joint ; d'autres recevaient 12,5 milligrammes et d'autres encore un placebo. Puis ils réalisaient une tâche stressante comme une discussion en public. Ainsi, seuls les sujets ayant pris une faible quantité de THC se sont sentis détendus avant, pendant et après cette tâche. Les sujets ayant consommé la forte dose étaient stressés, comme le groupe placebo, avaient des pensées négatives et étaient de mauvaise humeur. Donc seules quelques bouffées d'un joint sont antistress. ● ***B. S.-L.***

ISABELLE MANSUY ET BÉNÉDICTE SALTHUN-LASSALLE

Professeure de neuroépigénétique à l'université et à l'École polytechnique fédérale de Zurich, en Suisse. Rédactrice en chef adjointe à Cerveau & Psycho.

ÉPIGÉNÉTIQUE

La vie in utero rend parfois violent

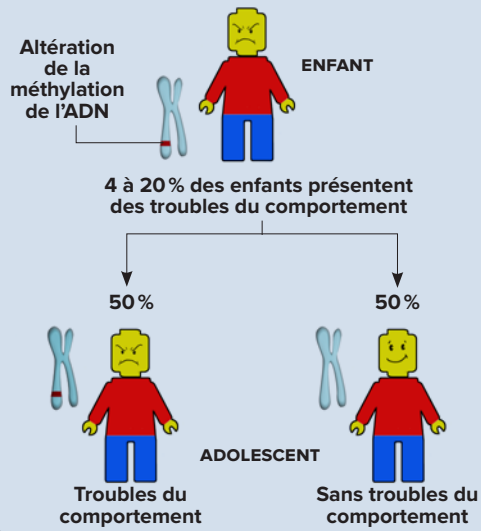
Une étude révèle que l'environnement *in utero* influe parfois sur les gènes du bébé. Qui a alors plus de risques de souffrir pendant l'enfance de troubles du comportement, comme l'agressivité.

Violence, agressivité, bagarres à répétition, vols…: des troubles du comportement concernant, selon les études, entre 4 et 20 % des enfants âgés de 4 à 13 ans. Mais seuls 50 % de ces jeunes continuent de présenter ce genre d'attitudes à l'adolescence et risquent alors de devenir des adultes «antisociaux», récidivistes, développant parfois des maladies psychiatriques. Bien entendu, des facteurs génétiques et environnementaux, comme le stress pendant la grossesse ou l'enfance, le fait que la mère boive de l'alcool enceinte ou l'éducation, interviennent dans le développement de ces comportements.

La transmission génétique représente certainement une large part (entre 50 et 80 %) de ces facteurs – certaines formes de gènes ont ainsi été associées à ces troubles. Quant à l'environnement, il agit probablement *via* des mécanismes dits épigénétiques, selon lesquels des facteurs extérieurs modifient les processus de régulation du génome et donc l'expression des gènes. C'est ce que suggèrent Charlotte Cecil, du King's College, à Londres, et ses collègues grâce à l'étude des données génétiques et épigénétiques d'une large cohorte d'enfants nés en 1991 et 1992 (la *Bristol's Avon longitudinal study of parents and children*).

DES RATS STRESSÉS JEUNES DEVIENNENT ADDICTS

Depuis une quinzaine d'années, on sait que des facteurs environnementaux, notamment ceux provoquant une réaction de stress et la sécrétion des hormones associées, modifient la méthylation de l'ADN, c'est-à-dire qu'ils ajoutent ou retirent des groupes d'atomes de carbone et



LE DEVENIR DES ENFANTS AGRESSIFS

Parmi les 4 à 20 % de jeunes agressifs, âgés de 4 à 13 ans et présentant une altération de la méthylation de l'ADN sur certains de leurs gènes, 50 % garderont ce genre d'attitude à l'adolescence et auront plus de risques de devenir des adultes antisociaux. Mais 50 % des enfants ne manifesteront plus de troubles du comportement au cours de l'adolescence, peut-être en raison de la correction des altérations épigénétiques ou de l'activation de mécanismes compensatoires et de stratégies comportementales. Chez la souris, une étude récente a montré que des troubles du comportement dus à un traumatisme pendant les premières semaines de vie peuvent être corrigés par un séjour prolongé dans un environnement enrichi – favorable – pendant l'adolescence et la vie adulte, et s'accompagnent d'un « effacement » des aberrations épigénétiques.

d'hydrogène, qu'on appelle méthyles, sur le matériel génétique. Par exemple, si l'on sépare un bébé rat de sa mère dès la naissance, le stress subi altère la méthylation de gènes cérébraux intervenant dans l'addiction ; le petit rat, devenu adolescent, n'aura ensuite pas le même comportement que ses congénères face à certaines drogues. De même avec des souriceaux séparés de leur mère : certains présentent des aberrations de la méthylation de leur ADN et développent des troubles dépressifs plus tard dans leur vie, ces symptômes étant aussi transmis aux progénitures suivantes.

Chez l'homme, on ignore en partie si ces mécanismes sont à l'œuvre, car les mesures effectuées sur l'ADN se font en général quand les enfants qui ont eu des troubles du comportement sont déjà adultes ; or la méthylation et l'expression de leurs gènes ne sont pas forcément identiques à l'âge adulte et dans l'enfance. Toutefois, certains gènes ont été associés à un risque accru de présenter des troubles du comportement, comme ceux impliqués dans la synthèse de la sérotonine, un neuromédiateur du circuit de la récompense et de l'addiction, ou dans l'inflammation.

Dans leur étude récente de *Development and Psychopathology*, Charlotte Cecil et ses collègues ont étudié l'ADN fœtal (issu du cordon ombilical) de plus de 300 enfants aujourd'hui adultes et ont analysé l'ensemble des méthylations de cet ADN. Parmi ces sujets, 28 % ont présenté des troubles du comportement entre 4 et 13 ans et sont devenus des adultes « antisociaux » ; 26 % ont « perdu » ces attitudes à l'adolescence ; et 46 % n'ont eu (presque) aucune difficulté pendant l'enfance. Ainsi, les chercheurs ont identifié 11 sites de méthylation qui distinguent les enfants ayant eu des troubles du comportement de ceux n'en ayant pas souffert. Notamment un site important situé sur le gène *MGLL*, déjà impliqué dans les mécanismes de la récompense, de l'addiction et de la perception de la douleur. Les autres se situent notamment sur des gènes associés aux comportements antisociaux, à l'inflammation et à des maladies psychiatriques.

ALCOOL ET TABAC EN CAUSE ?

En outre, Charlotte Cecil et ses collègues ont montré que les sites de méthylation identifiés étaient souvent liés à une exposition prénatale au tabac et à l'alcool. Les mères fumeuses ou buveuses avaient plus de risques d'avoir un enfant agressif. En revanche, les chercheurs n'ont révélé aucune différence de méthylation entre les jeunes qui devenaient des adultes antisociaux et ceux qui ne manifestaient plus ces troubles du comportement à l'adolescence. Ces derniers ont probablement bénéficié d'autres facteurs environnementaux favorables.

Cette étude suggère donc que l'environnement pendant la grossesse peut modifier le devenir des enfants *via* une modulation de leur profil épigénétique. Elle confirme également que l'exposition prénatale à des facteurs néfastes, comme le tabac et l'alcool, agit parfois sur les gènes des bébés, qui ont alors plus de risques de développer des troubles du comportement. Pour avoir une chance d'éviter ces difficultés, ces enfants, « à risque », devront grandir dans un cadre de vie favorable. ●

LE CODE ÉPIGÉNÉTIQUE

Les processus épigénétiques permettent la régulation transitoire ou permanente de la fonction et de l'expression des gènes, sans changement de la séquence ADN elle-même. D'un point de vue moléculaire, ces mécanismes englobent la méthylation de l'ADN sur des sites particuliers et des modifications des histones, les protéines autour desquelles s'enroule l'ADN. Selon la position et le nombre de sites méthylés sur un gène et le type de changement des histones, un code « épigénétique » se forme sur chaque gène et détermine son activité. D'autres mécanismes impliquant par exemple des ARN non codants interviennent aussi mais sont moins connus. Tous ces processus régulent l'activité des gènes en favorisant ou en inhibant le recrutement de la machinerie cellulaire nécessaire à leur transcription (en ARN). Des facteurs environnementaux modifient parfois le code épigénétique des gènes, *via* des mécanismes qu'il reste à déterminer.

Source : C. A. M. Cecil *et al.*, Neonatal DNA methylation and early-onset conduct problems : A genome-wide, prospective study, *Development and Psychopathology*, en ligne le 9 juin 2017.

En partenariat avec Télématin, de William Leymergie, sur France 2, retrouvez ce sujet dans la chronique de Laurence Ostolaza le lundi 11 septembre à partir de 6 h 30.

© Cerveau & Psycho

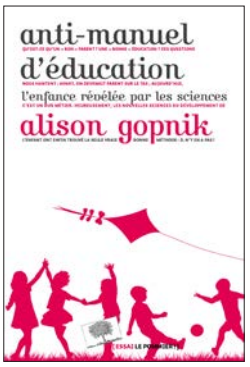
Tout ce que les enfants apprennent en nous regardant

Vous croyez qu'il faut toujours expliquer les choses en détail aux enfants pour qu'ils apprennent ? Erreur ! Dans son nouveau livre, la psychologue Alison Gopnik montre le contraire. Extraits.

« **Aujourd'hui, quand les jeunes adultes deviennent parents, ils ont généralement une grande expérience de l'école, mais pratiquement aucune de ce que c'est que de s'occuper d'enfants.** Ainsi, quand les parents ou ceux qui décident des politiques publiques entendent les scientifiques parler de la quantité d'apprentissage que réalisent les enfants, ils en concluent souvent que nous devrions leur enseigner plus de choses, en respectant le modèle d'enseignement qui prévaut à l'école. Or les enfants apprennent bien davantage des petits détails inconscients qui émanent de ceux qui s'occupent d'eux que des manipulations conscientes.

[…] D'abord, les enfants apprennent en observant et en imitant les individus autour d'eux. Les psychologues appellent cela l'« apprentissage par observation ». Et ils apprennent en écoutant ce que les autres disent sur la façon dont le monde fonctionne, ce que les psychologues appellent l'« apprentissage par témoignage ».

[…] L'apparente simplicité de l'imitation est trompeuse. On pourrait en effet la concevoir comme un processus automatique, comme quelque chose qui s'exécute sans l'aide d'aucune pensée ou connaissance. L'imitateur pourrait reproduire bêtement ce que l'autre fait sans vraiment le comprendre, comme des oiseaux dans une nuée.



Nourrie de ses travaux en laboratoire et de son expérience de grand-mère, Alison Gopnik nous livre dans son dernier ouvrage des considérations… pas très politiquement correctes en matière d'éducation ! *Anti-manuel d'éducation. L'enfance révélée par les sciences*, Le Pommier, août 2017.
384 pages, 24 euros

L'une des versions particulièrement célèbre et trompeuse de cette conception est celle des « neurones miroirs ». Ces neurones particuliers s'activent à la fois chez un animal quand il agit et quand il voit un autre animal agir comme lui. Ce mécanisme neuronique simple serait responsable, d'une façon ou d'une autre, de comportements humains complexes – de l'imitation à l'empathie en passant par l'altruisme et le langage. Ainsi, lorsque les neurones miroirs s'activent, nous serions connectés aux autres.

En vérité, la plupart des scientifiques qui travaillent sur les neurones miroirs savent à quel point les fondations neuronales de l'imitation, de l'empathie et du langage sont complexes.

[…] La conception selon laquelle nous sommes connectés aux autres grâce à nos neurones miroirs est en réalité pétrie d'erreurs. En comprendre les raisons nous permet de concevoir plus clairement non seulement l'imitation mais aussi la relation entre l'esprit et le cerveau. L'idée fausse que nous nous faisons du neurone miroir est emblématique des autres mythes plus

largement répandus dans le domaine de la neuroscience.

Pour commencer, la tentation est grande d'utiliser les résultats d'études sur des souris ou des singes pour en tirer des conclusions sur les êtres humains. La preuve de l'existence des neurones miroirs individuels provient, à l'origine, d'études réalisées sur des macaques. On ne peut trouver ces cellules qu'en insérant directement des électrodes dans les neurones individuels des cerveaux d'animaux en vie (mais cela sans douleur aucune). Si on ne peut généralement pas le faire sur des êtres humains, des études ont pris pour sujets des patients qui se faisaient opérer du cerveau.

UNE FACULTÉ D'IMITATION INTELLIGENTE

Le problème, c'est que les macaques ne possèdent rien qui ressemble de près ou de loin à une langue ou à une culture humaine, et qu'ils ne comprennent pas les esprits des autres singes comme nous comprenons l'esprit humain. En réalité, des expériences soigneuses ont montré que les macaques n'imitent même pas systématiquement les actions des autres singes – et ils n'imitent certainement pas de façon aussi prolifique et détaillée que ne le font les êtres humains dès le plus jeune âge. Même les chimpanzés, qui sont bien plus sophistiqués sur le plan cognitif que les macaques, ne montrent que des capacités limitées dans ce domaine. Les singes ne singent pas vraiment. Le fait que les macaques aient des neurones miroirs montre donc, au total, que ces cellules ne peuvent à elles seules expliquer notre comportement social.

Deuxièmement, le mythe suggère que la structure de notre cerveau est innée. Il part du principe que nous sommes nés avec ces cellules particulières qui nous permettent de nous connecter avec les autres. L'imitation humaine est probablement innée, mais trouver des neurones miroirs chez les macaques adultes ne permet pas de prouver ni même d'appuyer cette hypothèse. Pour prouver que l'imitation est innée nous devons nous tourner vers des études de développement menées sur des nourrissons, qui montrent l'existence d'un processus d'imitation inné bien avant que l'on ait eu l'idée même d'un neurone miroir.

Nous savons, en réalité, que presque tout dans le cerveau, et particulièrement la mise au point des neurones individuels, est influencé par l'expérience. À chaque fois que nous apprenons quelque chose, cet apprentissage change notre cerveau : c'est un fait, bel et bien réel.

Comment des neurones miroirs pourraient-ils découler de l'expérience d'un singe ? Quand un singe bouge sa main, il voit presque à chaque fois une main qui bouge devant lui (c'est-à-dire qu'il voit sa propre main). L'expérience visuelle de voir une main bouger sera donc très fortement associée à l'expérience réelle de bouger une main. Les neurones apprennent par association – « les cellules qui s'activent ensemble se connectent ensemble » (*cells that fire together wire together*), comme le dit le dicton. L'association entre « voir » et « faire » pourrait ainsi elle-même permettre l'émergence de neurones miroirs – des cellules qui s'activent quand l'une ou l'autre de ces expériences a lieu. Si l'une de ces cellules voyait ensuite la main d'un autre animal bouger, on s'attendrait à ce qu'elle s'active de nouveau.

[…] Quand les bébés et les jeunes enfants imitent les autres, ils font bien plus que reproduire des actions de façon automatique. Car l'imitation aide les enfants à apprendre deux choses importantes : comment fonctionnent les objets et comment fonctionnent les gens. […]

LE DON INNÉ D'INFÉRER LES LIENS DE CAUSE À EFFET

Andy Meltzoff, Anna Waismeyer et moi-même avons essayé d'observer comment un enfant de vingt-quatre mois utilise l'imitation pour comprendre le fonctionnement d'une machine simple. Nous leur avons montré l'installation reproduite sur le dessin ci-après. Les enfants voyaient une petite voiture sur une table avec une boîte de chaque côté et un super jouet clignotant au milieu. Quand l'expérimentatrice faisait rouler la voiture sur la table et heurtait avec elle l'une des boîtes, le jeu se mettait à clignoter. Quand elle

ALISON GOPNIK
est professeure de psychologie cognitive et de philosophie à l'université de Berkeley. Une des pionnières en psychologie du développement, elle est déjà l'auteure, au Pommier, de *Comment pensent les bébés ?* (avec Andrew Meltzoff et Patricia Kuhl) et du *Bébé philosophe*.

EN BREF

- **En tant que parent, on croit parfois qu'il faut proposer aux enfants de nombreuses stimulations et leur expliquer ce qu'il est important d'apprendre.**
- **En réalité, les enfants apprennent sans doute mieux en observant les adultes être eux-mêmes.**
- **Leurs facultés d'imitation « intelligente » déchiffrent les intentions de l'adulte, le fonctionnement des objets et même le degré d'expertise du démonstrateur.**

© Rod Searcey 2016

bougeait la voiture de l'autre côté, pour toucher l'autre boîte, rien ne se passait. Elle répéta les deux manœuvres plusieurs fois.

Nos sujets de vingt-quatre mois imitèrent l'action suivie d'effet, mais pas l'action inefficace – ils heurtèrent immédiatement la bonne boîte avec la voiture. Qui plus est, ils se mettaient à regarder le jeu avant même qu'il ne s'allume, comme s'ils s'attendaient à ce qu'il clignote. Le phénomène peut sembler évident, mais il dépasse largement la réaction automatique à laquelle on s'attendrait de la part de neurones miroirs. Les enfants n'ont pas imité tout et n'importe quoi ; ils ont imité l'action précise qui menait au résultat intéressant.

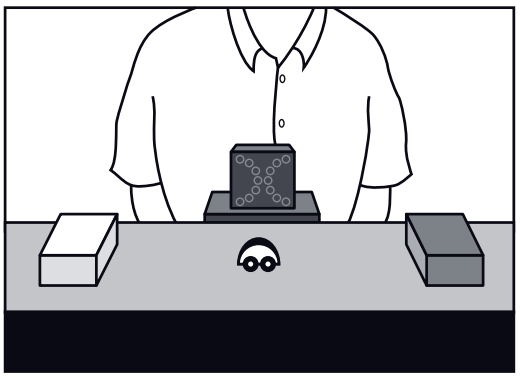
Ce genre d'imitation va également au-delà de l'apprentissage par tâtonnement. Les enfants n'ont pas eu besoin d'essayer de bouger eux-mêmes la voiture des deux côtés : ils ont immédiatement compris et retenu les tentatives fructueuses et infructueuses de l'expérimentatrice.

LE TEST DE LA PETITE VOITURE

Mais voici l'aspect le plus intéressant. Nous avons aussi montré aux enfants le même scénario, avec la voiture qui bouge et le jouet qui clignote, mais cette fois-ci la voiture allait toute seule d'un côté ou de l'autre, et le jouet se mettait à clignoter ou non. Malgré l'association aussi forte entre les mouvements de la voiture et le clignotement du jouet, les enfants, dans cette expérience, ne firent étonnamment pas bouger la voiture du tout. Ils restaient là sans bouger, même quand nous leur demandions de faire clignoter le jouet. Ils ne regardaient même pas vers le jouet quand la voiture bougeait, comme s'ils ne comprenaient pas vraiment que c'était la voiture qui faisait clignoter le jouet.

Les enfants partaient du principe que les liens de cause à effet sont toujours le résultat d'actions effectuées par une autre personne. Pour apprendre à effectuer ces actions par eux-mêmes, ils ont utilisé comme méthode principale l'observation, celle des autres, et l'analyse, celle des relations causales qui unissent un résultat précis à certaines actions. Quand les mêmes événements avaient lieu tout seuls, sans intervention de l'expérimentatrice, les enfants avaient beaucoup moins de chance d'en tirer quoi que ce soit.

Les enfants utilisent l'imitation pour comprendre le fonctionnement des outils. Ils imitent les actions qui ont un effet, pas celles qui n'en ont pas. Mais s'ils ne se contentent pas simplement d'imiter tout ce que fait une autre personne, ils n'imitent pas non plus toutes les actions qui mènent à un résultat. Ils essaient aussi de reproduire ce que l'agent voulait faire, pas seulement l'action elle-même.



Dans ce test, une personne fait rouler une petite voiture, et quand celle-ci touche la boîte située à droite (et non la boîte de gauche), le jouet du milieu se met à clignoter. Les enfants imitent aussitôt l'action suivie d'effet, et non l'autre. En outre, ils ne font rien si la voiture se déplace toute seule sans être manipulée par une personne. Ils imitent donc les actions suivies d'effets et émanant d'un sujet.

Supposez que les enfants assistent à deux scènes qui conduisent au même résultat : dans la première, quelqu'un provoque quelque chose volontairement (il appuie intentionnellement sur un bouton pour ouvrir une boîte) ; dans la seconde, quelqu'un fait exactement la même chose mais involontairement (il frôle la boîte et enclenche le bouton sans le faire exprès). Il y a bien plus de chance que les enfants d'un an imitent l'action intentionnelle plutôt que l'action involontaire.

Les enfants prennent également en compte les intentions de la personne d'autres façons. Par exemple, si des bébés de dix-huit mois observent quelqu'un qui essaie en vain de séparer les deux parties d'une toute petite haltère, parce qu'à chaque fois ses doigts glissent aux deux extrémités de l'objet, ils ne vont pas imiter les doigts glissants de l'autre personne. Au contraire, ils vont agir intelligemment et séparer fermement le jouet eux-mêmes.

TELLEMENT SENSIBLES À L'HUMAIN…

En revanche, de même que les enfants n'apprendront pas en regardant la voiture qui bouge toute seule, les bébés n'essaieront pas de séparer le jouet en deux s'ils voient une machine-robot effleurer les extrémités du jouet avec ses pinces et faire exactement la même chose que la personne. Il faut, pour que l'apprentissage ait lieu, que ce soit une personne réelle qui prenne en charge l'action.

Prenons une autre expérience, et deux situations. Dans la première, un bébé de dix-huit mois voit une personne, dont les bras sont enrobés dans une couverture de sorte qu'elle ne peut pas utiliser ses mains, taper sa tête contre une boîte pour la faire s'allumer. Dans la deuxième, ils voient quelqu'un avec les mains libres taper sa tête sur la boîte exactement de la même façon.

Si les mains de la personne sont cachées par une couverture, les enfants tendent le bras et font s'allumer la boîte avec leur main, au lieu d'utiliser leur tête. Comme dans l'expérience avec la petite voiture, les enfants semblent deviner le but de l'action effectuée par la personne. Ils ont l'air de penser : « Bon, elle ne pouvait pas utiliser ses mains, donc elle a dû utiliser sa tête, mais puisque j'ai les mains libres ce sera bien plus efficace de faire s'allumer la boîte comme ça. »

En revanche, si la personne a les mains libres, les bébés l'imiteront exactement. Ils taperont leur tête sur la boîte. Dans ce cas ils semblent penser : « Si elle avait pu utiliser ses mains, elle l'aurait fait, il doit donc y avoir une raison pour qu'elle utilise sa tête. »

[…] Dans une autre expérience encore, des enfants de trois ans essayaient d'ouvrir un tiroir. Soit le tiroir s'ouvrait facilement, soit il s'ouvrait très difficilement. Ils pouvaient ensuite observer que quand quelqu'un appuie sur un bouton, le tiroir s'ouvre tout seul d'un seul coup. Il y avait beaucoup plus de chances que les enfants imitent l'action de la personne quand ils avaient eu du mal à ouvrir le tiroir tout seuls que lorsque cela avait été facile. Ils ne prenaient donc pas seulement en compte l'efficacité de l'autre personne, ils mesuraient aussi à quel point chaque action leur serait personnellement efficace.

QUELS DÉTAILS SONT IMPORTANTS À IMITER ?

L'usage compétent d'outils requiert souvent d'effectuer une série d'actions comportant chacune de nombreux détails, certains utiles et d'autres non. Cette profusion peut rendre l'apprentissage par observation particulièrement difficile. Quand Augie (le petit-fils de l'auteure, *NDLR*) me voit préparer un sandwich au beurre de cacahuète et à la confiture, il doit comprendre qu'il faut ouvrir le couvercle du pot dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et pas dans l'autre. Il doit aussi comprendre que d'autres détails n'ont aucune importance – comme le fait de commencer d'abord par le beurre de cacahuète ou d'abord par la confiture –, et que s'arrêter pour mettre le doigt dans le pot et goûter la délicieuse confiture est totalement optionnel.

Nous avons mené une expérience dans mon laboratoire au cours de laquelle nous montrions à des enfants de quatre ans des séquences complexes d'actions. L'expérimentatrice faisait trois choses avec un jouet : elle le secouait, le pressait, et tirait un anneau accroché sur un de ses côtés. Puis le jouet se mettait à faire de la musique ou pas. Elle répéta cette séquence cinq fois, chaque fois dans un ordre différent et avec un résultat différent.

L'expérimentatrice effectuait à chaque fois trois actions, en donnant soit l'impression que les trois étaient nécessaires, soit que seule une ou deux auraient suffi à produire le même effet. Par exemple, le jouet pouvait se mettre à faire de la musique à chaque fois que l'expérimentatrice tirait sur l'anneau à la fin, et ne pas en faire si elle ne le tirait pas, quelles qu'aient été les autres actions. Cela indiquait que la seule chose vraiment nécessaire pour déclencher la musique était de tirer sur l'anneau.

Si les enfants prenaient bien en compte l'efficacité, comme c'était le cas dans les autres expériences, celle avec la personne dont les bras étaient retenus sous une couverture et celle avec le tiroir difficile à ouvrir, ils auraient dû préférer reproduire seulement les actions nécessaires. C'est précisément ce qu'ils ont fait.

Nous avons ajouté un développement intéressant à cette expérience. Nous avons contrôlé la probabilité exacte qu'une séquence particulière d'actions fonctionne. De façon très étonnante, les enfants semblaient calculer inconsciemment les mêmes probabilités. Ils reproduisaient chaque action ou une combinaison d'actions plus souvent si cela avait plus de chance d'aboutir au résultat escompté.

Les enfants imitent l'action intentionnelle plutôt que l'action involontaire.

Les enfants, même les très jeunes, ne reproduisent donc pas directement tout ce qu'un de leur parent fait. Au contraire, ils déchiffrent l'intention de la personne ; ils tentent de comprendre ce qu'elle essaie d'accomplir. Ils imitent finalement davantage le but de l'action que l'action elle-même. Ils partent en effet du principe que l'expérimentatrice veut être efficace, et ajustent ce qu'ils font pour servir leurs propres buts et objectifs. Ils prennent enfin en compte les statistiques et les probabilités.

Tout cela fait de l'imitation un moyen particulièrement puissant et utile pour apprendre comment marchent les outils physiques, du fouet de cuisine au balai, en passant par une machine bizarre à heurter les voitures et un smart phone. Regarder les autres personnes permet aux enfants de déterminer quelles actions sont les plus importantes à comprendre et à maîtriser. […]

Dans ces études, les enfants utilisent l'observation pour comprendre comment faire advenir les choses de façon à la fois efficiente et efficace, et ils se révèlent être étonnamment créatifs. Mais d'autres recherches semblent contredire cette impression. Le charme de l'imitation des jeunes enfants vient du fait qu'ils ne se limitent pas à imiter les parties utiles de ce que font les autres. Ils imitent aussi les fanfreluches et les falbalas, tout le tralala.

L'INTÉRÊT DE « SURIMITER »

Des études plus systématiques de l'imitation des enfants montrent en effet que ces derniers ne se contentent pas d'imiter : ils surimitent. Dans une étude devenue classique, Victoria Horner et Andrew Whiten ont montré à des enfants et à des chimpanzés une boîte à secrets avec de la nourriture à l'intérieur et un bâton que l'on pouvait utiliser pour l'ouvrir. Certaines des choses qu'il était possible de faire avec le bâton, comme faire coulisser un vantail se trouvant devant la nourriture, semblaient manifestement être utiles pour atteindre la nourriture. Mais d'autres, comme planter l'outil dans un trou sur le dessus de la boîte, l'étaient bien moins.

Les enfants et les chimpanzés voyaient l'expérimentateur effectuer l'action utile pour atteindre la nourriture – faire coulisser le vantail –, mais ils le voyaient aussi réaliser nombre d'autres choses inutiles, comme mettre l'outil dans le trou. Les enfants imitèrent tout ce que l'expérimentateur avait fait plutôt que de sélectionner uniquement les actions utiles. Les chimpanzés agirent différemment et, d'une certaine façon, plus intelligemment que les enfants. Ils ne reproduisirent que les actions qui menaient au résultat escompté.

Cela prouve-t-il finalement que les enfants ne font en réalité que reproduire bêtement et automatiquement les actions des autres ? En réalité, cela prouve tout le contraire. La surimitation montre à quel point les enfants sont complexes. Il arrive parfois que reproduire tous les petits détails inutiles des actions de quelqu'un d'autre ait du sens.

Par exemple, surimiter prend tout son sens quand la personne que l'on observe est un expert qui essaie de montrer précisément comment faire quelque chose. Si Grand-Mère bat les blancs en neige de manière spectaculaire pour faire les crêpes à la myrtille, elle fait passer un message important, et en aucun cas évident, sur la façon dont il faut battre les œufs en neige.

Il existe une raison logique à cela : faire monter les blancs en neige permet d'incorporer plus d'air dans la pâte. Mais en réalité, si Grand-Mère cuisine les crêpes ainsi, c'est parce qu'Arrière-Grand-Mère faisait de même.

[…] En étant attentif aux détails les plus minutieux, Augie apprend en réalité quelque chose qui dépasse ce qu'il sait déjà. Il sait que si l'on bat des œufs, les jaunes et les blancs se mélangeront. Il ne sait pas encore que si l'on bat les blancs d'œufs, et notamment en neige, ils gonfleront.

Si vous pensez que celui qui est en train de vous apprendre quelque chose est un expert en la matière, cela a donc du sens de le surimiter dans le détail. Je ne fais pas autre chose lorsque j'essaie de reproduire la dextérité avec laquelle mon fils rédige ses SMS sur son iPhone – j'imite aussi tout un tas de petits gestes qui me laissent perplexe et qui se révèlent souvent, à mon grand embarras, totalement inutiles. Mais pour Augie, du moins pour l'instant, Grand-Mère fait encore partie des expertes.

LES PETITS SAVENT PARFAITEMENT QUI IMITER

Pour tester cette idée, mon laboratoire a refait l'expérience que j'ai décrite plus haut, celle avec les trois actions à effectuer sur le jouet pour le faire fonctionner . Mais cette fois-ci, nous avons fait changer le degré d'expertise affiché de l'expérimentatrice. Dans notre expérience originale, l'adulte faisait semblant de ne pas avoir la moindre idée de la façon dont le jouet marchait : « Comment est-ce que marche ce jouet ? Je ne sais pas, c'est bizarre, essayons comme ça. » Dans la nouvelle version, elle disait au contraire : « Je sais comment marche ce jouet, je vais vous montrer. »

Quand l'expérimentatrice prétendait n'avoir aucune idée de la façon dont marche le jouet, les enfants agissaient efficacement et intelligemment ; ils imitèrent uniquement les actions nécessaires. Au contraire, quand elle avait indiqué être experte en la matière, ils imitèrent fidèlement tous ses gestes, qu'ils soient nécessaires ou pas.

Il y a certes ici un paradoxe. Le fait que les enfants soient si sensibles aux intentions de leur professeur les a rendus stupides, ou du moins plus stupides qu'ils ne l'auraient été sinon. Pour le dire autrement, leur intelligence de l'enseignement, et leur ingéniosité à comprendre exactement ce que l'enseignant voulait, ont fait qu'ils sont devenus moins bons en apprentissage. (Comme tous les professeurs d'université le savent, cela ne concerne pas uniquement les enfants de trois ans.)

En réalité, les jeunes enfants semblent partir du principe que les autres sont là pour leur apprendre des choses importantes sur le monde, à moins qu'ils n'aient la preuve directe du

LA SURIMITATION DANS LES RITUELS

Les étranges rituels de la table ne nous aident pas à nous nourrir, mais ils en disent long sur qui nous sommes, sur notre affiliation ethnique, religieuse ou nationale, et sur notre connaissance des règles qui régissent notre groupe si nous les suivons ou si nous les remettons en cause. La capacité des enfants à « surimiter » des détails inutiles pourrait aussi remplir cette fonction de marquage social par les rituels.

contraire. Lorsque nous avons présenté aux enfants une expérimentatrice en train de manipuler un jouet sans dire qu'elle essayait de leur apprendre quoi que ce soit, ils imitèrent aussi les actions inutiles qu'elle avait accomplies. Comme si, par défaut, les enfants partaient du principe que l'adulte était experte et qu'elle essayait de leur transmettre son expertise. Cela pourrait expliquer pourquoi, dans l'étude de Horner et Whiten, les enfants, contrairement aux chimpanzés, reproduisaient aussi les actions inutiles.

[…] Lors d'une expérience menée avec des enfants de trois ans, deux adultes leur montraient comment fonctionnait une boîte à secrets. L'un n'exécutait que des actions utiles ; l'autre ajoutait des actions inutiles. Les adultes quittaient ensuite la pièce, puis seul l'un d'entre eux revenait et donnait le jouet à un enfant. Si l'adulte qui avait exécuté les actions non nécessaires donnait le jouet aux enfants, les enfants imitaient aussi les actions non nécessaires. Mais ils ne le faisaient pas si c'était l'autre adulte, plus efficace, qui leur donnait le jouet. Ils semblaient penser : « Bon, je sais que ce n'est pas indispensable de faire comme ça, mais comme ça a l'air d'être comme ça que le fait cette personne, je vais lui faire plaisir. » […]

L'IMPORTANCE DU LIEN AVEC L'ENSEIGNANT

Les enfants seront plus enclins à imiter exactement les personnes qui sont comme eux. Souvenez-vous de l'expérience avec la personne qui se frappait la tête contre une boîte. Lors d'une étude similaire, des bébés de quatorze mois voyaient d'abord que la personne parlait la même langue qu'eux ou qu'elle parlait une langue différente. Quand la personne parlait la même langue, les enfants utilisèrent leur tête ; quand elle parlait une langue différente, ils utilisèrent leurs mains.

[…] L'imitation des enfants, loin d'être une simple singerie, est subtile, complexe, et bien conçue pour permettre l'apprentissage culturel. Les très jeunes enfants se tournent vers les autres pour obtenir des informations sur la manière dont le monde fonctionne. Ils font attention aux relations causales et aux probabilités. Ils peuvent combiner leurs propres expériences avec l'observation des autres pour faire advenir des choses de la façon la plus intelligente et efficace. De fait, ils apprennent d'une façon plus créative et plus innovante que les adultes.

Ils sont également sensibles aux intentions, aux buts et aux objectifs de la personne qu'ils imitent. Ils font attention à ce que veut la personne, mais ils font aussi attention à ce que sait la personne, et remarquent si elle est experte ou non. Les enfants sont parfaitement disposés pour apprendre à manier les outils et les techniques des générations précédentes, et pour tirer profit des informations que les générations précédentes ont découvertes. […]

© Everett Collection / shutterstock.com

Quand Grand-Mère arrose le rôti, elle suit tout un rituel. L'enfant a tendance à imiter même les gestes apparemment inutiles, faisant de la « surimitation ». Mais sur plusieurs générations, ce luxe de détails assure la transmission de savoir-faire efficaces…

PARENTS, SOYEZ VOUS-MÊMES !

Qu'est-ce que tout cela signifie pour les parents ? Que, déjà, la vieille injonction « Fais ce que je dis et pas ce que je fais » a peu de chances de marcher avec les jeunes enfants. Les enfants ne reproduisent pas seulement ce que vous faites, ils agissent comme vous avez l'intention de le faire, comme vous auriez vraiment dû le faire, et comme il serait plus sensé que vous le fassiez.

[…] Souvent, les parents croient qu'ils sont censés faire quelque chose d'entièrement tourné vers l'enfant, quelque chose que les parents ne feraient jamais dans d'autres circonstances, comme regarder des cartes illustrées et nommer les objets qui sont dessus. Il y a même des applications qui envoient ces suggestions aux parents par SMS.

Or pour les enfants, observer et imiter leurs parents et les autres se comporter de façon compétente et utile est déjà une éducation en soi. Et cela reste vrai qu'il s'agisse de *[…]* faire des tortillas ou de couper du bois, de cuisiner ou de jardiner, de s'occuper d'enfants ou de parler à des adultes, de boire son thé ou d'utiliser sa fourchette. Les enfants apprennent non seulement des autres, mais aussi sur les autres. En observant l'étendue des manières de faire, les enfants apprennent aussi à dénombrer les genres d'individus qui existent, et cela les aide à décider du type de personne qu'ils doivent être eux-mêmes. »

Bibliographie

A. N. Meltzoff *et al.*, Learning about causes from people : Observational causal learning in 24-month-old infants, *Developmental Psychology*, vol. 48, pp. 1215-28, 2012.

Buchsbaum *et al.*, Children's imitation of causal action sequences is influenced by statistical and pedagogical evidence, *Cognition*, vol. 120, pp. 331-40, 2011.

M. Carpenter *et al.*, Fourteen- to 18-month-old infants differentially imitate intentional and accidental actions, *Infant Behavior and Development*, vol. 21, pp. 315-330, 1998.

La femme qui n'articulait

© PixelEmbargo / shutterstock.com

plus

LAURENT COHEN
Professeur de neurologie à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière.

En quelques années, madame W. perd la faculté d'articuler, quand elle n'oublie pas certains mots. La cause ? Une forme d'aphasie dégénérative qui intrigue les chercheurs.

EN BREF

- **Progressivement, madame W. n'arrive plus à articuler correctement les mots et préfère se taire que de parler…**
- **Elle souffre d'une forme d'aphasie primaire progressive dite non fluente, le langage ne « coulant » pas facilement.**
- **En cause, une dégénérescence lente de son cortex frontal.**
- **Il existe deux autres formes d'aphasie progressive, liées à la destruction d'autres aires cérébrales.**

Madame W., une pharmacienne âgée de 51 ans, est venue me consulter pour des difficultés d'articulation, difficultés qu'elle avait vues s'aggraver insidieusement depuis environ deux ans. Elle arrivait toujours à travailler dans son officine, mais préférait rester dans l'arrière-boutique, plutôt que de devoir discuter avec ses clients. Sa santé était par ailleurs excellente.

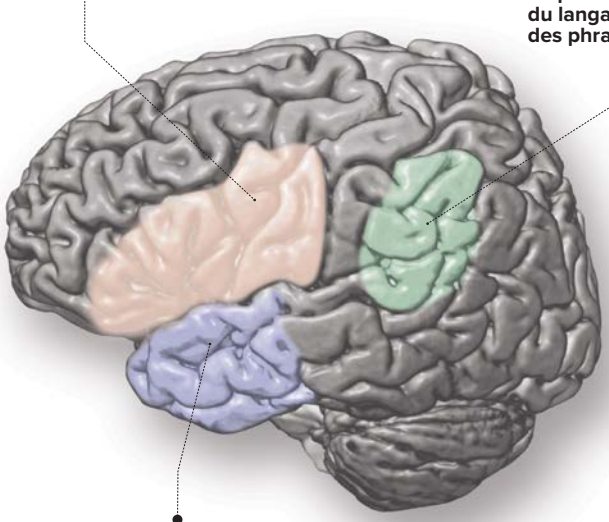
L'APHASIE : QUAND LA PAROLE S'ÉVANOUIT

Au cours de notre entretien, j'ai en effet noté qu'elle parlait lentement, d'une voix très monocorde. De plus, les sons du langage, ce qu'on appelle les phonèmes, étaient mal articulés et parfois difficile à distinguer : dans le mot *château*, le son *ch* ressemblait à un *s*, et le *t* était prononcé comme une sorte d'intermédiaire entre *t* et *d*. L'ordre et le choix des phonèmes étaient aussi parfois bouleversés. Par exemple, alors que je lui demandais de répéter les mots *chasseur* et *mardi*, elle me dit *sacheur*, inversant le *s* et le *ch*, et *mawerdi*, ajoutant le son *we* dans un mot où il n'avait rien à y faire. En revanche, elle écrivait de façon tout à fait correcte.

Toutefois, quand je lui montrais une image en lui demandant de la décrire par écrit, je notais

LE CERVEAU DES APHASIQUES

Il existe trois types de troubles du langage dégénératifs, nommés aphasies primaires progressives. La non fluente, de madame W., correspond à une dégénérescence du lobe frontal. L'asémantique touche la région temporale ; et la logopénique, le cortex pariétotemporal.



deux phrases un peu curieuses : « Évier est plein » et « L'homme est debout sur chaise ». Elle omettait les articles *le* et *une*… Par ailleurs, elle n'avait aucun problème décelable pour comprendre ce que je lui disais. En bref, madame W. avait des difficultés touchant surtout l'articulation de la parole, mais aussi peut-être des aspects plus abstraits du langage, comme en témoignait l'omission occasionnelle d'articles. Au cours des années suivantes, ses troubles se sont aggravés inexorablement. Elle a dû prendre une retraite anticipée, et, trois ans après notre première consultation, sa parole était presque totalement inintelligible.

De quoi souffrait madame W. ? Au sens large, de troubles du langage nommés aphasie. Ce terme est un décalque de l'ancien mot grec *aphasía* qui signifie « privation de la parole ». Euripide utilisait ce mot pour faire dire à Achille que les mots lui manquaient tant il était surpris. Les aphasies regroupent tous les problèmes de production et de compréhension du langage qui surviennent à la suite de lésions au cerveau. Au XIX^{e} siècle, c'est l'étude de ce genre de pathologies qui a permis aux neurologues d'amorcer la cartographie des régions cérébrales du langage. Si les fameuses aires de Broca, de Wernicke,

mais d'autres encore, sont endommagées, les patients deviennent aphasiques. Les causes les plus fréquentes sont les accidents vasculaires cérébraux : l'aphasie survient d'un instant à l'autre quand une artère de l'hémisphère gauche se bouche ou se rompt.

Ce n'est évidemment pas ce qui s'est produit chez madame W., dont les difficultés sont apparues de façon très progressive. Chez elle, il s'agissait d'une maladie neurodégénérative, plus précisément d'une aphasie primaire progressive (APP). Le terme *primaire* signifie que pendant longtemps aucun trouble intellectuel n'apparaît en dehors des difficultés de langage. En cela, les APP se distinguent par exemple de la maladie d'Alzheimer sous sa forme habituelle, qui ne se manifeste pendant un certain temps que par des troubles de la mémoire. Ce n'est qu'au bout de plusieurs années que ceux-ci s'accompagnent souvent d'autres problèmes, notamment d'aphasie.

En réalité, les APP regroupent une variété de troubles du langage et de mécanismes physiopathologiques sous-jacents. C'est un domaine de recherche assez récent, encore incomplètement balisé. Si on se plonge dans la littérature scientifique, on trouve quelques cas épars décrits à la fin du XIX^{e} ou au début du XX^{e} siècles, mais ce n'est qu'à partir des années 1980 qu'on a vraiment reconnu et étudié ce type d'aphasie. Un consensus se dégage aujourd'hui pour séparer les patients en trois catégories, qui correspondent à la fois à des symptômes différents et à des localisations distinctes des lésions cérébrales. Toutefois, une proportion non négligeable de patients est bien difficile à classer dans l'une ou l'autre de ces catégories…

À CHAQUE APHASIE PRIMAIRE PROGRESSIVE SA RÉGION CÉRÉBRALE

Dans chacun de ces trois types d'aphasie, une région du cortex s'atrophie de façon prédominante *(voir l'encadré page ci-contre)*. Madame W. avait une APP dite non fluente, ce qui signifie que le langage ne « coule » pas facilement. Les patients parlent avec effort, font des phrases courtes, ont des difficultés à trouver leurs mots, voire à articuler et à former correctement les sons de la parole. Ils ont aussi avec le temps des problèmes avec la grammaire : ils s'expriment par phrases très simples, voire télégraphiques, et n'arrivent pas bien à comprendre les propositions complexes.

La partie du cerveau qui se détériore dans ce cas est le bas du lobe frontal gauche, incluant la fameuse région de Broca. Celle-ci tient son nom de Paul Broca, un illustre médecin français qui a mis en évidence son importance pour le langage dans les années 1860. La vérité oblige d'ailleurs à reconnaître que 150 ans plus tard, il est encore bien difficile de cerner les rôles exacts de cette région dans le langage. Son analyse microscopique minutieuse révèle qu'elle comprend plus d'une douzaine d'aires distinctes, toutes connectées à de nombreuses régions distantes, ce qui peut expliquer la diversité de ses fonctions, qui concernent notamment la programmation de l'articulation, le choix des mots, la combinaison des mots entre eux (ce qu'on appelle la syntaxe).

Alors que je lui demandais de répéter les mots *chasseur* et *mardi*, madame W. me dit *sacheur* et *mawerdi*.

Avec les années, l'atrophie s'étend au-delà des régions du langage. Plus en avant dans le lobe frontal, elle provoque notamment des problèmes exécutifs, c'est-à-dire des difficultés dans la prise de décision, la planification des actions élaborées…

LE PATIENT SEMBLE PARLER NORMALEMENT…

En descendant un peu dans le cerveau, on passe du lobe frontal au lobe temporal gauche, et à une autre atrophie : l'APP « asémantique », qui correspond à un problème avec le sens des mots, comme si leur connaissance « s'évaporait ». Les patients parlent de façon fluide, ont une articulation et une grammaire parfaites, et font donc souvent illusion dans une conversation superficielle. Mais dès qu'il est nécessaire de trouver le mot précis pour nommer quelqu'un ou quelque chose, ils n'y parviennent pas. Ils emploient des expressions toutes faites, disent *truc* ou *machin*, essaient d'expliquer ce qu'ils veulent dire avec des périphrases.

Ces patients souffrant d'APP asémantique ont également des difficultés à comprendre les mots qu'ils entendent : « – Aimez-vous les raisins ? – Raisins, raisins, qu'est-ce que c'est, des raisins, ça ne me dit rien du tout. » Cette « perte des mots » résulte sans doute de deux mécanismes distincts. Au début, il existe seulement des difficultés à associer la forme des mots à leur signification, un peu comme lorsque vous avez un mot sur le bout

50 % DES APHASIES PRIMAIRES PROGRESSIVES RÉSULTENT DE LA MALADIE D'ALZHEIMER

de la langue, par exemple le mot *sextant* : vous savez bien ce qu'est un sextant, mais vous n'arrivez pas à rattacher ce savoir avec la suite de sons ou de lettres qui le représentent.

Puis, avec le temps, tandis que les lésions s'étendent au sein du lobe temporal gauche et touchent aussi le droit, le sens même des choses se dissout, comme le montre ce dialogue avec un patient : « – Monsieur, pouvez-vous me donner la main ? – La main, la main… Qu'est-ce que c'est ? Qu'est-ce que ça veut dire ? – Monsieur, quel âge avez-vous ? – Quel âge ? Vous voulez dire… Qu'est-ce que c'est l'âge ? – Dites-moi ce qu'il y a sur cette image (un chien)… – Un animal. – Vous savez quel genre ? – C'est un animal qui… Non… – Et sur cette photo (un pigeon) ? – Un animal. – Pouvez-vous me dire comment cet animal se déplace ? – Non… il marche ? – Et ça (une grenouille) ? – Un machin… je ne sais pas. »

CHIEN, PIGEON… MÊME « MACHIN »

Pour ce patient, les choses sont groupées en catégories de plus en plus vastes et indifférenciées. D'abord, tous les quadrupèdes sont appelés *chien* et tous les oiseaux *oiseau*, puis les limites s'effacent plus encore, et tous les animaux sont confondus dans un groupe unique (« C'est un animal »), qui finit par se fondre avec les objets inanimés dans un chaos de *machins* et de *trucs*.

Enfin, l'aphasie dont les lésions prédominent dans la région pariétotemporale gauche est dite logopénique, ce qui est une autre manière de dire en grec que les mots font défaut. Les symptômes sont surtout une difficulté à trouver et à former les mots, les patients remplaçant des phonèmes par d'autres. Cette aphasie a des traits communs avec les deux précédentes, d'où un diagnostic parfois incertain… Là encore, les problèmes finissent par déborder du domaine du langage, de façon très variable d'un patient à l'autre.

Quelles sont les causes de ces différentes APP ? Dans près de 50 % des cas, l'examen microscopique du cerveau *post-mortem* révèle des anomalies typiques de la maladie d'Alzheimer. Mais il s'agit alors d'une maladie d'Alzheimer particulière, qui pendant longtemps ne touche pas les systèmes de la mémoire comme c'est habituellement le cas. Autre particularité : ces pathologies prédominent dans l'hémisphère gauche, où se trouve la machinerie du langage, alors que la maladie d'Alzheimer concerne en général le cerveau de façon à peu près symétrique. Dernier fait notable : la maladie d'Alzheimer « classique » commence en moyenne après 65 ans, alors que ces aphasies débutent souvent avant. C'est l'APP logopénique qui résulte le plus volontiers d'une maladie d'Alzheimer. Et il reste environ 50 % des aphasies qui correspondent à d'autres maladies neurodégénératives, dont les mécanismes génétiques, moléculaires et cellulaires diffèrent de ceux de la maladie d'Alzheimer.

PEU DE THÉRAPIES DISPONIBLES

Comme, hélas, pour la majorité des maladies neurodégénératives, les traitements sont limités. On propose en général aux patients et à leurs familles des séances d'orthophonie, d'aide à la communication, éventuellement des médicaments prescrits pour la maladie d'Alzheimer. On traite aussi les problèmes associés, telle la dépression, dans certains cas, et on intègre parfois les patients dans des protocoles de recherche thérapeutique.

Ainsi, récemment, des collègues de l'hôpital de la Salpêtrière ont réalisé une étude portant sur 12 patients souffrant d'APP asémantique. Ils ont appliqué un faible courant électrique sur leur crâne, en regard des lobes temporaux, *via* une technique de stimulation transcrânienne nommée tDCS, lors de trois séances d'une durée de 20 minutes chacune. Cette technique a entraîné chez les sujets une amélioration de l'accès au sens des mots. Mais on ignore encore si l'effet perdure à long terme…

Les maladies dégénératives cérébrales, dont la plus connue (en raison de sa fréquence) est sans doute la maladie d'Alzheimer, peuvent toucher tous les aspects de notre vie mentale : la mémoire, les émotions, le contrôle des gestes, la prise de décision… Les aphasies progressives, comme celle dont souffrait madame W., montrent que le langage n'est pas épargné.

Bibliographie

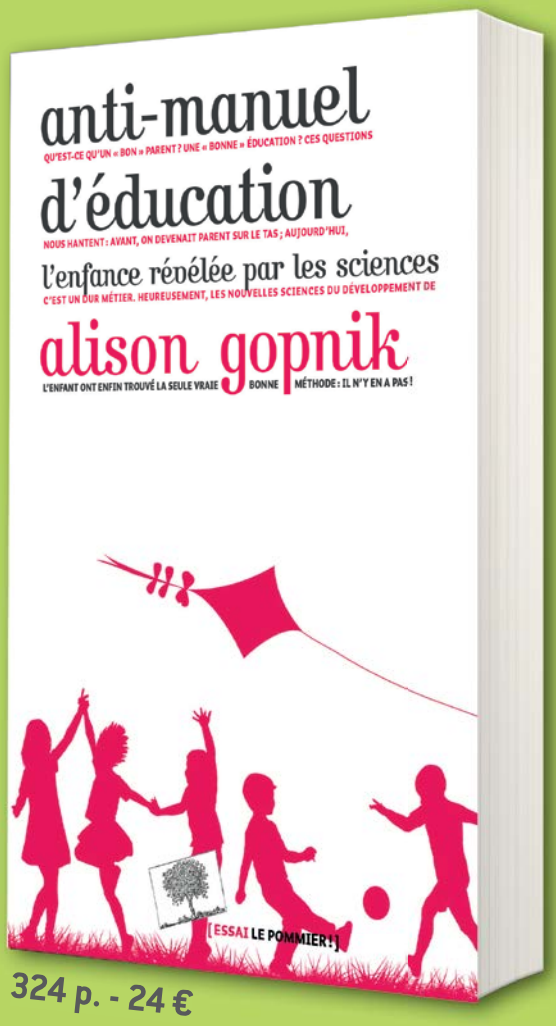
M. Teichmann *et al.*, Direct current stimulation over the anterior temporal areas boosts semantic processing in primary progressive aphasia, *Annals of neurology*, vol. 80, pp. 693-707, 2016.

M. L. Gorno-Tempini *et al.*, Cognition and anatomy in three variants of primary progressive aphasia, *Annals of neurology*, vol. 55, pp. 335-346, 2004.

L. Cohen *et al.*, Pure progressive aphemia, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol. 56, pp. 923-924, 1993.

Livre conseillé par Cerveau & Psycho

SCOOP // Les nouvelles sciences du développement de l'enfant ont enfin découvert la seule vraie bonne méthode d'éducation !
En fait... il n'y en a pas.



324 p. - 24 €

C'est la révélation stimulante que nous offre Alison Gopnik, chercheuse à l'université de Berkeley et grand-mère progressiste : plutôt que d'essayer de les canaliser, laissons les enfants exprimer leur créativité, explorer, chambouler nos maisons et nos vies bien rangées.
C'est le seul moyen qu'ils ont pour se préparer à un futur imprévisible.
L'avenir, c'est eux !

Éditions Le Pommier

Retrouvez toutes nos nouveautés sur notre site
www.editions-lepommier.fr

© Andreas Kuehn / Getty images

L'anatomie du souvenir

Par **Alcino J. Silva,** *directeur du Centre intégratif de l'apprentissage et de la mémoire à l'université de Californie à Los Angeles.*

De nouveaux types de microscopes permettent d'observer les souvenirs en formation. On voit même deux souvenirs s'associer et créer des associations. La base du sentiment de notre passé.

Nos souvenirs dépendent de notre capacité à nous remémorer des détails sur le monde – le visage d'un enfant, un canard, un lac. Mais pour les transformer en expériences réelles, le cerveau doit les fusionner en un tout – le regard d'un enfant qui voit s'envoler un groupe de canards au milieu des roseaux sur le bord d'un lac.

Pour acquérir une vision d'ensemble de la mémoire, il faut aussi prendre en compte d'autres facteurs. Car notre survie en tant qu'espèce au fil des millénaires a dépendu de notre capacité à nous rappeler non seulement les bonnes informations – par exemple, un lion ou un serpent – mais aussi le contexte où ces informations se sont produites. A-t-on rencontré l'animal au cours d'une confrontation inopinée, sur une étendue isolée de savane africaine, ou lors d'une visite décontractée au zoo ?

La vie quotidienne nous confronte à d'autres dangers, mais là encore il s'agit d'être à même de relier les souvenirs les uns avec les autres. Par exemple, pour savoir si un investissement financier est intéressant, il faut prendre en compte l'honnêteté et la fiabilité de la personne qui nous l'a conseillé. Ne pas être capable d'établir la connexion entre l'investissement et la source de la recommandation peut avoir des conséquences désastreuses.

Le champ des neurosciences est en train de prendre à bras-le-corps cette question fondamentale : comment notre cerveau relie-t-il nos souvenirs les uns aux autres dans le temps et l'espace ? Jusqu'à présent, l'immense majorité des recherches sur la mémoire se sont concentrées sur la manière dont nous acquérons, stockons, ravivons et altérons nos souvenirs individuels. Mais la plupart de ces souvenirs ne sont pas des entités uniques et isolées. Nous savons que le rappel d'un souvenir en ravive un autre, suscitant des séquences qui nous aident à mieux prédire et comprendre le monde qui nous entoure.

Les mécanismes fondamentaux utilisés par le cerveau pour créer ces associations de souvenirs commencent à être mieux compris, après vingt ans de recherches menées dans plusieurs laboratoires, dont celui que j'ai l'honneur de diriger. Comprendre les processus physiques mis en cause dans l'intrication de ces souvenirs aura des

EN BREF

- **La base de la mémoire est la capacité à associer plusieurs souvenirs à la suite les uns des autres, ce qui tisse un récit continu du passé.**
- **Des chercheurs ont observé que ce lien s'opère par le partage de neurones communs à plusieurs souvenirs rapprochés dans le temps.**
- **En manipulant les « neurones partagés » au moyen de molécules ou de lasers, les neuroscientifiques sont arrivés à faire ou défaire des associations de souvenirs.**

conséquences qui, outre la connaissance de nos ressorts intimes, nous aideront peut-être à éviter les troubles de la mémoire qui mettent à mal notre capacité à former des souvenirs et à les lier les uns aux autres…

CREB, LA PROTÉINE DE LA MÉMOIRE

Lorsque nous avons commencé à étudier le liage des souvenirs au début des années 1990, nous manquions encore des outils et connaissances de base nécessaires. Un élément déclencheur a été la découverte d'un concept dit « d'allocation de mémoire », à savoir la manière dont le cerveau attribue des fragments d'information apprise à des groupes séparés de neurones dans régions cérébrales cruciales pour la mémoire.

La sérendipité, l'art aujourd'hui très loué de transformer les accidents fortuits en découvertes, a joué à un rôle essentiel dans la mise au jour de la mémoire d'allocation. Tout cela a commencé par une conversation que j'ai eue avec Michael Davis, un ami et collègue qui travaille aujourd'hui à l'université Emory, au cours d'une visite à l'université Yale en 1998. C'est au laboratoire de Davis que nous avions découvert ensemble le moyen de manipuler un gène appelé *CREB* chez des rats, et d'amplifier la mémoire émotionnelle de ces rongeurs – par exemple, l'association entre un bip sonore et un choc électrique. Par le passé, mon laboratoire (aujourd'hui situé à l'université de Californie à Los Angeles) avait découvert, en collaboration avec d'autres chercheurs, que le gène *CREB* était nécessaire à la formation de la mémoire à long terme. Ce gène remplit cette fonction en codant une protéine qui régule l'expression d'autres gènes nécessaires à la mémoire. Au cours d'un processus d'apprentissage, certaines synapses (les structures cellulaires que les neurones utilisent pour communiquer les uns avec les autres) sont formées, ou renforcées, de façon à faciliter les échanges entre cellules nerveuses. La protéine CREB agit comme un architecte moléculaire dans ce processus. Sans son aide, la plupart des choses que nous vivons seraient oubliées.

Ce qui m'a le plus surpris, c'est que l'équipe de Davis ait réussi à améliorer la mémoire en n'augmentant les niveaux de CREB que dans un petit sous-groupe de neurones de l'amygdale, une région cérébrale essentielle pour la mémoire des émotions. Et cela implanta une question dans ma tête pendant des mois après ma visite à Yale : comment la mémoire pouvait-elle se retrouver dans une poignée de cellules nerveuses où elle semblait tirer avantage des quantités plus élevées de CREB ? Se pouvait-il donc que les cellules où était produite davantage de CREB aient plus de chances que les autres de participer à la formation de souvenirs ? Dans nos recherches sur CREB, nous nous sommes concentrés sur les fonctions de cette protéine dans deux régions cérébrales clés pour la mémoire : l'amygdale déjà citée mais aussi l'hippocampe crucial dans la mémoire des lieux.

Le miniscope est une innovation technique qui a permis de visualiser les souvenirs en formation dans un cerveau de souris. Il observe directement les neurones qui s'activent dans le crâne de l'animal, sans limiter les mouvements de ce dernier.

Notre première percée importante s'est produite lorsque nous avons recruté la neuroscientifique Sheena Josselyn, qui avait étudié CREB dans le laboratoire de Davis. Grâce à une série d'expériences animales d'abord réalisées dans mon laboratoire et plus tard avec des collègues dans son propre laboratoire de l'université de Toronto, Josselyn se servit d'un virus pour introduire des exemplaires supplémentaires du gène *CREB* dans certains neurones qui, dès cet instant, multiplièrent par quatre leur capacité de stocker des souvenirs effrayants.

En 2007, au terme d'une décennie d'efforts, mon équipe et celle de Josselyn ont accumulé les preuves que les souvenirs émotionnels n'étaient pas attribués à des neurones au hasard dans l'amygdale. Les cellules qui prennent en charge les souvenirs sont celles qui possèdent le plus de protéine CREB. Nous avons ensuite montré que CREB possède une fonction analogue dans d'autres régions du cerveau, dont l'hippocampe et le cortex.

QUELS NEURONES CRÉENT UN SOUVENIR ?

Pour confirmer le rôle joué par CREB dans l'allocation des souvenirs aux différents neurones, nous nous sommes orientés vers des méthodes récentes qui ont bouleversé l'étude de la mémoire au cours des dernières années. Ces techniques de

© Denise J. Cai, Integrative Center for Learning and Memory, université de Californie, Los Angeles

laboratoire permettent d'activer ou d'éteindre des neurones, avec pour effet de raviver un souvenir ou de le maintenir silencieux. C'est grâce à ces outils que Yu Zhou, dans mon laboratoire, a modifié un petit groupe de neurones de l'amygdale de souris de sorte qu'ils produisent de plus grandes quantités de CREB et expriment en outre une autre protéine mise au point par le laboratoire d'Edward Callaway à l'institut Salk d'études biologiques, à La Jolla, en Californie. Grâce à cette protéine, nous avons réduit au silence les neurones exprimant CREB au moment où nous le souhaitions. Lorsque nous éteignions les neurones possédant de forts taux de CREB et laissions actifs ceux possédant de plus faibles quantités de CREB, la mémoire des émotions était supprimée chez ces animaux. Cela montrait que les neurones produisant de grosses quantités de CREB étaient probablement impliqués dans le stockage des souvenirs.

Nous savions donc que les fortes concentrations de CREB pouvaient déterminer quelles cellules stockaient un souvenir en particulier, mais nous ne savions pas comment cela se produisait. Robert Malenka, de l'université Stanford, et ses collègues ont découvert que le fait d'augmenter la quantité de CREB dans certains neurones avait pour effet de les rendre plus facilement activables. Était-ce la raison pour laquelle les neurones produisant beaucoup de CREB étaient sélectionnés pour le stockage des souvenirs ? Pour répondre à cette question, Zhou a modifié les neurones de l'amygdale pour leur faire produire davantage de protéine CREB. Et à l'aide d'électrodes microscopiques, elle a constaté qu'ils étaient dès lors plus faciles à « allumer » que les neurones non modifiés. Leur excitabilité accrue (une plus grande disposition à recevoir et à transmettre les influx électriques qui véhiculent l'information d'un neurone à l'autre) laissait penser que ces cellules étaient mieux préparées pour mettre en mouvement les processus nécessaires à l'impression d'un souvenir.

Restait à tester cette idée. Zhou a examiné en détail les connexions synaptiques des neurones possédant beaucoup de CREB. De très nombreuses observations ont depuis longtemps conduit à la notion que la force des connexions synaptiques est un aspect déterminant de la formation des souvenirs. Après avoir entraîné les souris à réaliser une tâche qui créait chez elles des souvenirs émotionnels, elle a testé la force des connexions synaptiques de neurones de l'amygdale exprimant de fortes quantités de CREB. Pour cela, elle a stimulé les synapses de ces neurones à l'aide d'un faible courant électrique et a enregistré leurs réponses au moyen de fines électrodes. Comme elle s'y attendait, les neurones de l'amygdale remplis de CREB possédaient des synapses plus puissantes que les autres, ce qui était cohérent avec l'idée qu'ils participaient au stockage des souvenirs.

En « éteignant » les zones de recouvrement entre deux souvenirs, les neuroscientifiques font disparaître l'association entre eux. Mais ils préservent chaque souvenir séparément !

CREB, LA COLLE À NEURONES

Dans une recherche encore plus récente, le laboratoire de Josselyn a démontré que le souvenir d'une expérience effrayante pouvait être stocké dans un ensemble prédéterminé de neurones de l'amygdale. Ils ont établi ce fait en plaçant dans ces neurones un type particulier de canal ionique qui augmente leur excitabilité. Les canaux ioniques sont des pores à la surface des cellules, et ceux que Josselyn a choisis permettaient aux cellules d'être plus facilement excitées. Dans le même ordre d'idées, le laboratoire du neuroscientifique Albert Lee sur le campus de recherche Janelia de l'institut médical Howard-Hughes, à Ashburn, en Virginie, a découvert que le fait d'augmenter artificiellement l'excitabilité de neurones de l'hippocampe chez un rat lorsqu'il se trouve à un endroit donné, a pour conséquence que ces neurones ont tendance à se réactiver spontanément lorsque l'animal retourne au même endroit. Ce genre d'observation corrobore les nôtres : l'excitabilité joue un rôle essentiel pour déterminer quels neurones sont mis en jeu pour stocker un souvenir donné.

Finalement, notre équipe et celle de Josselyn ont tiré parti d'une technique révolutionnaire appelée optogénétique, qui utilise des stimulations lumineuses pour activer ou éteindre les neurones. Grâce à cette approche, nous avons allumé sélectivement des neurones possédant de plus forts taux de CREB. Thomas Rogerson et

Balaji Jayaprakash, à l'époque tous deux membres de mon laboratoire, ont tout d'abord modifié génétiquement des neurones de l'amygdale afin de leur faire produire davantage de protéine CREB mais aussi de channelrhodopsine 2 (ChR2), un canal ionique activé par la lumière bleue. Nous avons alors montré qu'il était possible de provoquer artificiellement le rappel d'un souvenir de peur chez des souris en utilisant la lumière pour allumer les neurones de l'amygdale possédant plus de CREB, mais pas ceux qui en renfermaient moins. Ce qui était une autre façon de confirmer que la mémoire était stockée dans ces neurones à forts taux de CREB.

À l'aide de molécules ciblant des neurones du souvenir, il devient possible de créer artificiellement un lien entre les souvenirs de deux événements.

LE COUPLAGE DES SOUVENIRS

En 2009, on m'a demandé d'écrire un article sur nos recherches sur la mémoire, et j'ai profité de cette occasion pour présenter nos idées sur la façon dont les souvenirs sont associés dans le temps. La capacité de CREB à décider quels neurones entrent dans la composition d'un souvenir – ce que nous appellerons l'allocation de mémoire – m'a conduit à l'hypothèse que ce processus pouvait être la clé de notre capacité à lier les souvenirs les uns aux autres. C'est ce que nous avons alors appelé, dans mon laboratoire, l'hypothèse de l'allocation de lien. Du fait que l'allocation de mémoire se fait sur un sous-groupe de neurones à fort taux de CREB, qui de ce fait sont plus facilement activables que leurs voisins, ce processus prépare les neurones à stocker un autre souvenir. Lorsque deux souvenirs partagent un grand nombre de neurones en commun, ils sont liés formellement.

En conséquence, l'activation de ces neurones au cours de la remémoration d'un de ces deux souvenirs, déclenche le rappel du second. Cette vision des choses débouchait sur une prédiction forte : deux souvenirs formés à peu de temps d'intervalle – la même journée, par exemple – ont plus de chances d'être formellement liés que s'ils sont séparés par de plus longues périodes. Pour des intervalles supérieurs à une journée, le second souvenir ne bénéficie plus de l'excitabilité produite par le premier et se trouve donc stocké dans un autre sous-ensemble de neurones. La limite de temps imposée au liage des souvenirs est *a priori* sensée, car les événements qui se produisent à l'échelle d'une journée ont bien plus de sens d'être connectés les uns avec les autres que ceux distants, mettons, d'une semaine.

Le fait d'écrire cet article et de mettre au clair ces idées m'a fait apparaître clairement le défi que constituerait leur mise à l'épreuve. L'hypothèse de l'allocation de lien était directe, mais la confirmation de sa validité n'était pas du tout claire à l'époque. Ce test devait attendre le moment propice.

La situation a changé quand Denise J. Cai et Justin Shobe, tous les deux membres de mon équipe, se sont joints au projet. Cai proposa une expérience astucieuse : elle et Shobe ont commencé à placer des souris dans deux cages au cours de la même journée, à cinq heures d'intervalle, dans l'espoir que les souvenirs des deux cages se trouveraient connectés l'un à l'autre. Plus tard, elles leur délivrèrent un léger choc électrique lorsqu'elles se trouvaient dans la seconde cage. Comme prévu, lorsque les souris furent placées dans la cage où elles avaient été électrisées, elles s'immobilisaient, probablement parce qu'elles se rappelaient avoir reçu un choc électrique à cet endroit. L'immobilisation est une réaction naturelle à la peur chez les souris parce que la plupart des prédateurs les détectent alors moins facilement.

L'observation importante fut faite lorsque Cai et Shobe placèrent les souris dans la première cage, où elles n'avaient pas été électrisées. Nous pensions que si les souvenirs des deux cages étaient liés, les souris placées dans la première se rappelleraient avoir reçu un électrochoc dans la seconde et s'immobiliseraient en anticipation – et c'est exactement ce qui se produisit.

Nous avons aussi prédit que les deux souvenirs auraient moins de chances d'être liés s'ils étaient séparés par un intervalle de temps de sept jours. Et effectivement, les souris replacées dans la première cage ne semblaient pas se souvenir de la deuxième lorsque l'intervalle de temps entre les deux premières expositions dépassait une semaine. En général, au-delà d'une journée d'intervalle, les souvenirs ne s'associent pas.

Aussi excitantes que fussent ces découvertes comportementales, elles ne permettaient pas de trancher sur une prédiction essentielle découlant de notre hypothèse, à savoir le fait que les

souvenirs individuels formés à peu de temps d'intervalle sont stockés dans une même zone du cerveau, au sein de populations neuronales se recouvrant partiellement. Ce recouvrement physique doit lier les souvenirs, de sorte que le rappel de l'un entraîne celui de l'autre.

UN MICROSCOPE PORTABLE POUR SOURIS

Pour tester l'hypothèse d'allocation de lien, il faudrait idéalement être en mesure de voir les souvenirs dans le cerveau au moment où ils se forment. Des techniques d'imagerie des neurones *in vivo* existent déjà, mais elles nécessitent de maintenir la tête de l'animal immobile, fixée à de gros microscopes, un montage qui n'est pas compatible avec les expériences de comportement que nous devons mener.

Je reste surpris de constater que bien souvent dans ma carrière la bonne technique est apparue juste au moment où nous en avions le plus besoin. Il se trouve que j'assistai à un séminaire à l'université UCLA donné par Mark Schnitzer, de Stanford, qui décrivit un tout petit microscope que son laboratoire venait d'inventer et qui pouvait visualiser l'activité de neurones dans des souris libres de se déplacer sans entrave. Ce microscope d'un poids de 2 à 3 grammes peut être porté par l'animal comme un chapeau. Cet instrument était tout ce dont notre équipe avait besoin pour pister les neurones activés par un souvenir donné. C'est lui qui nous a permis de savoir si ces mêmes neurones deviennent actifs quelques heures après, lorsqu'un autre souvenir est créé. Ce qui est une prédiction essentielle de l'hypothèse de l'allocation de lien.

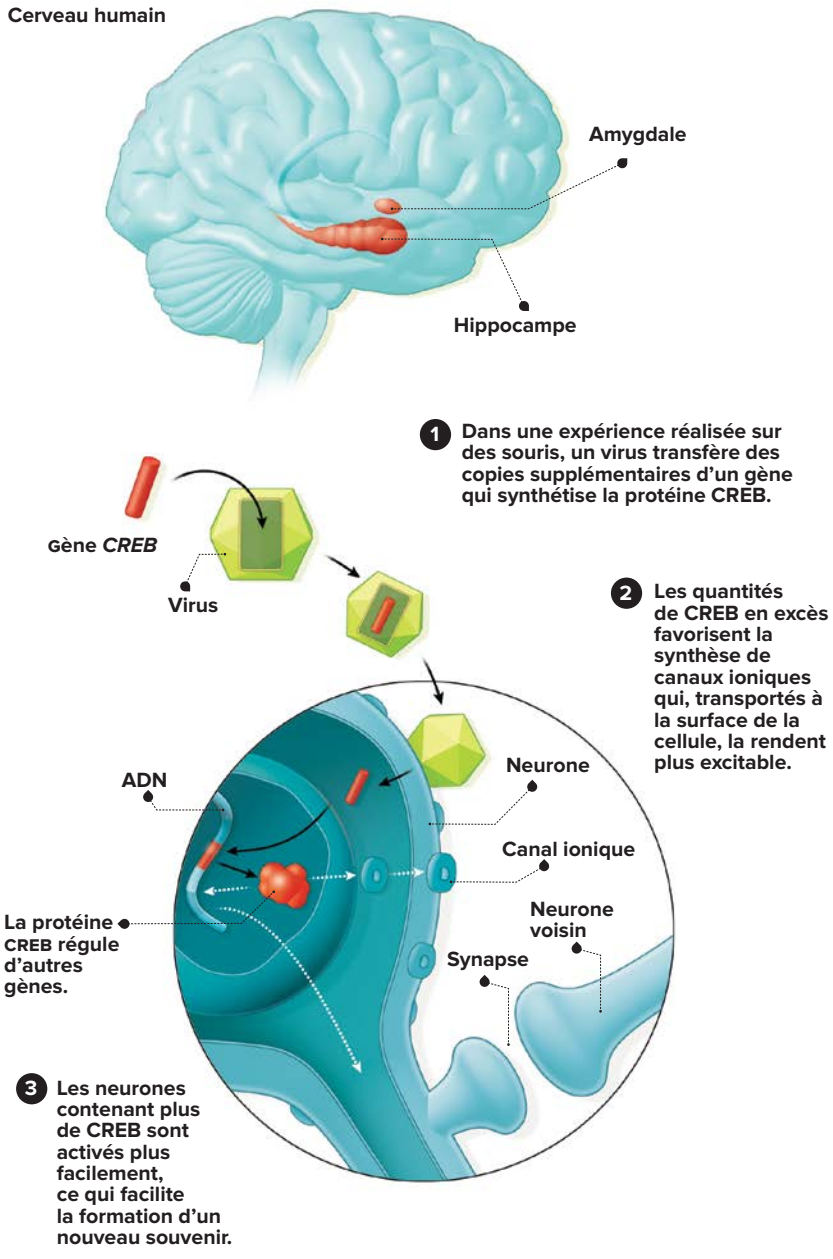
Nous étions si excités par cette invention, que nous avons décidé d'en créer notre propre version. Nous nous sommes associés avec les laboratoires de Peyman Golshani et Baljit Khakh, tous deux établis à UCLA, et avons embauché un stagiaire postdoctoral du nom de Daniel Aharoni, qui s'attela à la mise au point de ce que nous devions appeler plus tard les miniscopes de l'UCLA. Équipé d'une lentille insérée à proximité immédiate des cellules nerveuses, l'appareil est fixé au crâne de l'animal et reste stable tout au long des tests subis par la souris.

Pour visualiser uniquement les neurones activés par un souvenir, nous avons utilisé une autre technique dite d'indicateur de calcium codé génétiquement. Il s'agit d'injecter à l'animal une molécule qui devient fluorescente en présence de calcium : or un neurone qui s'active libère du calcium… Et devient donc visible au microscope.

Nous avons décidé de nous concentrer sur la région CA1 de l'hippocampe à cause de son rôle

SUR LA TRACE D'UN SOUVENIR

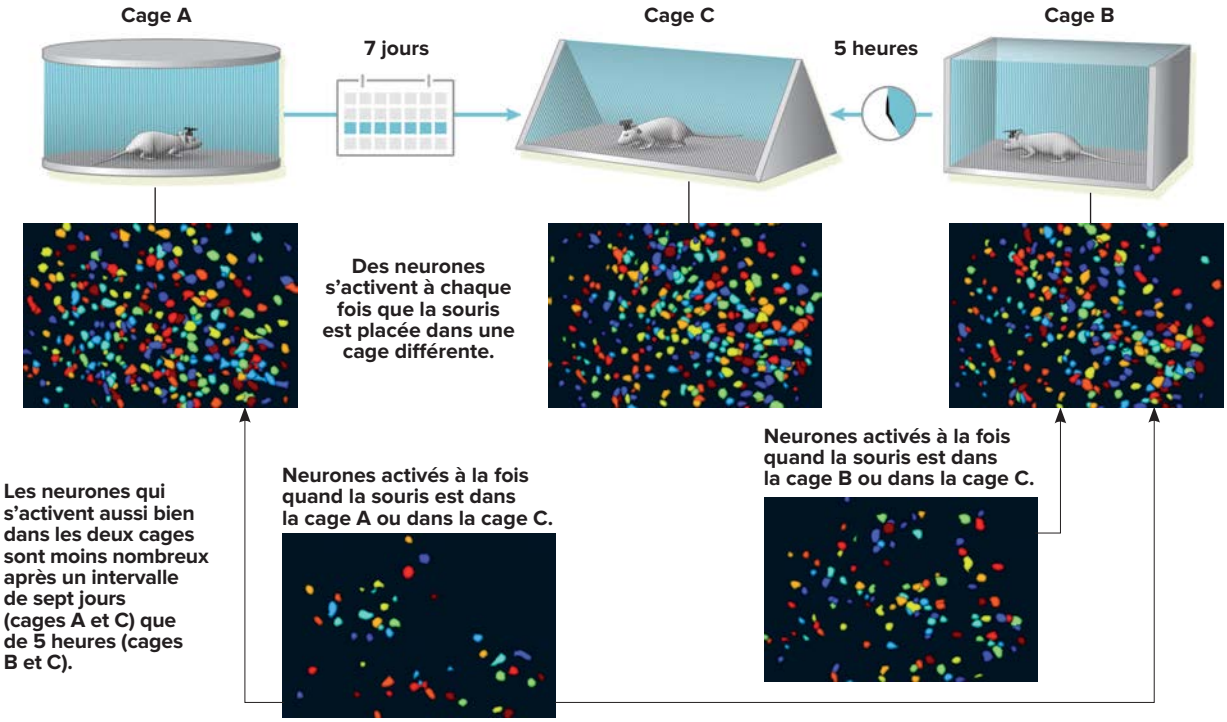
Quelques régions clés dans notre cerveau interviennent dans la formation de nos souvenirs. L'amygdale est essentielle pour les souvenirs à connotation émotionnelle, et l'hippocampe forme ceux liés à nos expériences personnelles. Les neurones où l'on augmente artificiellement la quantité d'une protéine appelée CREB voient augmenter leur probabilité de participer à un souvenir.



© Tami Tolpa

COMMENT NOTRE CERVEAU RELIE LES SOUVENIRS

L'instant « proustien » – quand un souvenir en appelle un autre – a une base cérébrale ! Des expériences ont révélé qu'une souris placée dans deux cages B et C associe les souvenirs de ces deux cages si elle y a été présente à moins de cinq heures d'intervalle. Elle n'associera pas les souvenirs des cages A et C si elle y a été placée à une semaine d'intervalle. L'association mnésique des cages B et C se produit parce que les souvenirs de ces deux endroits utilisent en grande partie des neurones en commun. Dès lors, la souris replacée dans la cage B réactive une partie des neurones codant le souvenir de la cage C, et le souvenir de cette cage est ravivé.



dans l'apprentissage et la mémorisation des lieux – par exemple, les cages que nous avions utilisées dans nos expériences de comportement. Les souris coiffées de leurs petits miniscopes ont été placées dans les deux cages : nous voulions savoir si l'intervalle de temps entre les placements dans les deux cages déterminait quels neurones étaient activés dans les deux cas.

Les résultats ont dépassé nos espérances. Lorsque les souris reliaient entre eux les souvenirs des deux cages, de nombreux neurones de l'aire CA1 actifs lorsque les animaux se trouvaient dans la première cage se trouvaient aussi activés quand ils exploraient la seconde. Si l'intervalle entre les deux visites était de cinq heures, les souris formaient deux souvenirs dans un ensemble similaire de neurones. Si on laissait s'écouler une semaine entre les visites des deux cages, les souvenirs activaient deux ensembles de neurones disjoints.

Cette découverte confirmait une prémisse essentielle de l'hypothèse d'allocation du lien : les souvenirs s'associent quand ils sont stockés dans des ensembles de neurones qui se recouvrent au moins en partie. De sorte que si vous réactivez un premier ensemble de neurones codant un premier souvenir, celui-ci stimule l'autre ensemble et facilite le rappel du second souvenir.

LES SOUVENIRS SUIVIS À LA TRACE

Pour valider plus solidement encore les résultats obtenus avec les miniscopes, Cai s'est tournée vers une autre méthode mise au point par le neuroscientifique Mark Mayford, aujourd'hui

© D. J. Cai *et al.* A shared neural ensemble links distinct contextual memories encoded close in time. *Nature*, vol. 534, 2016

à l'université de Californie à San Diego. Cette expérience a mis en œuvre une technique de Mayford appelée système TetTag (pour tetracycline tag). Ce système permet de marquer les neurones activés dans le cerveau d'une souris, quand elle forme le souvenir d'une cage où elle est placée, au moyen d'une sonde fluorescente qui reste ensuite active pendant des semaines.

Des études *postmortem* sur des animaux permettent alors de comparer les neurones activés récemment – repérables grâce à l'activité des gènes qui sont exprimés immédiatement après la formation du souvenir – avec ceux signalés par le marqueur à longue durée. Cette étape identifie non seulement les neurones allumés par un événement – auquel cas un neurone ne présente qu'un seul marqueur fluorescent – mais aussi ceux qui sont sollicités par deux événements distincts : dans ce cas, deux marqueurs différents sont visibles au microscope.

VISUALISER LA MÉMOIRE ASSOCIATIVE

En utilisant le même montage expérimental que précédemment, Cai et son équipe ont montré que pendant un court intervalle de cinq heures, le recouvrement entre les neurones qui codent chacun des deux souvenirs, observé avec deux marqueurs, est nettement plus important que ce qui serait observé si les deux souvenirs mettaient en œuvre des assemblées aléatoires de neurones. En revanche, si les deux événements mémorisés sont séparés d'une semaine, le recouvrement ne dépasse pas la répartition aléatoire.

D'autres expériences réalisées par l'équipe de Josselyn à Toronto ont apporté des preuves supplémentaires de la validité de notre hypothèse d'allocation de lien. Non seulement son équipe a réalisé une nouvelle version de notre expérience de marquage neuronal, mais les scientifiques ont aussi trouvé des indices comportementaux indépendants qui plaident en faveur de l'allocation de lien. Les chercheurs de Toronto ont suivi le raisonnement suivant : si les ensembles de neurones qui codent les deux souvenirs se recouvrent, les augmentations des taux de CREB causées par le premier souvenir doivent aussi renforcer le second. Mais au lieu de placer les souris dans des endroits différents, comme dans nos travaux, l'équipe de Josselyn a entraîné les animaux à apprendre à reconnaître deux différents sons. L'entraînement à reconnaître le premier son a renforcé le souvenir du second si les deux séances d'entraînement ont eu lieu en moins de six heures, mais pas au-delà.

Récemment, Kaoru Inokuchi et ses collègues de l'université de Toyama, au Japon, ont poussé cette analyse un cran plus loin. Ils ont utilisé la technique d'optogénétique pour inactiver le groupe de neurones partagé par deux différents souvenirs émotionnels, tout en laissant d'autres neurones inchangés, dont ceux propres et uniques à chacun des deux souvenirs. Les chercheurs ont montré qu'en inactivant les cellules partagées, ils abolissaient le lien entre les deux souvenirs, sans perturber le rappel de chaque souvenir individuel. Cette expérience élégante a fourni la preuve directe que les neurones partagés par deux souvenirs constituent le liant de notre mémoire. Elle s'est aussi ajoutée au nombre déjà important de travaux qui accumulaient les indices en faveur de notre hypothèse en plein développement d'allocation du lien.

Ensuite, nous avons décidé d'étudier les liens entre souvenirs chez des souris plus âgées. Comparées aux jeunes, celles-ci possèdent de plus faibles niveaux de CREB dans leur cerveau, y compris dans les neurones de leur aire CA1 de l'hippocampe. Il en résulte une moindre excitabilité, ce qui nous a amenés à prédire que les souris âgées devraient rencontrer des difficultés à lier différents souvenirs entre eux. C'est pourquoi Cai et ses collègues ont entrepris de répéter sur des animaux âgés une grande partie des expériences que nous avions mises au point sur des jeunes. Les résultats nous ont surpris. Les chercheurs expérimentés savent que les hypothèses ne sont que des outils, et nous ne nous attendons pas à ce que les nôtres soient forcément exactes. Mais cette fois, nos intuitions se sont révélées justes.

Chez les souris âgées, les souvenirs sont moins liés car les réseaux de neurones qui les stockent se recouvrent moins. Mais on peut restaurer ce lien.

Je me rappelle encore le moment où Cai fait irruption dans mon bureau, tout essoufflée, pour me dire que nos souris âgées, bien que se rappelant chaque cage, avaient des difficultés à faire le lien entre leurs souvenirs de l'une et de l'autre, et ce même lorsqu'elles les avaient visitées à cinq heures d'intervalle, une période amplement suffisante pour la formation d'un lien mnésique chez

25 %
DES NEURONES ACTIVÉS

par un premier souvenir le sont aussi par un second, moins de 5 heures plus tard. Cette réutilisation assure un lien entre les deux faits passés. Par comparaison, seuls 3 % des neurones sont réactivés si l'intervalle est de 7 jours.

des souris jeunes. Et les images obtenues par miniscope montraient un très faible recouvrement des ensembles de neurones associés aux deux souvenirs…

Imaginez quelle fut notre excitation ! Pourtant, nous sommes sceptiques par déformation professionnelle et nous avons donc repris nos manipulations encore et encore pour être bien certains de ce que nous avions observé. Mais au cours des essais suivants, les résultats ont été encore plus convaincants. Les neurones des souris âgées, produisant de faibles quantités de protéine CREB, ne liaient pas entre eux les souvenirs avec la même efficacité que les plus jeunes.

Galvanisés par ces résultats, nous avons immédiatement élargi le spectre de nos recherches. Et nous sommes posé notamment une question : était-il possible d'augmenter artificiellement l'excitabilité d'un ensemble de neurones de l'aire CA1 pile au moment où les souris âgées exploraient les deux cages, de façon à réactiver dans la seconde certains des neurones sollicités dans la première ? Pour le savoir, nous avons mis en œuvre une technique d'un genre nouveau qui permet de munir un neurone de récepteurs sensibles à certaines molécules que l'on peut alors diffuser à leur surface, provoquant l'activation à volonté de la cellule. Une stratégie baptisée du nom mémorable de Dreadd (qui signifie terreur, en anglais), pour *Designer Receptors Exclusively Activated by Designer Drugs*, que l'on peut traduire par « récepteurs sur mesure activés exclusivement par des molécules sur mesure ». L'essentiel à retenir est l'aspect suivant : en administrant les molécules activatrices à l'animal, on active les récepteurs présents à la surface des neurones ainsi modifiés dans l'aire CA1 de l'hippocampe aux moments souhaités, à savoir quand la souris pénètre dans la première cage, puis lorsqu'elle entre dans la seconde. Et l'on crée un lien artificiel entre les souvenirs de ces deux instants.

Je dois avouer que de prime abord l'idée d'une telle expérience paraissait pour le moins audacieuse. Une multitude de causes pouvaient la faire échouer. Premièrement, les souvenirs de lieux mettent en jeu des millions de neurones disséminés à travers une variété d'aires cérébrales interconnectées, et pas seulement la région CA1. Le vieillissement pourrait avoir affecté les mécanismes de liage des souvenirs dans un grand nombre de ces aires, si ce n'est dans toutes. Et, de ce fait, même si nous avions réussi à augmenter l'excitabilité d'un ensemble de neurones au sein de la zone CA1, ces cellules auraient tout à fait pu ne pas être les bonnes. Pire : nous aurions bien pu ne pas susciter les niveaux appropriés d'excitabilité.

RECOLLER LES SOUVENIRS ENSEMBLE

Et pourtant, l'expérience a marché. La clé pour ce genre de test « miracle » est généralement de savoir trouver le bon équilibre entre l'investissement en temps et en argent d'une part, et le bénéfice potentiel que l'on peut en espérer d'autre part. Mais dans notre cas précis, c'est vraiment la chance qui a décidé de l'issue. En restaurant les niveaux d'excitabilité des neurones dans un sous-ensemble précis de neurones de l'aire CA1 chez des souris âgées, nous avons réussi à allouer les deux souvenirs de cages en grande partie à un même groupe de neurones au sein de cette zone, ce qui a restauré le liage des souvenirs chez ces animaux.

Peut-être la compréhension de ces phénomènes nous aidera-t-elle un jour à mettre au point des traitements pour les troubles de la mémoire observés dans des maladies comme la dépression, le déclin cognitif lié à l'âge, la schizophrénie ou le trouble bipolaire. Et une chose est désormais certaine : les recherches sur la formation des souvenirs semblent désormais moins bridées par l'éventail des techniques disponibles que par les limites de notre imagination.

Bibliographie

D. J. Cai *et al.*, A shared neural ensemble links distinct contextual memories encoded close in time, *Nature*, vol. 534, pp. 115-118, 2016.

A. J. Rashid *et al.*, Competition between engrams influences fear memory formation and recall, *Science*, vol. 353, pp. 383-387, 2016.

M. L. Schlichting et A. R. Preston, Memory integration : Neural mechanisms and implications for behavior, *Current Opinion in Behavioral Sciences*, vol. 1, pp. 1-8, 2015.

S. A. Josselyn *et al.*, Finding the engram, *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 16(9), pp. 521-534, 2015.

Thomas Rogerson *et al.*, Synaptic tagging during memory allocation, *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 15(3), pp. 157-169, 2014.

ABONNEZ-VOUS À Cerveau & Psycho

FORMULE DÉCOUVERTE

-24%

54€
Au lieu de ~~71,50€~~

FORMULE INTÉGRALE

-38%

69€
Au lieu de ~~111,50€*~~

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Cerveau & Psycho - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

❑ OUI, je m'abonne à Cerveau & Psycho pour 1 an, je choisis ma formule ci-dessous :

❑ FORMULE **DÉCOUVERTE**

11 n° de Cerveau & Psycho

54€ Au lieu de ~~71,50€~~

D1A54E

❑ FORMULE **INTÉGRALE**

11 n° de Cerveau & Psycho
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 2003

69€ Au lieu de ~~111,50€*~~

I1A69E

*Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.cerveauetpsyhco.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Cerveau & Psycho.

J'INDIQUE MES COORDONNÉES

PAS091C

❑ M. ❑ Mme

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

_____

Code postal |_|_|_|_|_| Ville : _____

Téléphone |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

• Mon e-mail : (à remplir en majuscule)

_____@_____

J'accepte de recevoir les informations de *Cerveau & Psycho* et de ses partenaires ❑ OUI ❑ NON

❑ OUI ❑ NON

• Je choisis mon mode de règlement :

❑ Par chèque à l'ordre de *Cerveau & Psycho*

❑ Par carte bancaire

N° |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_|

Date d'expiration : |_|_| |_|_| Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : |_|_|_|

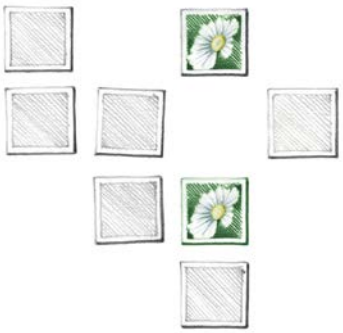
Signature obligatoire

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

Le vélo, c'est bon pour le cerveau

La bicyclette a été inventée il y a plus de 150 ans. Aujourd'hui, elle est sans doute le moyen de transport le plus sain – y compris pour nos cellules grises. La preuve en dix faits scientifiquement mesurés.

Par Anna von Hopffgarten / Illustration : Martin Müller



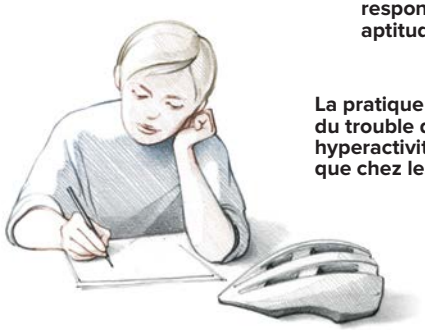
Trente minutes de vélo augmentent à court terme les capacités de réflexion, notamment l'attention et la faculté de planifier nos actions.

1

2

De façon générale, les sports qui sollicitent l'équilibre et la coordination – dont le vélo fait partie – sont bénéfiques pour nos capacités de concentration et d'attention soutenue. Les mouvements complexes et synchrones stimulent les aires cérébrales responsables de ces aptitudes.

3



La pratique du vélo réduit les symptômes du trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité, aussi bien chez les adultes que chez les enfants.

4

5

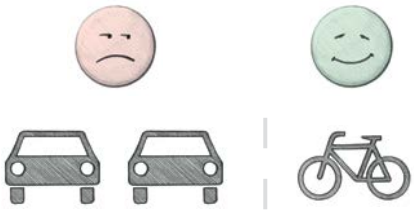
Enfourcher régulièrement sa petite reine fait pousser des cellules nerveuses dans l'hippocampe, la centrale des souvenirs dans notre cerveau. Une croissance favorisée par une protéine du nom de BDNF, ou facteur de croissance dérivé du cerveau, qui est libérée en masse lorsque nous roulons.

Conséquence étonnante : après le vélo, les femmes sont plus réceptives à l'excitation sexuelle.

La pratique régulière de la bicyclette, comme d'autres sports, a un effet physiologique analogue aux médicaments conçus pour améliorer l'humeur. Elle s'accompagne d'une accumulation de tryptophane, un précurseur de la sérotonine, le neuromédiateur du bien-être. L'effet est comparable à celui des antidépresseurs : avec plus de sérotonine dans les synapses, on se sent mieux au bout de quelques semaines.

6

Comparés aux usagers de la voiture, les adeptes du cyclisme sont plus calmes, s'énervent moins souvent et se sentent moins stressés.



7

8

Quand un automobiliste double un cycliste, il laisse moins de distance entre eux deux si le cycliste porte un casque que s'il n'en porte pas. Et il le « serre » encore plus si c'est un homme que s'il s'agit d'une femme.

9

Attention : vous aurez plus tendance à prendre des risques si vous portez un casque que si vous n'en portez pas.

10

Le vélo fait fondre les kilos : une sortie de 30 minutes fait consommer entre 195 et 560 calories à vos muscles, en fonction de votre vitesse et selon que vous soyez un homme ou une femme :

♂	allure	♀
210 Kcal	allure tranquille 15-20 km/h	195 Kcal
280 Kcal	allure modérée 20-23 km/h	260 Kcal
350 Kcal	allure soutenue 23-26 km/h	320 Kcal
420 Kcal	allure rapide 26-30 km/h	390 Kcal
560 Kcal	allure très rapide 30 km/h et plus	520 Kcal

En comparaison :

Une tablette de 100 g de chocolat au lait a une valeur calorique moyenne de :

550 Kcal

FAB
BRI

Vilayanur Ramachandran, chasseur de membres fantômes

Par **Daniela Ovadia,** *codirectrice du laboratoire Neurosciences et société de l'université de Pavie, en Italie, et journaliste scientifique.*

En donnant à des patients amputés l'illusion de voir leur membre perdu, Ramachandran a réussi à atténuer leur douleur « fantôme ». Dans leur cerveau, la représentation neuronale du membre s'est évanouie.

Le « Marco Polo des neurosciences » : voilà le surnom donné à Vilayanur Subramanian Ramachandran suite à ses découvertes révolutionnaires sur le fonctionnement du cerveau. Né en 1951 dans la région du Tamil Nadu dans le sud de l'Inde, fils d'un ingénieur et diplomate des Nations unies qui emmène sa famille lors de ses missions en Inde et en Thaïlande, Ramachandran étudie dans les meilleures écoles de Madras et de Bangkok. Il obtient son doctorat de recherche auprès du prestigieux *Trinity College* de Cambridge. Mais c'est aux États-Unis qu'il trouve sa voie dans le domaine des neurosciences modernes, en abordant des thèmes comme le rapport entre le corps, l'intelligence et la conscience. À ceux qui lui font remarquer qu'il a choisi de travailler sur des mécanismes cognitifs rares ou bizarres, dont les membres fantômes, Ramachandran répond : « Je n'ai jamais pensé que certains phénomènes n'étaient pas assez sérieux pour mériter d'être étudiés avec les instruments de la science, peut-être parce que je viens d'une culture dans laquelle le mysticisme fait partie de la vie quotidienne. »

Au début des années 1990, le neurophysiologiste indien devient directeur du Centre du cerveau et de la cognition de l'université de San Diego. Jusqu'alors, il s'est surtout intéressé à la perception et à la vision. Mais, en Californie, il commence à se pencher sur les pathologies qui perturbent l'intégrité du schéma corporel : des syndromes neurologiques, comme celui de Capgras, qui conduit le malade à penser que les personnes de son entourage ont été substituées par des sosies, des troubles de l'identité corporelle, et les fameux membres fantômes.

EN BREF

- **À la fin du XX^e^ siècle, Ramachandran étudie les membres « fantômes » des patients amputés.**
- **Ces derniers ressentent encore la partie du corps absente, voire présentent des douleurs fantômes.**
- **Car chaque région du corps est représentée dans une aire corticale. Si un bras manque, les neurones associés continuent d'être actifs.**
- **Grâce à un dispositif simple composé d'un miroir, Ramachandran permet aux patients de « voir » leur membre perdu. Et la douleur disparaît…**

SENTIR UNE PARTIE DU CORPS QUI N'EXISTE PLUS

« Environ 90 % des individus ayant subi une amputation ressentent le membre manquant comme s'il était encore présent. Dans les deux tiers des cas, cette perception prend la forme de

© Stefano Fabbri

douleurs que personne ne sait soigner : comment traiter une partie du corps qui n'existe plus ? », questionne Ramachandran. Peut-être en l'amputant une seconde fois… au niveau cérébral.

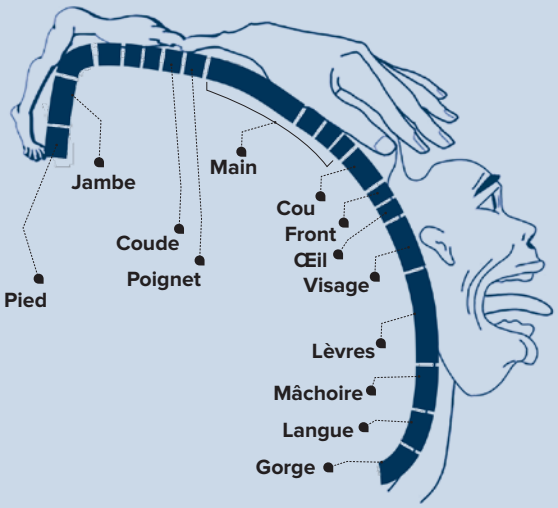
Le phénomène du membre fantôme n'est pas une découverte récente. Les médecins militaires le signalent déjà lors des campagnes napoléoniennes, ainsi que les chirurgiens durant la Première Guerre mondiale. Le « fantôme » est souvent un bras, une jambe, mais il s'agit parfois d'un sein après une mastectomie, voire d'un viscère, par exemple quand des femmes ayant subi une hystérectomie continuent d'éprouver les douleurs utérines qui étaient la cause de l'opération.

Avant les expériences de Ramachandran, on pense que la présence de névromes, des irritations des terminaisons nerveuses amputées, explique la persistance de sensations provenant de la partie du corps désormais absente. Mais tous les traitements mis en œuvre selon cette hypothèse se révèlent inefficaces, et les médecins sont parfois contraints de sectionner les terminaisons nerveuses pour libérer le patient de ses douleurs.

En 1989, le psychologue canadien Ronald Melzack se demande si l'origine du trouble ne se trouverait pas dans le système nerveux central (cerveau et moelle épinière), et non en périphérie. Il suppose l'existence d'une sorte de « neuromatrice », un réseau de connexions neuronales produit dans le cortex par les expériences corporelles. Même lorsque les informations en provenance de la périphérie cessent d'arriver, la neuromatrice resterait active et créerait l'illusion de la persistance de la partie manquante. Deux ans après, un groupe de neurophysiologistes de l'Institut de la santé à Bethesda, aux États-Unis, dirigé par Tom Pons, démontre que le cortex somatosensoriel primaire – qui reçoit les informations sensorielles de la périphérie – tend à se réorganiser lorsqu'un stimulus corporel disparaît. En d'autres termes, il préexiste aux toutes premières sensations qui arrivent au cortex et ne peut être que partiellement modifié. Ramachandran l'a démontré en 2012 en décrivant le cas d'une patiente née avec un bras mal formé, dépourvu de doigts (une phocomélie). Après avoir été amputée suite à un accident, elle se plaignait d'un membre fantôme, mais du côté du bras et de ses cinq doigts sains ! Peu importe finalement que la partie du corps concernée existe toujours ou non et qu'elle soit encore utilisée ou non. Pour le cerveau, elle est présente tant que rien ne démontre le contraire, ce qui permet de résoudre la dissonance cognitive entre le *hardware* et les informations en provenance de la périphérie.

COMMENT LE CORPS EST REPRÉSENTÉ DANS LE CORTEX

Quand les récepteurs de la peau perçoivent un stimulus tactile ou thermique, ils produisent une impulsion électrique qui arrive aux neurones du tronc cérébral. Le signal est transmis au cortex somatosensoriel en passant par le thalamus, qui joue le rôle d'une station de triage. Les influx nerveux en provenance du pouce stimulent une région du cortex uniquement dédiée à ce doigt, qui se situe à côté de l'aire de l'index et des autres doigts. La zone de la main est voisine de celle du bras, qui à son tour côtoie celle de l'épaule, et ainsi de suite. Plus les récepteurs sont actifs dans une partie du corps, plus leur représentation dans le cortex est étendue. À noter que la main et le visage occupent chacun une région importante, près du quart du cortex somatosensoriel, bien davantage que le bras ou le dos. Cette représentation cérébrale est visualisée graphiquement sous la forme d'un homonculus sensitif : les parties du corps sont dessinées sans respecter les proportions réelles, mais selon la surface corticale qui leur est assignée *(voir la figure ci-contre)*.



Dès la fin des années 1960, les scientifiques ont compris que ce schéma corporel permettait d'expliquer des phénomènes comme celui du membre fantôme, mais ils étaient convaincus que cette représentation n'était modifiable que durant les premières années de vie. L'identification de cette période critique valut à David Hubel et Torsten Wiesel le prix Nobel de physiologie et de médecine en 1981 : en obturant un œil à des animaux dès leur naissance, ils ont montré que le sens de la vue était perdu pour toujours. Il existe donc une relation étroite, au niveau cérébral, entre les signaux sensoriels et le développement du sens associé. Le schéma corporel est donc une structure donnée du cerveau, une forme de *hardware* :

© Cerveau & Psycho

quelque chose change au niveau cérébral quand l'organisme subit une modification importante.

Au même moment, Ramachandran rencontre un patient amputé, Victor, qui le met sur la voie d'un traitement possible… Dans le numéro de *Science* de novembre 1992, le neurophysiologiste expose une élégante théorie sur les phénomènes de réorganisation du cortex cérébral, en se fondant sur une expérience conduite avec ce patient. Ramachandran explique : « Victor a subi une amputation du bras gauche. Un mois après, dans le cadre d'une évaluation neurologique, je lui fais passer des tests de perception tactile. Lorsque je touche son visage avec une baguette, Victor sent le stimulus sur le bras et la main amputés. »

En suivant un protocole d'examens rigoureux, Ramachandran découvre que les structures du bras et de la main que Victor a perdus quand il tentait de franchir illégalement la frontière entre le Mexique et les États-Unis sont dorénavant présentes sur son visage et sa joue. Les doigts y sont représentés un à un et dans l'ordre normal. Le patient a toujours la sensibilité tactile de la joue, mais perçoit deux sensations distinctes : l'une relative au visage et l'autre au bras disparu.

QUAND LA MAIN EMPIÈTE SUR LE VISAGE

C'est la preuve que les intuitions de Melzack et Pons étaient correctes : dans le cerveau humain, il existe une cartographie des représentations corporelles, qui se remanie lorsque les sensations en provenance de la périphérie viennent à manquer. Ramachandran le confirme : « Avec les études d'imagerie médicale publiées en 1994, nous avons démontré que l'aire de représentation de la partie du corps amputée est "contaminée" par la représentation adjacente qui lui est proche. Dans le cas de Victor, la main et le visage sont contigus sur le cortex, la région de la première ayant envahi celle du second. C'est une nouvelle interprétation du membre fantôme. »

Au milieu des années 1990, Ramachandran étudie les travaux du neuroscientifique italien Giacomo Rizzolatti, qui a découvert l'existence des neurones miroirs ; ces derniers s'activent dans le cortex non seulement lorsqu'une personne effectue une action, mais aussi lorsqu'elle voit un autre individu la réaliser. Le scientifique indien applique alors la théorie des neurones miroirs aux membres fantômes : « Si les neurones miroirs s'activent lorsque nous regardons une autre personne agir, alors la perception visuelle joue un rôle dans la création de la sensation du mouvement. » D'où son idée de traitement du membre fantôme, une expérience simple qui lui vaut sa renommée et qui est encore utilisée aujourd'hui.

> **Dès qu'il a vu dans un miroir le reflet de la main saine qui s'ouvrait, Jimmy a senti son poing fantôme se décrisper et la douleur disparaître.**

90 %

ENVIRON DES INDIVIDUS AMPUTÉS

ressentent le membre manquant comme s'il était encore présent.

En effet, l'une des qualités de Ramachandran est sa capacité à mettre au point des expériences triviales et élégantes avec une grande économie de moyens. À une époque où l'on a l'impression que les neurosciences n'obtiennent des résultats qu'en ayant recours à des dispositifs complexes et coûteux, ses travaux démontrent qu'il est encore possible de trouver des informations précieuses sur le fonctionnement du cerveau avec des objets du quotidien…

Son expérience de la boîte-miroir en est un exemple frappant : une boîte à deux compartiments, séparés par un miroir, chacun percé par un trou. Le patient glisse son bras sain dans l'un des trous et le membre amputé dans l'autre. Grâce au miroir, en regardant la boîte, le patient « voit » ses deux bras intègres, puisqu'il perçoit le reflet du membre sain à la place du bras inexistant. S'il bouge le membre sain, il a la sensation que c'est le bras amputé qui effectue le mouvement.

LA BOÎTE-MIROIR CRÉE UN CONFLIT SENSORIEL

Ramachandran raconte : « Vers la moitié des années 1990, un patient amputé du bras gauche, Jimmy, arrive chez nous. Il est le premier à essayer la boîte-miroir. Son bras fantôme le fait beaucoup souffrir, notamment parce qu'il sent son poing tellement crispé que ses ongles s'enfoncent dans la paume de la main inexistante. » Le scientifique indien demande alors à Jimmy de bouger simultanément la main saine et la main fantôme, pendant qu'il regarde dans le miroir le reflet du membre sain : « Dès qu'il a vu le reflet de la main saine qui s'ouvrait, Jimmy a senti son poing fantôme se décrisper et la douleur disparaître. »

L'explication est simple : le miroir crée un conflit sensoriel intense. La vision dit : « Le bras bouge », tandis que le cortex cérébral « sait » que le membre, certes inexistant, est paralysé ou

tellement douloureux qu'il reste immobile. Ramachandran s'exclame : « Pour résoudre le conflit, le cerveau élimine la sensation du membre fantôme. Avec notre boîte-miroir, nous avons réalisé la première amputation d'un bras fantôme ! »

Le neurophysiologiste réitère l'expérience avec d'autres volontaires et rassemble ses données dans une étude publiée dans la revue *Brain* en 1998. Il obtient des résultats similaires pour la quasi-totalité des cas. C'est ainsi que naît la *mirror visual feedback therapy*, la thérapie du miroir avec feedback visuel, qui est appliquée à d'autres situations de membres douloureux ou paralysés : « Les études sur des patients ayant subi un accident vasculaire cérébral montrent que cette thérapie est utile pour réduire les spasmes du bras et favoriser la réhabilitation motrice. Dans ce cas, il n'y a pas perte d'un membre, mais perte de la fonction, et l'illusion du mouvement engendrée par le miroir favorise les phénomènes de neuroplasticité. On a aussi mis en évidence le même effet dans certaines formes d'arthrose de la main. »

QU'EST-CE QUI PROVOQUE LE FANTÔME ?

Avec l'expérience de Ramachandran, la question du fantôme semble résolue. Mais ces vingt dernières années, des scientifiques ont proposé d'autres interprétations qui conservent certains éléments de la théorie de Ramachandran et en contredisent d'autres. Par exemple, au-delà de l'hypothèse d'un conflit entre vision et proprioception (les informations issues du corps), on considère parfois que l'effet miroir correspond à un changement du cortex sensoriel primaire dû à une mauvaise adaptation à l'amputation ; c'est une forme de neuroplasticité « négative » qui n'aide pas à récupérer la fonction perdue, étant donné que l'instrument matériel qui l'exécute (le membre amputé) fait défaut. Selon une troisième théorie, le membre fantôme résulterait de la mémoire de nos postures : notre corps ne réussit pas à oublier ce qu'il percevait auparavant de façon continue.

En 2013, une neurophysiologiste de l'université d'Oxford, Tamar Makin, publie une expérience qui infirmerait la théorie de la « plasticité négative ». Elle montre que la représentation du membre manquant sur le cortex est plus intense après l'amputation qu'avant. Il n'y aurait donc pas de réorganisation négative après l'amputation, mais plutôt une surexcitation de la région cérébrale concernée.

La même année, Marshall Devor, de l'université hébraïque à Jérusalem, conduit une expérience avec 32 amputés de la jambe : il leur injecte un anesthésique local au niveau de la moelle épinière, à la sortie du système nerveux périphérique. La sensation du fantôme disparaît alors, ainsi que la douleur, tandis que le fonctionnement des cartes sensorielles cérébrales reste intact. Si ce résultat est confirmé, il s'agirait du premier traitement périphérique des douleurs du membre fantôme, qui ouvrirait la voie à de nouvelles expériences. Et ces dernières devront alors découvrir pourquoi ce phénomène peut être manipulé en agissant soit sur le cerveau, comme l'a fait Ramachandran, soit sur les nerfs périphériques, comme l'a constaté Devor. ●

Bibliographie

K. Guenther, "It's all done with mirrors" : V. S. Ramachandran and the material culture of phantom limb research, *Med. Hist.*, vol. 60, pp. 342-358, 2016.

P. D. McGeoch et V. S. Ramachandran, The appearance of new phantom fingers post-amputation in a phocomelus, *Neurocase*, vol. 18, pp. 95-97, 2012.

SOMMAIRE

p. 44
Quoi de neuf, docteur smartphone ?

p. 52 Interview
La réalité virtuelle soignera de plus en plus de maladies psychiques

p. 58
Mon psy sur Internet

LES APPLIS QUI SOIGNENT

Les applications smartphones

pullulent sur le marché et promettent de soigner un large éventail de pathologies mentales, de la dépression à l'insomnie en passant par les addictions ou la schizophrénie. Dans le même temps, la réalité virtuelle débarque dans les hôpitaux et les thérapies à distance s'invitent jusque chez les patients. Cette irruption de la technologie dans le domaine du soin psychologique, où le lien humain compte tant, en fait trembler plus d'un : le visage compréhensif du médecin sera-t-il bientôt remplacé par la froideur d'un écran ? Rien n'est moins sûr, car la relation avec le soignant est souvent une des clés de la thérapie. Mais ces nouveaux outils pourraient bien être d'une aide précieuse, aussi bien pour le diagnostic que pour le suivi et le traitement des patients.

Reste qu'il faut prendre garde aux dérives : la profusion des applications est difficile à contrôler et certaines donnent des conseils fantaisistes, voire dangereux – comme boire de l'alcool fort pour mieux dormir ! Guide des bonnes pratiques, sites de confiance, efficacité réelle des applis et des « cyberinterventions » : un état des lieux était nécessaire. Nous vous le proposons dans ce dossier.

Guillaume Jacquemont

QUOI DE NEUF DOCTEUR SMARTPHONE ?

Les applications mobiles en santé mentale sont de plus en plus nombreuses. Mais quelle est leur efficacité réelle ? Sont-elles une vraie promesse pour le soin psychologique ? Une analyse critique de la situation est indispensable.

Emily Anthes *est journaliste indépendante à New York.*

EN BREF

- **Des milliers d'applis sont aujourd'hui proposées dans le commerce contre la dépression, l'anxiété, l'insomnie, les addictions…**
- **Certaines délivrent juste des informations, d'autres interagissent avec l'utilisateur pour surveiller ou alléger ses symptômes, voire avertissent un spécialiste en cas de problème.**
- **La plus grande difficulté est de savoir auxquelles se fier. Car si certaines semblent efficaces, une immense majorité n'a pas vu ses effets validés et une partie d'entre elles pourraient même être néfastes.**

Quand vous tapez le mot anglais *depression* sur l'App Store d'Apple, plus d'une centaine de propositions apparaissent à l'écran. Des applications pour diagnostiquer une dépression (Depression Test), suivre son humeur (Optimism) ou penser positivement (Affirmations !). Il y a aussi Depression Cure Hypnosis – « n°1 des applications de traitement de la dépression par l'hypnose » –, Gratitude Journal – « la manière la plus simple et la plus efficace de reconnecter votre cerveau en seulement 5 minutes par jour » – et bien d'autres. Et la dépression est loin d'être le seul trouble psychologique que les applications promettent de soigner. D'autres sont ainsi spécialisées dans le traitement de l'anxiété, de la schizophrénie, du syndrome de stress post-traumatique, des troubles alimentaires ou des addictions.

Cette industrie émergente pourrait répondre à une demande importante. Si l'on en croit les estimations, 29% de la population développe au moins un trouble mental au cours de sa vie. Et les données de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) révèlent que la plupart des personnes concernées ne reçoivent pas le traitement dont elles auraient besoin : c'est le cas de 55 % d'entre elles dans les pays développés et de 85 % d'entre elles dans les pays en voie de développement. Un « vide sanitaire » dont les applications mobiles s'empareraient aujourd'hui *(voir l'encadré page 47)*. Présents partout, les smartphones et leurs

applications glisseraient un thérapeute mobile dans toutes les poches, notamment dans les zones pauvres ou rurales. « Nous pouvons désormais atteindre des personnes qui, récemment encore, nous étaient complètement inaccessibles », se réjouit Dror Ben-Zeev, qui dirige le volet « mobile » du programme de santé mentale mis en place au Centre de recherche psychiatrique Dartmouth, à Lebanon, dans le New Hampshire.

Une idée qui séduit les organismes de santé publique, en particulier l'OMS. Dans son Plan d'action pour la santé mentale 2013-2020, cet organisme insiste sur la « promotion de l'auto-prise en charge, par exemple grâce aux technologies électroniques et mobiles ». Ou le Service de santé britannique (NHS), qui propose sur son site internet la rubrique « NHS Choices », une courte liste de ressources en ligne, dont quelques applications, ayant reçu l'aval de la communauté scientifique.

Mais la technologie avance bien plus vite que la science. Si certaines applications commencent à recueillir quelques preuves de leur efficacité, la majorité n'ont pas encore été testées. Une partie d'entre elles risquent de se révéler inefficaces, voire nuisibles. Et si les scientifiques et les responsables de santé commencent à s'intéresser de plus près aux bénéfices potentiels et aux écueils de ces nouvelles technologies, il reste encore beaucoup à apprendre – et beaucoup à faire pour aider le consommateur à s'y repérer. « Si vous tapez le mot "dépression", il est difficile de savoir si les applications qui s'affichent sont de bonne qualité, efficaces ou même simplement inoffensives », confirme John Torous, psychiatre à l'École médicale Harvard, à Boston, et responsable d'une mission d'évaluation des applications sur smartphone pour l'Association psychiatrique américaine. « Aujourd'hui, on a plutôt le sentiment d'être au Far West. »

LE BONHEUR EN UN CLIC

Ce n'est pas la première irruption de l'électronique en psychologie. De nombreux travaux montrent l'efficacité des psychothérapies dites cognitivo-comportementales proposées sur Internet ; en s'attaquant aux comportements et aux pensées problématiques, elles aident à soigner la dépression, l'anxiété et les troubles alimentaires *(voir l'article Mon psy sur Internet, page 58)*. Mais nombre d'entre elles requièrent de longues sessions devant un écran d'ordinateur, en vidéoconférence avec le thérapeute.

Les applications, elles, sont disponibles partout, tout le temps. « C'est un moyen flexible, qui s'adapte très bien à nos modes de vie actuels, et qui permet d'éviter la crainte de la stigmatisation – leur utilisation peut ainsi être un premier pas pour ceux qui ne sont pas prêts à consulter un médecin », explique Jen Martin, de Mindtech, un centre de recherche britannique spécialisé dans le développement et le test de nouvelles technologies au service de la santé mentale.

Une des applications les plus plébiscitées a été conçue pour répondre à cette demande de flexibilité. Elle vise à assister les anciens combattants souffrant de stress post-traumatique. En 2010, des psychologues du gouvernement américain qui accompagnaient ces derniers se sont rendu compte que leurs patients cherchaient désespérément un outil disponible à chaque fois que les symptômes faisaient surface. « Ils voulaient quelque chose qu'ils pourraient utiliser au moment précis où la détresse émerge – par exemple, lorsqu'ils faisaient la queue au supermarché », explique le psychologue clinicien Eric Kuhn, en charge des applications mobiles au Centre américain du syndrome de stress post-traumatique, rattaché au ministère des Anciens Combattants.

Si vous tapez le mot « dépression » dans un AppStore, il est difficile de savoir si les applications proposées sont efficaces ou même juste inoffensives.

Ce dernier s'est associé au ministère de la Défense américain pour créer PTSD Coach, une application mobile gratuite, lancée en 2011 (PTSD est l'abréviation de *Post-traumatic stress disorder*, en anglais). Toute personne ayant expérimenté un traumatisme peut l'utiliser pour s'informer sur le stress post-traumatique, débusquer d'éventuels symptômes et constituer un réseau de soutien avec des amis ou des membres de la famille. L'application donne aussi des conseils pour gérer les débordements émotionnels, suggérant par exemple aux

utilisateurs de se distraire avec une vidéo amusante sur YouTube (ce qui peut éloigner les pensées de la source d'angoisse, NDLR) ou d'effectuer un exercice de visualisation (qui consiste à imaginer une scène agréable pour diminuer le stress, NDLR).

Sur ses trois premières années d'existence, PTSD Coach a été téléchargée plus de 150 000 fois dans 86 pays différents. Plusieurs travaux préliminaires ont donné des résultats prometteurs, comme ceux menés en 2014 par Eric Kuhn et ses collègues : 45 vétérans ont été suivis et plus de 80 % d'entre eux ont déclaré que l'application les avait aidés à détecter et contrôler leurs symptômes, ainsi qu'à trouver des solutions concrètes à leurs problèmes. D'autres résultats sont attendus prochainement. Eric Kuhn et ses collègues ont terminé récemment une étude clinique « randomisée » (les patients sont affectés de façon aléatoire à un groupe qui reçoit le traitement ou à un groupe contrôle, NDLR), menée sur 120 personnes (les résultats de cette étude viennent d'être publiés et ont montré une amélioration des symptômes chez les utilisateurs de PTSD Coach, NDLR). En outre, une équipe hollandaise analyse actuellement les données recueillies auprès de 1 300 utilisateurs d'une application similaire appelée Support Coach.

DES APPLIS SI ATTENTIVES

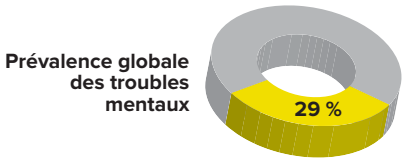
Mais ce n'est pas tout. Les applications des smartphones peuvent aussi interagir avec les patients de manière proactive, en les interrogeant sur leur humeur, leurs pensées et leur bien-être global. À l'image de Focus, créée par Dror Ben-Zeev et destinée aux patients schizophrènes. Plusieurs fois par jour, l'application leur pose différentes questions, telles que « Avez-vous bien dormi cette nuit ? » ou « De quelle humeur vous êtes-vous senti aujourd'hui ? ». Si les utilisateurs répondent qu'ils ont très mal dormi ou qu'ils se sont sentis anxieux, elle leur propose des stratégies pour résoudre le problème : limiter le café, faire quelques exercices de respiration, etc.

Certaines applications aident aussi les patients à rester connectés à des professionnels de la santé. ClinTouch, développée par des chercheurs de l'université de Manchester, au Royaume-Uni, évalue ainsi divers symptômes psychiatriques en posant des questions et en traquant des signes de rechute dans les réponses ; elle peut même avertir une équipe de soins, si nécessaire.

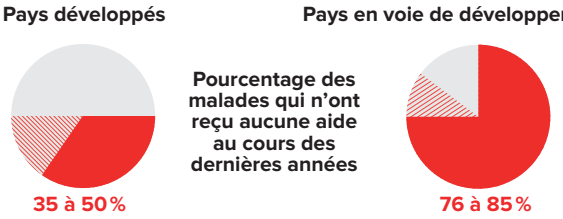
De petites études de faisabilité – souvent conçues pour déterminer si un outil est utilisable ou non, sans forcément en évaluer l'efficacité – ont révélé que les patients se servent de ces deux applications et les apprécient. En 2014, Dror Ben-Zeev et ses collègues ont même montré qu'un

UN TRAITEMENT POUR TOUS

Les applications sur smartphone permettraient d'offrir des soins mentaux à de nombreuses personnes qui n'y ont pas accès.

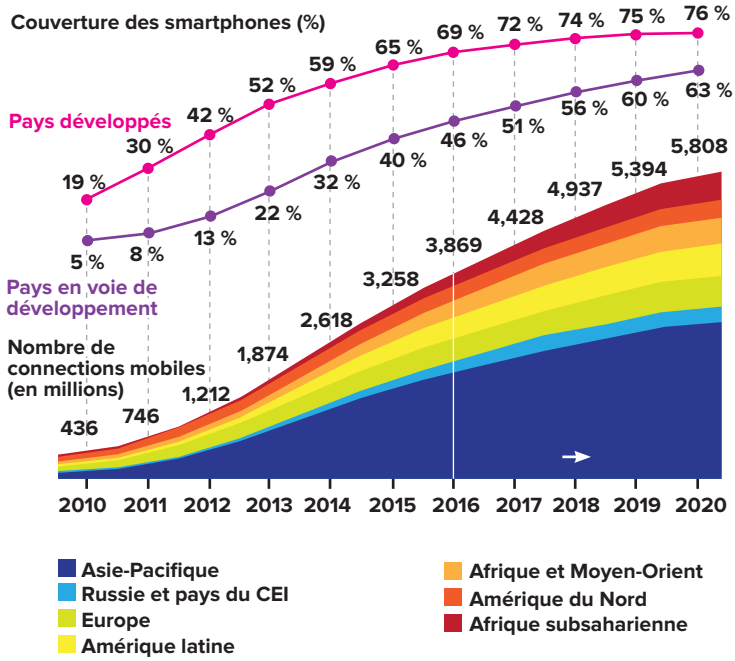


UNE INSUFFISANCE CRIANTE DE SOINS...

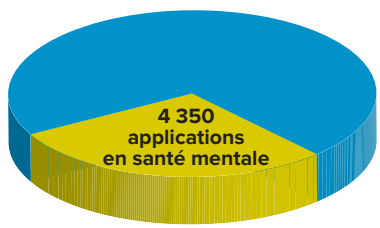


Si plusieurs facteurs expliquent ce manque de traitement, la pénurie de spécialistes en santé mentale joue un rôle, en particulier dans les pays à faible revenu.

... MAIS DES SMARTPHONES EN ABONDANCE



15 000 applications « santé » répertoriées par une étude de 2015, dont près d'un tiers sont spécialisées en santé mentale.



COMMENT CHOISIR SON APPLICATION ?

Le domaine de la santé connectée est en pleine ébullition, avec des dizaines d'applications qui sortent chaque jour. Mais toutes ne se valent pas ! Comment estimer leur fiabilité et leur efficacité ? La Haute Autorité de santé a publié en octobre 2016 un référentiel de bonnes pratiques (disponible gratuitement sur Internet) qui fournit une excellente base pour cela, en proposant 101 règles d'analyse. Le document est un peu long et complexe, aussi le lecteur pressé pourra-t-il se rendre directement aux pages 44 et 45 : il y trouvera la traduction française de la Mobile App Rating Scale, une échelle en 23 questions scientifiquement construite pour évaluer la qualité des applications santé.

Une question essentielle à se poser, en particulier pour les applications destinées aux pathologies « lourdes », est celle de la validité des données et des interventions proposées : se fondent-elles sur des techniques reconnues ? Des travaux expérimentaux valident-ils l'efficacité de l'application ? Pour aider à le déterminer, le document de la Haute Autorité de santé répertorie les sites référençant les publications scientifiques (comme ceux de Medline, de la Base de données en santé publique ou de la Cochrane Library).

Précieuses pour les professionnels, ces indications risquent toutefois d'être un peu difficiles d'accès pour le grand public. Ce dernier pourra se référer à des sites comme www.mhealth-quality.eu, qui recommande des applications pour divers problèmes de santé et propose un label, « certified mhealth quality », censé garantir la qualité d'une application. Nous vous indiquons aussi ci-dessous quelques applications qui ont passé de premiers tests expérimentaux. Pour celles qui sont plus orientées vers le bien-être, où de tels tests ne sont jamais effectués, il est aussi possible de se fonder sur les notes d'utilisateurs.

Même avec ces précautions, ces applications ne doivent pas être utilisées « à l'aveugle ». L'application LBMI-A, par exemple, est conçue pour lutter contre les problèmes d'alcool et vous alertera dès que vous risquez de croiser un bar sur votre chemin, afin de vous permettre d'emprunter un trajet alternatif. Mais le risque est d'activer l'envie d'alcool dans votre cerveau ! Restez donc attentif aux effets de l'application et n'hésitez pas à consulter un professionnel de temps en temps pour vérifier qu'elle vous fait plus de bien que de mal. Les labels restent également expérimentaux à ce stade, suscitant des controverses entre les institutions – privées – qui les délivrent.

Soyez aussi conscients que les premiers tests suggèrent que pour les pathologies lourdes, les bénéfices des applications utilisées en autonomie restent inférieurs à ceux des psychothérapies classiques. Ces tests restent bien sûr à confirmer et à étendre. Mais il est probable que pour réaliser tout leur potentiel, les applications devront évoluer *(voir l'encadré page 50).*

Xavier Briffault, CERMES3 (Centre de recherche, médecine, sciences, santé, santé mentale, société), CNRS.

DÉPRESSION

BOOSTME

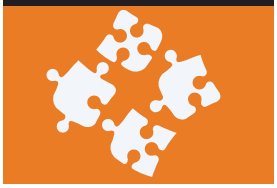
- **Conseille un certain nombre d'activités pour améliorer l'humeur**
- **Amélioration significative des scores obtenus aux échelles mesurant les symptômes dépressifs, lors d'un test de huit semaines où elle a été utilisée en parallèle à du coaching**

ADDICTION À L'ALCOOL

LBMI-A

- **Avertit l'utilisateur en cas de proximité d'un bar, l'informe sur les dangers de l'alcool, lui donne des outils pour évaluer sa consommation**
- **Réduction de la consommation et augmentation du nombre de jours d'abstinence, selon une auto-évaluation réalisée lors d'une étude pilote**

TROUBLE LIMITE DE LA PERSONNALITÉ (BORDERLINE)



EMOTEO

- **Conseille le patient avec des méthodes issues des psychothérapies cognitivo-comportementales et de la méditation de pleine conscience**
- **Réduction des crises de « tension aversive », où le patient éprouve des émotions négatives violentes qui le conduisent souvent à s'automutiler**

ANXIÉTÉ, STRESS

PERSONAL ZEN

- **Propose un jeu qui apprend à se focaliser sur les stimuli positifs (en l'occurrence un lutin souriant) et à ignorer ceux qui sont négatifs**
- **Diminution de l'anxiété ressentie dès la première partie effectuée**

© M. Van Ameringen et al., There is an app for that! The current state of mobile applications (apps) for DSM-5 obsessive-compulsive disorder, posttraumatic stress disorder, anxiety and mood disorders, Depression and Anxiety, 2017.

mois d'utilisation de Focus conduisait à une diminution des symptômes psychotiques et dépressifs. Focus et ClinTouch sont actuellement testées dans des essais randomisés.

Certains chercheurs voient aussi une opportunité nouvelle dans les données que collectent les smartphones sur les déplacements et les communications des utilisateurs. Celles-ci pourraient bien ouvrir une nouvelle fenêtre sur la santé mentale. « Votre smartphone est un véritable journal intime », explique Anmol Madan, cofondateur et directeur général de Ginger.io, une entreprise spécialisée dans les applications numériques en santé mentale, et basée à San Francisco. Des études comme celle publiée en 2016 par le groupe de Till Beiwinkel, à l'université Leuphana de Lüneburg, en Allemagne, révèlent ainsi que certains changements dans l'utilisation des smartphones peuvent être le signal d'une modification des symptômes : une baisse brutale du nombre de textos envoyés risque par exemple de traduire une aggravation des troubles dépressifs. L'application Ginger.io, actuellement en phase de test, analyse ce type de paramètres et alerte un coach mental assigné à chaque utilisateur si elle détecte un changement inquiétant.

UN « EFFET PLACEBO DIGITAL » ?

Si ces applications commencent à obtenir quelques validations expérimentales, la recherche n'en reste pas moins embryonnaire. À plusieurs titres. D'abord, la plupart des travaux s'en sont tenus à des études pilotes et les essais randomisés sont souvent de petite échelle et encore non reproduits. Ensuite, beaucoup d'études ont été menées par les développeurs eux-mêmes et non par des chercheurs indépendants. Enfin, rares sont celles qui mettent en place un placebo pour le groupe contrôle (une fausse application mimant le traitement, NDLR), ce qui laisse ouverte la possibilité qu'un « effet placebo digital » soit à l'origine d'une partie des bénéfices rapportés, comme le souligne John Torous. Selon lui, les gens ont un lien très fort avec leur smartphone ; recevoir des messages et des conseils sur cet appareil personnel et familier pourrait alors parfois suffire à améliorer le bien-être.

Mais en réalité, la majorité des applications n'ont pas été testées du tout. Un rapport publié en 2013 par Borja Martinez-Pérez, de l'université de Valladolid, en Espagne, et ses collègues a identifié plus de 1 500 applications liées à la prise en charge de la dépression, et seulement 32 pu-blications scientifiques sur le sujet. Dans une autre étude publiée la même année, Tara Donker et ses collègues de l'université de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, ont traqué, avec des critères encore plus stricts, les travaux évaluant les effets sur les troubles mentaux des applications disponibles sur le marché. Ils ont trouvé huit articles scientifiques, portant sur cinq applications différentes.

Toujours en 2013, le Service de santé britannique a publié une bibliothèque en ligne des applications « sûres et de confiance », dont 14 visent à traiter la dépression ou l'anxiété. Mais quand en 2015, deux chercheurs zélés de Liverpool ont procédé à l'analyse de ces outils, ils ont découvert que seules 4 de ces 14 applications avaient fourni des preuves à l'appui de leurs affirmations. L'un d'eux, Simon Leigh, économiste de la santé à Lifecode Solutions, s'est déclaré peu surpris par ce résultat. Les tests scientifiques sont chers. Et, entre recherche et marketing, les développeurs ont souvent vite fait leur choix.

1536

APPLICATIONS CONTRE LA DÉPRESSION

répertoriées en 2013, mais seulement 32 publications scientifiques sur le sujet.

LES TERGIVERSATIONS D'UNE BIBLIOTHÈQUE D'APPLIS « DE CONFIANCE »

Une autre analyse, publiée en 2015 par Christopher Huckvale et ses collègues de l'Imperial College de Londres, a révélé que 35 des applications mobiles répertoriées initialement par le Service de santé britannique transféraient des données personnelles – comme l'adresse e-mail des utilisateurs, leur nom et leur date de naissance – par Internet, et que les deux tiers d'entre elles ne cryptaient pas ces données.

En 2015, le Service de santé britannique a donc revu cette liste à la baisse. Sans répondre aux questions par e-mails ni faire d'annonce officielle à ce sujet. Mais en tenant simplement ces propos : « Nous travaillons à l'amélioration de la bibliothèque d'applications de santé (Health Apps Library), dont le pilote a été lancé en 2013, afin d'analyser et de recommander certaines applications selon un nombre défini de critères, dont la protection des données personnelles. »

La régulation des offres mobiles est opaque. Certaines, conçues pour être utilisées dans un cadre médical, peuvent être considérées comme des dispositifs médicaux et soumises à la validation de l'Agence de régulation des médicaments au Royaume-Uni, de l'Agence de sécurité sanitaire et alimentaire (FDA) aux États-Unis, ou de toute autre structure nationale équivalente ailleurs. Mais les lignes restent floues. Une application qui prétend prévenir, diagnostiquer ou traiter une maladie spécifique, sera probablement considérée comme un dispositif médical et soumise à un examen réglementaire, contrairement à celle qui promet juste de booster votre humeur ou de vous coacher. La FDA a annoncé qu'elle ne régulerait

Source : B. Martínez-Pérez et al., Journal of Medical Internet Research, 2013

que les applications susceptibles de présenter un risque élevé pour la santé mentale des patients… Même les applications classées comme des dispositifs médicaux ne feront donc pas l'objet d'un suivi systématique de la part des agents sanitaires américains, tant qu'elles sont considérées comme relativement peu dangereuses.

Mais les risques potentiels ne sont pas toujours clairs. « Au mieux, les patients peuvent perdre de l'argent ou du temps, explique Jen Martin. Dans le pire des cas, et notamment dans le domaine de la santé mentale, ces outils risquent d'être nocifs ou de prodiguer des conseils dangereux, voire d'empêcher une vraie prise en charge de la pathologie. »

Ainsi, quand Jennifer Nicholas et ses collègues de l'université de Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, se sont penchés sur 82 applications contre les troubles bipolaires, disponibles dans le commerce, ils ont trouvé que certaines délivraient des informations dangereusement erronées. L'une d'entre elles, iBipolar, conseillait aux patients pris par un épisode maniaque de boire un alcool fort pour les aider à s'endormir. Une autre, appelée What is Bipolar Disorder, suggérait que les troubles bipolaires pourraient être contagieux. Aucune de ces deux applications ne semble plus disponible aujourd'hui.

Selon Jen Martin, en Europe, au moins, le développement des applications peut emprunter deux circuits : celui des produits commerciaux à faible caution scientifique ou celui bénéficiant d'un regard académique ou gouvernemental, et donc d'une approche plus rigoureuse. Le problème, c'est que les applications issues du premier circuit sont souvent plus attractives pour les utilisateurs et que celles du second, plus contraignant, tardent tellement à rejoindre le marché – si tant est qu'elles y parviennent – qu'elles ont l'air obsolètes dès leur sortie. « C'est une généralité, certes, mais elle est souvent fondée », affirme Jen Martin.

Cet article a été publié initialement par *Nature* le 7 avril 2016 sous le titre « Pocket Psychiatry » (http://go.nature.com/1MdySsJ). Sa traduction et son édition ont été réalisées par *Cerveau&Psycho*.

DES EFFETS INATTENDUS

Même les applications les mieux intentionnées ont parfois des effets inattendus. Prenez Promillekoll, créée par l'entreprise d'État qui détient le monopole sur les ventes d'alcool en Suède, et dont l'objectif est de prévenir les comportements à risque. Lors d'une sortie au pub ou en soirée, l'utilisateur peut y consigner chaque verre bu et estimer ainsi en temps réel son alcoolémie.

Quand Mikael Gajecki et ses collègues de l'institut Karolinska, à Stockholm, ont testé l'application sur un échantillon d'étudiants, ils ont remarqué qu'elle ne réduisait pas la consommation totale d'alcool, mais se contentait de la fractionner. « Nous pouvons seulement supposer que les utilisateurs faisaient confiance à cet outil pour réduire les conséquences négatives de la prise d'alcool et se permettaient alors de boire plus souvent », écrivent les chercheurs dans leur article, publié en 2014.

Il est aussi possible, selon les scientifiques, que les étudiants masculins aient considéré l'exercice comme un jeu. « Ces outils numériques ont quelque chose d'assez ludique », pour la psychologue clinicienne Anne Berman, une des auteurs de l'étude. D'autres risques existent. Lors des premiers essais de ClinTouch, cette application de suivi psychiatrique a exacerbé certains symptômes chez un nombre restreint de patients psychotiques, selon John Ainsworth, de l'université de Manchester, qui a participé à son développement. « Lorsque quelqu'un commence à utiliser ce type de technologie, nous devons suivre

L'AVENIR DE LA E-SANTÉ

Le principal problème des applications actuelles est que le diagnostic et le suivi ne sont pas assez individualisés. Il faut en effet souvent toute l'expertise d'un médecin pour reconnaître certaines pathologies et pour adapter le traitement aux symptômes, très variables même pour un trouble donné. Autre problème, l'immense majorité des applications sont abandonnées par les utilisateurs en moins d'un mois, là où un effort bien plus durable serait nécessaire.

C'est pourquoi l'avenir de la e-santé sera certainement très différent de la situation actuelle. Nous devrions nous acheminer non pas vers des applications promettant au patient de s'en sortir seul, mais vers des dispositifs permettant « d'augmenter technologiquement » sur mesure les relations cliniques et thérapeutiques. L'objectif sera de proposer à chaque instant une intervention parfaitement adaptée à la situation rencontrée par le patient. Si le diagnostic a par exemple établi qu'une dépression se manifeste surtout par des insomnies, une perte de poids et une dévalorisation perpétuelle de soi, il sera plus utile de construire un outil sur mesure, intégrant des modules « insomnie », « nutrition » et « gestion des pensées négatives », que de prescrire une application générique « dépression ».

Un monitoring de certains paramètres (par exemple la fréquence cardiaque, susceptible d'indiquer un moment de stress intense) pourra aussi être mis en place 24 heures sur 24, éventuellement à l'aide d'outils comme des montres connectées. Nous verrons donc probablement apparaître des générateurs d'applications, sur lesquels travaillent déjà les laboratoires de recherche, qui permettront au praticien de créer ces outils. De même que l'automédication n'a pas remplacé les médecins, les applications ne devraient donc pas totalement se substituer aux psychiatres. Mais elles pourraient bien décupler leur puissance d'action.

Et diminuer les interventions directes nécessaires, ce qui offrirait un espoir pour combler le manque de soins dont souffrent certaines populations ? L'avenir le dira, tout le système de prise en charge autour des applications restant à construire.

Xavier Briffault
CERMES3 (Centre de recherche, médecine, sciences, santé, santé mentale, société), CNRS.

> Une application contre la bipolarité conseillait aux patients en pleine crise de boire de l'alcool fort pour s'endormir !

attentivement ses premiers pas et nous assurer qu'il est correctement guidé », insiste-t-il.

Dans un essai pilote publié en 2016 par Kyle Possemato, du Centre médical pour les anciens combattants de Syracuse, aux États-Unis, et ses collègues, vingt vétérans américains souffrant de stress post-traumatique ont été répartis au hasard en deux groupes : les membres du premier ont utilisé PTSD Coach en autonomie pendant huit semaines, tandis que ceux du second ont bénéficié, en plus de l'application, du soutien et des conseils de médecins traitants. À la fin de l'essai, les symptômes se sont améliorés chez sept patients sur dix dans ce second groupe, et chez trois sur dix seulement dans le premier groupe.

Mais si les applications requièrent une surveillance médicale, cela va à l'encontre de l'idée qu'elles sont un moyen simple et économique de fournir des soins au plus grand nombre. « Les gens pensent qu'il y a une application pour tout », explique Helen Christensen, directrice de l'institut Black Dog, à l'université de Nouvelle-Galles du Sud, à Sydney, qui a développé et analysé différentes applications de ce type. « La vraie question concerne la façon de construire des systèmes de prise en charge autour des applications, afin de procurer des soins aux patients. »

La distribution de ces applications dans les pays en développement pose en outre plusieurs difficultés. Si la technologie mobile se diffuse rapidement, de nombreuses personnes n'ont pas encore – ou ne peuvent pas s'offrir – un smartphone ou une connexion internet. Autre défi : délivrer un contenu en langue locale et qui soit en accord avec la culture du pays. « L'idée même de plaquer une offre de service donnée sur une nouvelle région du monde, où la population n'utilise peut-être pas les mêmes termes médicaux que les vôtres, est peu réaliste », explique Dror Ben-Zeev. « Ce que nous appelons "entendre des voix" aux États-Unis peut être désigné par "communiquer avec ses ancêtres" dans une autre région du monde, selon la signification attachée à cette expérience. »

À ce stade, délivrer des soins de qualité *via* des applications mobiles dans des régions à faible revenu est encore loin d'être une réalité. « C'est pourtant là où le besoin en "santé mobile" est le plus fort, souligne Natalie Leon, du Conseil de recherche médical d'Afrique du Sud. Cela reste une promesse pour l'avenir. »

Pour tenir cette promesse, les applications devront subir des phases de tests. Entre 2013 et 2015, le nombre d'essais menés en santé mobile et enregistrés sur ClinicalTrial.gov a plus que doublé, passant de 135 à 300. Et le nombre de ceux focalisés sur la santé mentale et comportementale a augmenté de 32 %, selon un rapport de l'institut IMS d'informatique pour la santé, basé à Parsippany, dans le New Jersey.

DES BONNES PRATIQUES À RESPECTER

Dans ce domaine, la société BigHealth a gagné la confiance des experts. Implantée à Londres, elle a été cofondée par le psychologue Colin Espie, spécialiste du sommeil à l'université d'Oxford, en Grande-Bretagne, et l'entrepreneur Peter Hames. Son produit phare est Sleepio, une interface digitale de traitement de l'insomnie, accessible en ligne ou sous la forme d'une application pour smartphone. Cet outil donne une série de conseils validés scientifiquement pour lutter contre l'insomnie. Les techniques présentées visent par exemple à contrôler les pensées anxiogènes et intrusives, à se relâcher ou à retrouver un environnement et des habitudes propices au sommeil.

Avant les phases de tests, Colin Espie a insisté pour créer une version placebo de Sleepio. Très proche de la version originale, elle avait le même look mais proposait aux utilisateurs des exercices sans bénéfices cliniques connus. Dans un essai randomisé publié en 2012, Colin Espie et ses collègues ont trouvé que par rapport au groupe placebo, les insomniaques qui avaient utilisé Sleepio avaient davantage gagné en efficacité de sommeil – le pourcentage de temps passé à dormir, rapporté au temps total passé au lit – et étaient légèrement plus en forme pendant la journée. Dans un autre article publié en 2014, l'équipe a montré que Sleepio réduit les pensées obsessionnelles et intrusives, qui perturbent souvent le sommeil.

Puis, en 2016, elle a recruté des participants pour un essai international à large échelle. Elle a également fourni des codes d'accès à différents groupes de chercheurs indépendants qui menaient des recherches sur l'application, afin que leurs patients y accèdent gratuitement.

« Pour nous, c'est l'avenir de la santé digitale », explique Colin Espie. Les traitements sur téléphone mobile « devraient être testés et analysés au même titre que les interventions classiques. Nous ne devrions pas prendre la santé des gens à la légère sous prétexte que le traitement est délivré *via* une application ». ●

Bibliographie

J. Birney *et al.*, MoodHacker mobile web app with email for adults to self-manage mild-to-moderate depression : randomized controlled trial, *J. Med. Internet Res.*, vol. 4, e8, 2016.

T. Breiwinkel *et al.*, Using smartphones to monitor bipolar disorder symptoms : a pilot study, *J. Med. Internet Res.*, vol. 3, e23, 2016.

K. Possemato *et al.*, Using PTSD Coach in primary care with and without clinician support : a pilot randomized controlled trial, *Gen. Hosp. Psychiatry*, vol. 38, pp. 94-98, 2016.

J. Dagöö *et al.*, Cognitive behavior therapy versus interpersonal psychotherapy for social anxiety disorder delivered via smartphone and computer : a randomized controlled trial, *J. Anxiety Disord.*, vol. 8, pp. 410-417, 2014.

INTERVIEW

FANNY LEVY

Psychiatre, cheffe de clinique à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, chargée du développement de la réalité virtuelle dans le service de psychiatrie adulte.

LA RÉALITÉ VIRTUELLE SOIGNERA DE PLUS EN PLUS DE TROUBLES PSYCHIQUES

Contre quelles pathologies la réalité virtuelle est-elle efficace ?

Le cas le mieux démontré est celui des troubles anxieux. Dès le milieu des années 1990, de premiers travaux scientifiques ont prouvé l'efficacité de la réalité virtuelle contre des phobies spécifiques, comme la peur de l'altitude, des araignées, de l'avion… Puis, dans les années 2000, son utilisation a été validée dans le traitement d'autres troubles, comme le stress post-traumatique et la

phobie sociale. Plusieurs travaux de synthèse ont ensuite achevé d'établir sa légitimité dans la lutte contre les troubles anxieux.
Plus récemment, des chercheurs ont tenté d'utiliser la réalité virtuelle pour soigner les TOC, les troubles de la conduite alimentaire (l'anorexie et la boulimie) ou la schizophrénie. Les premiers résultats sont prometteurs, mais cela reste pour l'instant au stade de la recherche.

Comment se déroulent les séances en pratique ?

Avant de commencer, il est nécessaire d'établir un diagnostic précis. Souvent, les patients qui viennent nous voir sont des gens qui ne savent pas trop à qui s'adresser, et qui ont entendu parler de la réalité virtuelle par les médias. Mais ils n'ont pas toujours une vision très claire de leur problème. Ainsi, une patiente m'avait déclaré qu'elle avait une phobie de la conduite, alors que sa peur venait en fait d'un choc traumatique – elle avait été agressée dans sa voiture – et qu'elle souffrait en plus d'une dépression. Lui faire conduire une voiture virtuelle n'aurait donc servi à rien, il fallait déjà soigner ces problèmes.
Une fois établi que la réalité virtuelle est la thérapie adéquate, on organise typiquement dix séances de 45 minutes, à raison d'une par semaine. Le fondement théorique est celui des thérapies dites cognitivo-comportementales. Pour traiter une phobie ou un stress post-traumatique, le principe est d'exposer progressivement le patient à l'objet de sa peur, jusqu'à ce que celle-ci s'éteigne – on parle d'habituation. On demande typiquement à une personne effrayée par l'altitude de s'approcher d'une fenêtre, de monter sur un balcon, de se promener au bord d'une falaise… Soit en imagination, soit dans la réalité, soit, ici, dans un monde virtuel.
La première fois, on commence par un quart d'heure de « psychoéducation », où on explique par exemple au patient qu'il souffre d'une phobie et qu'on va l'exposer à l'objet de sa peur. Bien sûr, il faut aussi lui donner quelques outils pour gérer l'anxiété qu'il va ressentir. On lui enseigne alors quelques techniques de relaxation, fondées notamment sur la respiration.
Puis vient la séance de réalité virtuelle proprement dite. On coiffe le patient d'un casque qui l'immerge dans un environnement numérique. On l'expose ainsi à sa peur, en évaluant son anxiété. À la fin de la séance, il enlève le casque et nous prenons quelques minutes pour débriefer. En général, les premiers effets positifs commencent à se faire sentir dès la quatrième séance.

Pourriez-vous préciser ces effets positifs et l'efficacité de ces thérapies ? Tout le monde en sort-il guéri ?

Pour un trouble anxieux, on ne parle pas vraiment de guérison, mais plutôt de diminution de la peur. En général, celle-ci ne disparaît pas totalement, mais baisse assez pour que le patient puisse retrouver un fonctionnement quotidien normal. Sur une échelle de 1 à 10, elle passe typiquement de 9 à 3. D'après mon expérience, environ 90 % des phobiques déclarent que leur situation s'est améliorée après la thérapie.

Troubles anxieux, TOC, boulimie, schizophrénie… Les applications potentielles sont multiples.

Prenons l'exemple d'une de mes patientes, terrifiée par l'altitude. Suite à divers événements personnels, elle a dû déménager dans un appartement situé à un étage élevé. Elle avait si peur qu'elle avait installé des cadenas sur ses fenêtres et barricadé l'accès du balcon avec son canapé ! Dès le milieu de la thérapie, elle a pu faire quelques pas sur son balcon, même si elle n'y sera probablement jamais à l'aise au point d'aimer s'accouder à la rambarde en buvant un café. De même, un phobique des transports redeviendra capable de prendre le métro, sans doute avec une pointe d'anxiété résiduelle. De façon générale, les travaux scientifiques ont montré que l'exposition à l'objet de la peur en réalité virtuelle est aussi efficace qu'une exposition réelle.

Aussi efficace, mais pas plus ? Quels sont alors les atouts de la réalité virtuelle par rapport aux thérapies classiques ?

Ils sont multiples ! D'abord, son coût : si vous êtes phobique de l'avion, cela vous coûtera moins cher d'aller chez le psy faire une séance de réalité virtuelle que de prendre réellement l'avion. Cela permet aussi au psychiatre d'être présent lors de ces séances d'exposition, afin de

mieux guider le patient : l'exposition est-elle assez progressive ? L'anxiété a-t-elle bondi au point qu'une pause est nécessaire ? Le dispositif est également intéressant du point de vue de la confidentialité : les phobiques du métro, par exemple, sont souvent gênés de montrer leur anxiété en public, même à des inconnus, lors des séances d'exposition. Grâce à la réalité virtuelle, ces séances sont réalisées dans l'intimité du cabinet de psychiatre.

Autre atout, le contrôle de l'environnement est total, ce qui autorise un réglage très fin de la progressivité de l'exposition. Dans la réalité, on conseille par exemple à un patient effrayé par l'altitude de s'entraîner à prendre les escaliers du métro, qu'il juge souvent « à pic ». Mais la sensation de vide variera beaucoup selon la densité de personnes dans l'escalier. En réalité virtuelle, on peut contrôler ce paramètre. Des régulateurs de brouillard ont même été mis en place pour les balades en bord de falaise, afin que le vide soit plus ou moins présent !

Enfin, il n'est pas toujours possible de s'exposer à la source de son angoisse dans la réalité. C'est évident dans les cas de stress post-traumatique, constatés par exemple après l'attaque terroriste du Bataclan. Ou chez les soldats, à qui on fait alors revivre certaines scènes de guerre grâce à la réalité virtuelle.

Une des clés du succès est le degré d'immersion du patient dans l'environnement virtuel, ce qu'on appelle la « présence ». Pourriez-vous nous en dire un peu plus sur cette notion ?

La présence est la sensation subjective d'être là, dans l'environnement virtuel. Elle comporte plusieurs dimensions. La première est le réalisme : l'environnement virtuel correspond-il à ce que le patient connaît de la réalité ? Si vous proposez à un phobique des transports une station de métro avec du parquet et du papier peint à fleur, par exemple, il n'y croira pas. La deuxième dimension est l'engagement : le sujet est-il immergé dans l'environnement virtuel au point d'oublier tout le reste, par exemple les conversations dans le couloir ou le collègue qui tousse dans le bureau d'à côté ? Il y a enfin une dimension de présence spatiale, qui décrit la sensation physique éprouvée. Celle-ci est parfois intense au point de provoquer des conflits vestibulaires, à l'origine de nausées, puisque le patient voit son environnement bouger alors qu'il est immobile (typiquement, dans nos dispositifs, il utilise une souris pour pointer l'endroit où il veut aller).

On calcule ensuite un score de présence synthétisant ces différentes dimensions. Or une analyse globale des études scientifiques sur le sujet, publiée en 2014, a montré que plus ce score est élevé, plus le patient se sent anxieux lors de la séance. Et rappelons-le, le principe de la thérapie est d'exposer le patient à ses peurs, afin d'éteindre peu à peu son anxiété. On s'attend donc à ce que la thérapie soit d'autant plus efficace qu'il ressent cette anxiété, comme dans une situation réelle. Des travaux sont en cours pour le confirmer.

Si le sentiment de présence a une telle importance, ne devrait-on pas créer systématiquement des environnements multisensoriels, intégrant par exemple des sensations tactiles ou auditives, afin de le maximiser ?

Non, car on constate une certaine saturation de l'efficacité thérapeutique. Il y a quelques années, le domaine a été le théâtre d'une sorte de course à la performance, avec des ingénieurs qui s'efforçaient de recréer les environnements les plus réalistes possible, en intégrant des sons, des odeurs, des sensations tactiles… Mais d'une part, cela coûte cher, et d'autre part, au bout d'un moment, le sentiment de présence n'augmente plus. Pire : l'efficacité thérapeutique diminue ! Les sujets anxieux se laissent affoler et peinent à se concentrer sur l'objet de leur peur si trop d'éléments viennent les en distraire. En outre, un environnement trop réaliste est pénalisant du

> **L'objectif n'est pas de recréer la réalité, mais d'en fabriquer une version assez simplifiée pour que le patient puisse la traiter de façon optimale.**

point de vue de la généralisation : si on recrée dans les moindres détails un ascenseur pour apprendre à un phobique à ne plus le craindre, il s'habituera à cet ascenseur-là en particulier, et non pas aux ascenseurs en général.
L'objectif n'est donc pas de recréer la réalité, mais d'en fabriquer une version assez simplifiée pour que le patient puisse la traiter de façon optimale. Bien souvent, un casque projetant un environnement visuel suffit. La configuration idéale dépend bien sûr de la pathologie. Par exemple, pour un TOC de propreté, où le patient n'ose rien toucher de peur de se salir, il serait utile d'inclure des sensations tactiles au dispositif de réalité virtuelle.

Vous évoquiez des résultats préliminaires pour les TOC, pourriez-vous préciser ?

De premiers travaux ont validé la capacité de la réalité virtuelle à susciter de l'anxiété chez les patients. Ainsi, ceux qu'on appelle les *checkers* (littéralement, les vérificateurs) se sentent obligés de vérifier quarante fois qu'ils ont bien fermé les robinets et le gaz avant de sortir de chez eux. Quand on leur fait vivre cette situation en réalité virtuelle, ils éprouvent de l'anxiété et ont envie de vérifier. Mais les thérapies cognitivo-comportementales préconisent ensuite d'empêcher la réaction obsessionnelle – ici, la vérification. C'est ce qu'on appelle l'exposition avec prévention de la réponse et c'est cette étape qui est curative. Elle reste à effectuer en réalité virtuelle pour valider l'efficacité de cette technique contre les TOC.

Et qu'en est-il des autres pathologies, comme les troubles alimentaires, les addictions ou la schizophrénie, pour lesquelles vous évoquiez également de premiers résultats ?

Ici, la réalité virtuelle est moins le pilier de la thérapie qu'un élément parmi d'autres, qui vise certains symptômes précis. Les patients atteints de troubles alimentaires, par exemple, ont une image déformée de leur propre corps. On leur présente alors des avatars dont on fait varier la corpulence et ils doivent indiquer quel avatar leur semble le plus proche de leur propre corpulence. Les recherches ont établi qu'on arrive ainsi à rétablir une image de soi plus réaliste. Les patients sont aussi confrontés à des environnements comme celui d'un restaurant, pour apprendre à contrôler les pulsions alimentaires qui les assaillent parfois dans de tels contextes.
Le même principe vaut pour les addictions. Chez une personne dépendante à l'alcool ou au tabac, entrer dans un bar déclenche

Pour traiter la peur de l'altitude, on habitue les patients à s'y confronter grâce à des environnements virtuels comme des escaliers de métro « vertigineux » ou des balcons en haut des immeubles.

© Fanny Levy

souvent une envie irrépressible de boire ou de fumer. Cela se produit aussi si l'on fait pénétrer cette même personne dans un bar virtuel. Mais comme pour les TOC, il reste à prouver qu'on peut apprendre aux patients à contrôler leurs impulsions grâce à ce dispositif. C'est seulement ensuite que cette technologie arrivera dans les cabinets des addictologues.

Quant à la schizophrénie, la réalité virtuelle ne la soignera jamais totalement et n'éliminera pas le besoin de neuroleptiques, mais elle peut aider à travailler sur des points précis. Ainsi, les patients schizophrènes ont souvent un comportement social inadapté. Le thérapeute simule alors diverses situations – par exemple un reproche adressé par leur patron suite à un retard au travail – pour leur apprendre à réagir de façon appropriée.

Outre ces pistes, relativement avancées, les possibilités de la réalité virtuelle suscitent un foisonnement d'idées ! D'autres travaux cherchent ainsi à l'exploiter pour diagnostiquer la maladie d'Alzheimer (en testant si le patient présente des difficultés à s'orienter dans un labyrinthe virtuel) ou pour aider les personnes autistes à interagir socialement (en simulant ces interactions grâce à des avatars).

N'y a-t-il pas aussi des dispositifs qui promettent de traiter la douleur ?

En effet, mais précisons bien ici une nuance importante. Nombre de ces dispositifs immergent le patient dans un environnement virtuel relaxant, comme un bord de mer, afin de diminuer la douleur et l'anxiété ressenties, par exemple lors d'un passage chez le dentiste. Mais dans la plupart des cas, l'utilisateur ne peut se déplacer à l'intérieur de ce « paysage ». Il ne s'agit donc pas vraiment de réalité virtuelle. Celle-ci implique de truffer le casque de capteurs pour localiser le sujet dans l'environnement virtuel et pour moduler l'image en fonction de ses déplacements. Ainsi, on accroît le sentiment de présence.

> Il y a une vraie demande des patients, l'efficacité est démontrée ou en cours de validation pour de nombreuses pathologies, et les dispositifs de réalité virtuelle sont devenus très accessibles.

Face à la démocratisation des casques de réalité virtuelle apportée par l'industrie du jeu vidéo, peut-on s'attendre à leur diffusion massive dans le domaine du soin psychologique ?

De fait, tous les éléments sont réunis pour une explosion de la réalité virtuelle dans ce domaine lors des prochaines années. Il y a une vraie demande des patients, l'efficacité est bien établie contre les troubles anxieux et est en cours de validation pour de nombreuses autres pathologies, et les dispositifs de réalité virtuelle sont devenus très accessibles pour les professionnels : un casque de dernière génération coûte typiquement dans les mille euros.

Mais il faudra encadrer ce phénomène. Aujourd'hui, nombre de pseudo-dispositifs de réalité virtuelle sont disponibles sur le marché, alors qu'ils projettent simplement des vidéos en trois dimensions, sans interactivité. En outre, tous les médecins ne sont pas habilités à délivrer ce type de traitement. Nous l'avons vu, la plupart des applications se fondent sur le corpus théorique des thérapies cognitivo-comportementales, auxquelles il faut donc être formé. Comme tous les outils, la réalité virtuelle ne doit pas être utilisée n'importe comment. ●

Propos recueillis par Guillaume Jacquemont

Bibliographie

F. Levy *et al.*, Fear of falling : efficacy of virtual reality associated with serious games in elderly people, *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, vol. 12, pp. 877-881, 2016.

A. Hone-Blanchet *et al.*, The use of virtual reality in craving assessment and cue-exposure therapy in substance use disorders, *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8, pp. 1-15, 2014.

David Opris *et al.*, Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders : a quantitative meta-analysis, *Depression and anxiety*, vol. 29, pp. 85-93, 2012.

ABONNEZ-VOUS À Cerveau & Psycho EN TOUTE LIBERTÉ

FORMULE DÉCOUVERTE

-24%

4,90€ Par numéro

FORMULE INTÉGRALE

-39%

6,20€ Par numéro

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Cerveau & Psycho - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

❑ **OUI, Je m'abonne à Cerveau & Psycho** en prélèvement automatique, je choisis ma formule et je complète l'autorisation de prélèvement ci-contre.

❑ FORMULE **DÉCOUVERTE** > **11 n° de Cerveau & Psycho** — 4,90€ Par numéro — DPV4E90

❑ FORMULE **INTÉGRALE** > **11 n° de Cerveau & Psycho** + **Accès illimité aux archives en ligne depuis 2003** — 6,20€ Par numéro — IPV8E20

MES COORDONNÉES

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

_____

Code postal ⌊_____⌋

Ville : _____

Tél. Pour le suivi client (facultatif) : ⌊_____⌋

E-mail obligatoire : _____@_____

J'accepte de recevoir les informations de *Cerveau & Psycho* ❑ OUI ❑ NON

et de ses partenaires ❑ OUI ❑ NON

*Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.cerveauetpsyhco.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Cerveau & Psycho. Votre abonnement en prélèvement est reconduit automatiquement et peut être interrompu par simple lettre.

PAS09IP

MANDAT DE PRÉLÈVEMENT SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Cerveau & Psycho 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 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom : _____

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)

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire

Merci de joindre impérativement un RIB

MON PSY SUR INTERNET

Et s'il vous suffisait de cliquer sur une plateforme internet pour choisir votre psy et suivre vos consultations depuis votre domicile ? C'est la possibilité que commencent à offrir certains sites. Et le plus étonnant est que dans bien des cas cela fonctionne.

Par **Jean-Christophe Seznec et Fanny Jacq,** *psychiatres à Paris, cofondateurs de la plate-forme de consultation psychiatrique en ligne Doctoconsult.*

EN BREF

- **Les thérapies par visioconférence ont fait la preuve de leur efficacité contre de multiples troubles : dépression, stress post-traumatique, addictions…**
- **La visioconférence permet aux patients de consulter un psychiatre quand il ne peut pas se déplacer, mais aussi d'enrichir le dialogue thérapeutique de multiples façons.**
- **Son efficacité est aujourd'hui suffisamment avérée pour qu'une plateforme de consultations psychiatriques remboursées par la Sécurité sociale ouvre en France en septembre 2017.**

Sara, 22 ans, est étudiante en marketing. Elle souffre de troubles du comportement alimentaire, plus précisément de boulimie : régulièrement, elle a des crises où elle ingurgite une quantité astronomique de nourriture, puis se fait vomir. Elle doit faire un stage de six mois au sein d'une entreprise à Hambourg, mais elle ne peut prendre le risque d'arrêter son suivi avec son psychiatre. En outre, elle s'imagine mal s'adresser à un médecin allemand, dans une langue qui n'est pas la sienne et qu'elle ne maîtrise pas suffisamment pour parler de son intimité.

C'est pour des patients comme elle que nous avons fondé Doctoconsult, en collaboration avec les psychiatres Christophe André et Yasmine Liénard. Cette plateforme de consultation par visioconférence, en cours d'expérimentation depuis 2016, sera ouverte au public en septembre 2017 *(voir l'encadré page 61)*. Elle s'adresse potentiellement à tous les patients victimes de troubles psychiatriques : dépression, phobies, TOC, troubles alimentaires, addictions (alcool, tabac, drogues), troubles du sommeil, stress post-traumatique… Elle est aussi utilisable pour soutenir psychologiquement le patient dans diverses situations, comme un divorce, un deuil, une perte d'emploi ou une maladie chronique.

De fait, la psychothérapie par visioconférence accumule de plus en plus de preuves de son efficacité. En 2014, Birgit Wagner, de l'université de Leipzig, en Allemagne, et ses collègues l'ont par exemple testée contre la dépression, en proposant une séance de une heure par semaine pendant deux mois à deux groupes de patients : l'un voyait le psychothérapeute en ligne, l'autre en face-à-face. Et les résultats ont été surprenants ! Les symptômes se sont améliorés chez 53 % des participants du groupe visioconférence, contre seulement 50 % de ceux du groupe en face-à-face. La rencontre réelle avec le thérapeute était plus efficace pour les dépressions légères, mais c'était l'inverse pour les formes plus sévères.

UNE AMÉLIORATION PLUS DURABLE DES SYMPTÔMES ?

Mieux : l'amélioration a été plus durable pour le groupe visioconférence, puisqu'elle se poursuivait trois mois plus tard, alors que la dépression tendait à se réinstaller chez les patients qui avaient vu le psychothérapeute en face-à-face. Les chercheurs l'expliquent par le fait qu'en ligne, les patients prenaient davantage leur thérapie en main, se focalisant sur les exercices à effectuer et les aspects très concrets du traitement, tandis que ceux qui rencontraient le médecin avaient tendance à rechercher des discussions plus générales. Seul point négatif : les patients ont été plus nombreux à abandonner la thérapie en ligne (22 %, contre 7 % dans l'autre groupe), probablement parce qu'ils se sentaient moins engagés envers le médecin – un questionnaire ayant révélé que la satisfaction était équivalente dans les deux groupes.

Lors de ces séances, en ligne ou en direct, les psychothérapeutes appliquaient les méthodes d'une famille de thérapies dites cognitivo-comportementales. Elles consistent à travailler à la fois sur les comportements dysfonctionnels et les pensées

© Shutterstock.com/Anysh

problématiques. Le médecin proposait par exemple au patient d'analyser son planning et de l'adapter pour y intégrer diverses activités susceptibles d'améliorer son humeur, comme le sport. Il effectuait aussi une « restructuration cognitive », pour apprendre au patient à moins voir le monde en noir et à activer des pensées ou des souvenirs positifs.

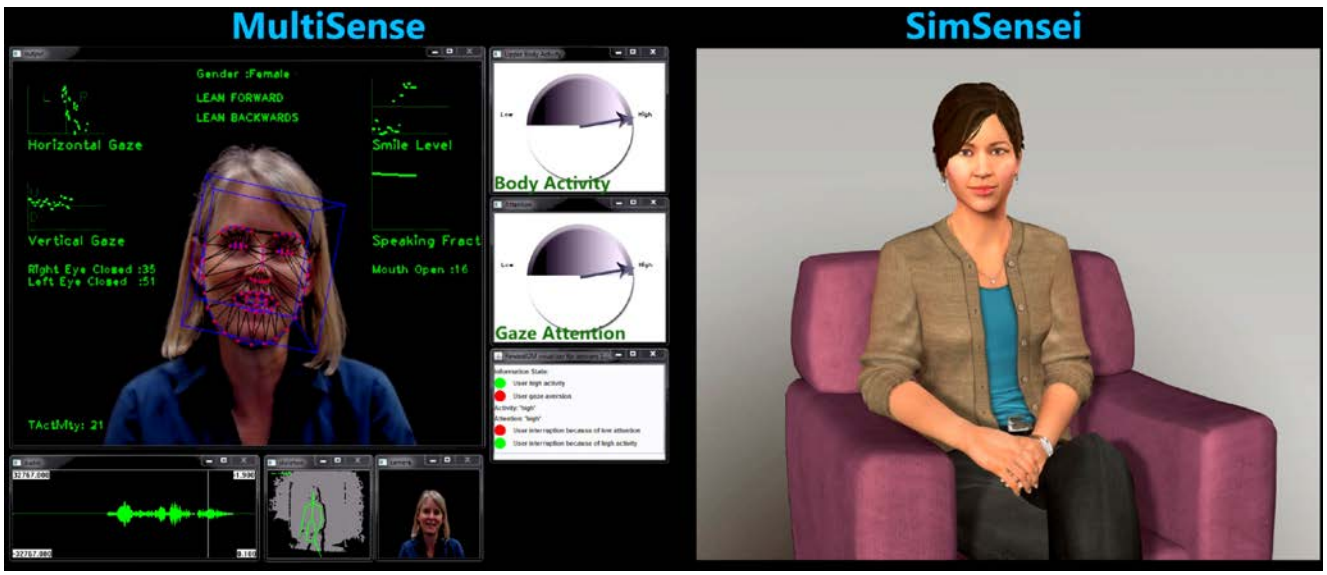
Ce type de psychothérapie est efficace contre bon nombre de troubles psychologiques et se prête bien aux séances par visioconférence. D'autres techniques sont applicables : l'hypnothérapie par visioconférence s'est par exemple révélée efficace contre le traitement de la douleur chronique. En revanche, un traitement en ligne nous semble plus difficile à envisager pour les formes de thérapie qui nécessitent une installation particulière, comme la psychanalyse (où le patient doit être installé sur un divan, avec le thérapeute derrière lui) ou les thérapies dites familiales (le patient et sa famille interagissent avec un premier médecin, tandis qu'un second observe la scène à travers un miroir sans tain, afin de bien analyser l'influence de l'environnement social).

Outre la dépression, de nombreuses autres pathologies ont vu l'efficacité d'un traitement par visioconférence validée par des travaux expérimentaux. C'est le cas de l'addiction au tabac ou aux opiacés, et du stress post-traumatique. Pour

UNE CONSULTATION AVEC UN PSY VIRTUEL ?

Après le passage derrière la caméra, les psys du futur deviendront-ils carrément virtuels ? De nombreux chercheurs travaillent en tout cas sur des programmes d'intelligence artificielle « personnifiés » par un avatar à même de mener un entretien comme le ferait un psychothérapeute.

Une équipe de l'institut de Californie du Sud pour les technologies créatives, menée par Louis-Philippe Morency, a par exemple développé Simsensei *(voir les images ci-dessous)*. L'interface analyse les expressions faciales du patient *(à gauche)* et s'en sert pour lui poser des questions (si elle détecte un trouble, par exemple, elle s'informe sur ce qui l'a causé). L'avatar adopte en outre un comportement non verbal destiné à marquer son attention au patient et à le mettre à l'aise. L'objectif est d'aider à diagnostiquer la dépression, l'anxiété ou le stress post-traumatique. Si Simsensei n'a pas été testé dans une situation médicale réelle, une autre interface, un peu plus simple, est passée au banc d'essai. Dans une expérience menée par Pierre Philip, du CHU de Bordeaux, et ses collègues, un avatar s'est entretenu avec 179 patients et a réussi à diagnostiquer une dépression majeure dans près de la moitié des cas identifiés par les psychiatres. D'autres interfaces, pour l'instant dépourvues d'avatar visuel, proposent même de délivrer un traitement. Ainsi le logiciel de *chat* Woebot est capable de dialoguer avec le patient et de lui prodiguer des conseils issus des thérapies cognitivo-comportementales. Kathleen Fitzpatrick, de l'université Stanford, et ses collègues ont montré que son usage pendant deux semaines (lors desquelles il a été utilisé en moyenne environ douze fois) réduisait les symptômes de la dépression, lors d'une étude sur une trentaine de patients. Ce type d'interface pourra aider les médecins dans le futur, mais ne les remplacera probablement pas complètement. Le contact humain avec le psychiatre ainsi que l'expérience de ce dernier resteront de précieux atouts.



© Simsensei, USC Institute for Creative Technologies/ Sources: K. Fitzpatrick et al., JMIR Ment Health, 2017; P. Philip et al., Scientific Reports, 2017

cette dernière pathologie, Janine Olthuis, de l'université du New Brunswick, au Canada, et ses collègues ont publié en 2016 une analyse globale des travaux validant les traitements en ligne. Ils ont montré que ceux-ci conduisaient à une amélioration des symptômes équivalente à celle des traitements en face-à-face. En revanche, cette équipe a trouvé que l'amélioration était moins durable, à l'inverse de ce qui avait été observé pour la dépression. Ce point reste donc à approfondir.

Lors de cette étude, les chercheurs ont comparé différentes méthodes de thérapie à distance (téléphone, mail, *chat*…) et montré que la visioconférence était la plus efficace. Rien d'étonnant à cela : dans les thérapies par *chat* et par e-mail, il manque le contact visuel, l'échange verbal et un « vrai » temps de 30 à 45 minutes pendant lequel le patient se dédie totalement à la thérapie. Lors d'un *chat*, il va en effet souvent papillonner entre différentes activités. En outre, le lien que le patient tisse avec son thérapeute est essentiel pour la guérison et il sera d'autant plus fort que le contact est proche d'une rencontre réelle. Ainsi, on conseille d'avoir une bonne connexion internet, une webcam avec un micro de qualité et un écran assez grand (de 17 pouces dans l'idéal). Même s'il est aussi utile d'avoir un smartphone doté d'un dispositif de visioconférence, quand la pathologie requiert une sortie à l'extérieur (par exemple pour faire prendre le bus à un phobique des transports).

PRÉSERVER LE LIEN THÉRAPEUTIQUE

La préservation du lien thérapeutique, qui est la clé du travail en psychiatrie, demande en tout cas une grande vigilance de la part du médecin. Même s'il s'entretient avec le patient depuis son propre domicile, il doit garder une tenue professionnelle, maîtriser le décor derrière lui et évidemment ne pas surfer sur Internet pendant la consultation ! Il lui faut aussi rendre facilement accessibles les éléments qui prouvent son sérieux (diplôme, technique de thérapie préférentielle…), afin d'aider le patient à se repérer dans la profusion de « spécialistes » plus ou moins fantaisistes qui sévissent sur le Web.

Moyennant ces quelques précautions, les thérapies en ligne représentent une réelle promesse. Elles permettent de délivrer des soins de qualité quand il n'est pas possible de rencontrer le médecin, ce qui arrive de plus en plus souvent. D'abord, parce que la population est devenue plus mobile. Beaucoup de gens partent à l'étranger et peinent à trouver un thérapeute qui parle leur langue. Ensuite, certaines régions de France, comme la banlieue parisienne ou les zones rurales, souffrent d'un manque criant de psychiatres. Conséquence de ces « déserts médicaux », les distances à parcourir et les délais d'attente sont souvent rédhibitoires. Le manque d'experts est particulièrement critique pour certains problèmes : dans le cas de la trichotillomanie (l'arrachage compulsif de ses poils ou cheveux), il n'existe qu'un seul spécialiste en France (en l'occurrence Jean-Christophe Seznec, cosignataire de cet article) ! La visioconférence serait aussi une aide précieuse pour les services d'urgences qui ne possèdent pas de psychiatre de garde ; elle autoriserait un premier examen, par exemple après une tentative de suicide, afin de décider de l'opportunité d'un transfert – coûteux – vers le service adapté le plus proche.

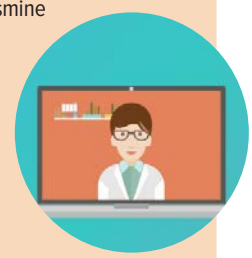
Il arrive également que ce soient des contraintes professionnelles ou la pathologie du patient qui l'empêchent de se rendre chez le psychiatre. Il est ainsi compliqué de prendre le métro ou le bus quand on est claustrophobe ou phobique des transports. Les femmes enceintes en fin de grossesse ont aussi du mal à se déplacer, surtout si elles sont déprimées, de même que certaines personnes qui souffrent d'un handicap physique.

Mais la thérapie en ligne n'est pas qu'une béquille de la médecine traditionnelle. Elle offre

LE PREMIER SITE FRANÇAIS DE PSYCHIATRIE EN LIGNE

Depuis quelques années, certains sites proposent de délivrer des conseils santé ou de discuter avec des psychologues. Mais ils n'offrent pas de consulter un psychiatre, c'est-à-dire un médecin habilité à délivrer un diagnostic et des ordonnances. Le pont digital entre ces spécialistes et les patients, promesse d'un meilleur suivi, restait à construire.

C'est pourquoi nous avons fondé Doctoconsult (https://doctoconsult.com/), en collaboration avec les psychiatres Christophe André et Yasmine Liénard. Ouverte au public à partir de mi-septembre 2017, cette plateforme proposera des consultations de psychiatrie, de pédopsychiatrie, de nutrition et d'addictologie.



Le patient se connectera au site et choisira le spécialiste correspondant à sa situation. Il s'agit de l'unique plateforme ayant obtenu l'accréditation de l'Agence régionale de santé d'Île-de-France (valable pour tout le pays), de la Caisse primaire d'assurance maladie, des mutuelles et du Conseil national de l'ordre des médecins. Elle permettra d'émettre une feuille de maladie, de prescrire des médicaments et d'être remboursé par la Sécurité sociale. C'est un outil élaboré par et pour les psychiatres, dans le respect des attentes et des contraintes de leurs patients. Un avantage certain à l'heure où nombre de réformes de santé sont dictées par des autorités administratives trop peu conscientes des besoins du terrain.

© Doctoconsult

également de nouvelles possibilités enthousiasmantes, susceptibles d'enrichir considérablement le dialogue thérapeutique ! Tout d'abord, le patient peut montrer son lieu de vie à son médecin. Ce dernier en tirera de nombreuses informations potentiellement utiles (le patient est-il ordonné, maniaque ? Son logement est-il parsemé de souvenirs personnels ou n'est-ce qu'un lieu de passage ? etc.). Consulter depuis son domicile est en outre parfois plus facile psychologiquement pour le patient : d'une part, certains se confient plus facilement depuis cette zone de confort ; d'autre part, cela dédramatise l'acte d'aller voir un psychiatre.

Autre atout, il est possible d'organiser une consultation simultanée avec plusieurs spécialistes. Le psychiatre pourra ainsi faire intervenir ponctuellement un addictologue ou un nutritionniste si besoin. Enfin, la plateforme numérique multiplie les formats d'information potentiellement échangeables : le médecin envoie ainsi des vidéos, des applis ou des articles scientifiques, tandis que le patient transmet par exemple des résultats d'examens.

La personne en thérapie pourra aussi être suivie de façon plus intensive. Il est notamment envisageable de programmer un petit logiciel qui l'accompagnera au quotidien, par exemple en lui demandant régulièrement combien de cigarettes elle a fumé et comment elle se sent si elle essaie d'arrêter le tabac. Les réponses sont ensuite consignées et transmises au thérapeute. Avec l'accord du patient, toutes sortes de paramètres peuvent également être suivis, comme son rythme cardiaque (qui s'élève en cas de crise d'angoisse) ou son alimentation, son sommeil, ses déplacements…

PEUT-ON DIAGNOSTIQUER SANS RENCONTRER ?

Et pour les diagnostics ? La situation est plus contrastée. Dans certains cas, la visioconférence les permet, car le psychiatre peut observer le comportement de son patient, ce qui est crucial pour reconnaître une pathologie. C'est pourquoi les autres formes de consultation à distance, comme le *chat*, sont insuffisantes. Il arrive par exemple que des personnes déclarent avoir un manque d'affirmation de soi, exploitant le premier mot à la mode entendu pour tenter d'expliquer leur mal-être, alors qu'elles souffrent en réalité d'une pathologie bien plus lourde, comme la schizophrénie. Une attitude bizarre ou imprévisible sera alors bien plus facile à détecter si l'on peut voir le patient.

Mais même la visioconférence à ses limites. La psychiatrie consiste d'abord à éliminer les causes organiques, de sorte qu'il est souvent nécessaire de faire passer divers examens cliniques aux patients. Ainsi, une agitation excessive n'est pas forcément le signe d'une maladie mentale, mais peut être causée par une simple crise d'hypoglycémie ! Un test de glycémie est alors nécessaire. Autre exemple, une irritabilité excessive est parfois la conséquence d'une sclérose en plaques.

S'ADAPTER À CHAQUE PATIENT

Ce n'est qu'une des raisons pour lesquelles, à notre avis, les consultations en ligne ne remplaceront pas totalement les rencontres « réelles ». Une autre est que la relation entre le patient et le médecin est souvent plus forte en face-à-face. Or cette relation, nous l'avons dit, est un paramètre important de la thérapie. Chaque patient réagit à la visioconférence d'une façon qui lui est propre : certains l'apprécient (allant parfois jusqu'à trouver plus facile d'aborder certains problèmes qui soulèvent des questions éthiques, comme l'infidélité dans le couple, grâce à la distance introduite par la caméra), d'autres non, et de cela dépend la qualité de la relation avec le médecin.

Le contact direct est en outre riche d'enseignements pour le psychiatre. Façon de serrer la main, de regarder, ressenti face au patient sont autant d'éléments dont il se sert pour le diagnostic et l'élaboration du traitement.

Enfin, les travaux expérimentaux restent à confirmer et à amplifier. Pour un certain nombre de pathologies, comme les troubles du comportement alimentaire (TCA), ils ont montré que les thérapies à distance valent mieux qu'une absence de traitement, mais pas qu'elles sont aussi ou plus efficaces qu'une thérapie en face-à-face. Dans le cas des TCA, une étude doit bientôt démarrer pour comparer ces deux types de traitement.

Plus qu'une solution de remplacement, les consultations en ligne sont donc un outil de plus dans la panoplie des psychiatres pour s'adapter aux patients. Quand ces derniers sont incapables de se rendre au cabinet du médecin, elles représentent un recours évident, mais le reste du temps, la meilleure façon de les intégrer dans le parcours de soin reste à définir, sans doute au cas par cas. Le domaine est encore émergent, avec des possibilités enthousiasmantes mais aussi de nombreux aspects à préciser. Les jeunes générations, biberonnées au numérique, s'y adapteront sans doute plus facilement. Les médecins, quant à eux, devront définir des limites d'ordre éthique face à la puissance de cette technologie : où s'arrêter pour respecter l'intimité des patients, quand il est possible de pénétrer virtuellement jusqu'au cœur de leur domicile ? ●

Bibliographie

J. V. Olthuis *et al.*, Distance-delivered interventions for PTSD : A systematic review and meta-analysis, *Journal of Anxiety Disorders Review*, vol. 44, pp. 9-26, 2016.

J. C. Seznec et S. Rohant, *Médecine en danger. Qui pour nous soigner demain ?*, First, 2016.

B. Wagner *et al.*, Internet-based versus face-to-face cognitive-behavioral intervention for depression : A randomized controlled non-inferiority trial, *Journal of Affective Disorders*, pp. 113-121, 2014.

DÉCOUVREZ Cerveau & Psycho LES ARCHIVES DE

RETROUVEZ TOUS LES NUMÉROS DEPUIS 2003

COMPLÈTEZ VOTRE COLLECTION SUR **www.cerveauetpsycho.fr**

p. 64 *Trump vs Macron* p. 68 *« Make our planet great again » : oui, mais comment ?* p. 70 *À quoi sert un secret ?*

Retour sur l'actualité

BRUNO HUMBEECK
Chercheur en psychologie familiale et scolaire à l'université de Mons, en Belgique, et membre associé du laboratoire Civiic, à l'université de Rouen.

Trump vs Macron

Quand la poignée de main devient un combat

Lors du dernier sommet de l'Otan, les deux présidents se sont écrasé les mains en grimaçant. Que signifiait ce manège ?

25 MAI 2017, SOMMET DE L'OTAN
Surréaliste séance d'écrasement de phalanges

Le 25 mai dernier, au sommet de l'Otan, Emmanuel Macron et Donald Trump se rencontraient pour la première fois. L'occasion d'une poignée de main filmée par les caméras du monde entier, où les médias en ont eu pour leur argent. Car le président français fraîchement élu faisait face à l'homme qui avait fait de ce geste le désormais *Trumpshake*, une prise de judo aussi déroutante qu'agressive : tantôt Trump tirait brusquement le bras de son interlocuteur vers lui pour le déstabiliser (avec Mitt Romney, mais aussi son vice-président Mike Pence ou le Premier ministre belge Charles Michel), tantôt il tapotait et enveloppait langoureusement la main de son vis-à-vis dans un geste enjôleur et protecteur, comme avec le Premier ministre japonais Shinzō Abe.

Récemment, le Premier ministre canadien Justin Trudeau semblait avoir mis au point une parade en s'arcboutant du plat de la main gauche sur l'épaule droite du son homologue américain, afin de bloquer net toute traction. Mais pourquoi la poignée de main devient-elle, venant de Trump, une arme de déstabilisation massive ?

L'ACTUALITÉ

Le 25 mai dernier, Donald Trump et Emmanuel Macron échangent une poignée de main musclée. à tel point que les médias du monde entier ont commenté cet affrontement en désignant le Français vainqueur. Simple « combat de récré », ou expression d'une logique de positionnement hiérarchique ?

LA SCIENCE

Le comportement de poignée de main est hérité d'une gestuelle analogue chez le chimpanzé, où elle signifie toujours la conciliation. Mais l'homme lui a ajouté une autre signification : le combat ritualisé. En trois phases d'engagement, de lutte et de retrait, elle devient un moyen codifié d'établir des hiérarchies.

L'AVENIR

Donald Trump va peut-être devoir revoir sa stratégie de salutation et mettre temporairement son fameux *Trumpshake* au repos, car ses homologues sont en train de mettre au point des parades, comme l'a montré Emmanuel Macron, et avant lui le Canadien Justin Trudeau.

Les poignées de main de Trump n'ont fondamentalement rien d'anodin. Elles révèlent même, si l'on s'en réfère à ce que nous enseigne l'éthologie, un dangereux glissement. On y décèle en effet les germes d'un petit jeu pervers à travers lequel s'opère un subtil déplacement du champ de la rencontre diplomatique. Celui-ci, par le biais d'un étrange jeu de mains, semble en effet quitter subtilement le terrain d'une recherche d'accord consensuel pour s'engager implicitement sur celui d'une lutte rituelle. Autrement dit, il fait passer d'une attitude interactive d'apaisement à une conduite agonistique d'affrontement, ou pour le dire plus concrètement, donne à percevoir l'écart qui sépare fondamentalement une poignée de mains… d'une partie de bras de fer.

AU DÉPART, UN GESTE DE CONCILIATION

L'être humain n'a pas inventé la poignée de mains. On en retrouve la trace chez le chimpanzé, dans un comportement gestuel qui, en éthologie, répond au doux nom de *grooming handclasp*. Cette sorte de poignée de mains ne se manifeste chez nos cousins que si les deux protagonistes sont membres d'une même communauté d'appartenance. Ils l'associent alors à des attitudes suggérant l'intimité et favorisant le contact de proximité. C'est pour cela que la poignée de main conciliatrice se fond notamment dans des conduites d'épouillage qui sont généralement poursuivies avec la main restée libre. C'est aussi pour cela que chez le singe, un tel geste ne se conçoit pas accompagnée d'un faciès menaçant ou d'une gestuelle agressive.

Les techniques de *grooming handclasp* varient par ailleurs d'une communauté de chimpanzés à l'autre, suggérant par là qu'elles renferment une forte composante « culturelle ». Chaque communauté possède de ce point de vue ses propres traditions locales et sociales, ce que confirment les récents travaux de Katherine Cronin et Edwin Van Leeuwen de l'institut Max-Planck de Nimègue, aux Pays-Bas. Ceux-ci montrent que cette poignée de main constitue, tout comme chez l'être humain, un phénomène culturel qui se transmet d'une génération à l'autre, mais aussi qu'il existe, entre communautés de chimpanzés qui se serrent la main, des différences de style. Certaines communautés s'enlacent les mains, là où d'autres les superposent. Dans l'une, on fléchit le poignet, dans l'autre on le maintient droit. Bref, chaque communauté aurait bien ses propres traditions locales et sociales. Tout comme chez l'homme. À une nuance près : dans notre espèce, les rencontres entre membres de communautés distinctes nécessitent de combiner les différentes manières de s'enlacer les mains ou les poignets, afin de les fondre en un code commun.

Mais la poignée de main peut revêtir une autre dimension qui est celle du combat rituel. En éthologie, un combat rituel désigne, chez de nombreuses espèces animales, une forme de confrontation relativement inoffensive qui, contrairement au combat « sanglant », se déroule selon des règles établies et aboutit soit à l'éviction du rival soit à l'établissement du rang dans la hiérarchie sociale. En général, les espèces pourvues de redoutables moyens de défense (cornes, sabots, dents, crochets à venin) n'en font pas usage au cours du combat si ce n'est en évitant d'infliger de sérieuses blessures à l'adversaire, en prenant garde, par exemple, à ne pas toucher d'organe vital.

Dans un combat rituel, les protagonistes ne touchent pas d'organe vital mais cherchent uniquement à affirmer leur rang hiérarchique.

GLISSEMENT VERS LE COMBAT

La poignée de main de Trump entre clairement dans cette catégorie. Trump est le seul à la pratiquer de cette façon, et c'est ce qui détonne. Car en l'inscrivant dans un contexte de pugnacité permanente et de défi constant, le président américain pousse la poignée de mains aux limites de son usage en la transformant, sans s'être au préalable concerté avec son interlocuteur, en véritable geste de combat rituel. Ce faisant, sa posture évoque sans doute davantage celle d'un gorille qui se frappe la poitrine dans le seul souci d'impressionner que celle d'un chimpanzé qui invite à l'épouillage avec l'unique intention de pacifier.

Que ce soit sur la photo – ou mieux, sur Youtube *(voir sur le Web)* –, observons la poignée de main entre Trump et Macron : mâchoire serrée, visage tendu, l'un et l'autre ne sont manifestement plus dans le rituel de salutation mais clairement dans le simulacre de lutte. La blancheur des articulations de Trump indique même que le simulacre n'a fait que déplacer sur les mains l'intensité de la véritable confrontation physique que les deux protagonistes ont implicitement acceptée. Un peu comme dans une partie de bras de fer lorsque le combat focalise la lutte à laquelle consentent deux personnes sur la confrontation de leurs seuls avant-bras. En dépliant complètement son coude, l'un acceptera d'avoir perdu le combat sans que les deux adversaires n'aient à se mettre en danger ni à mettre en jeu l'intégralité de leur corps.

Dans tout combat rituel, on distingue trois phases : la salutation, l'engagement et le retrait. Ces trois temps sont un invariant des arts martiaux ou de toute lutte ritualisée, du bras de fer au karaté en passant par la boxe, le judo ou le sambo – le sport de combat préféré de Vladimir Poutine. Et ils sont clairement présents dans l'interaction entre Trump et Macron. Dans un premier temps, l'échange de regards, les mâchoires serrées, les sourires crispés sont à peine camouflés par les marques de civilité. Ils révèlent deux corps tendus qui délèguent à leurs seules mains le soin de s'affronter.

Ensuite, l'agrippement, en se doublant d'un écrasement des phalanges, indique que le défi est dépassé et que l'on est entré dans la phase de lutte à proprement parler. C'est pour cela que la poignée de main s'éternise comme un bras de fer (elle dure près de sept secondes) et est encore prolongée, à l'initiative du président français – ce qui lui permet de prendre définitivement l'avantage –, qui « garde la main » deux secondes de plus que son adversaire. Elle ne s'arrêtera véritablement que lorsqu'un vainqueur symbolique aura pu être désigné.

TROIS PHASES DE LA LUTTE

Macron a accepté le défi. Il a ensuite, à la grande surprise de son adversaire, gagné le bras de fer. Restera alors, au cours de la troisième phase, celle de la sortie ou du désengagement, à ne pas perdre la face. Le petit sourire en coin de Macron constitue à cet égard une manière très élégante de sortir, par le clin d'œil ironique et connivent, de la lutte ritualisée en permettant à son adversaire démasqué dans un premier temps puis battu à son propre jeu, de ne pas subir l'humiliation de plein fouet et de sortir de l'affrontement rituel sans dommage irrémédiable pour son statut et sans perte pour son image.

Pour Trump, il est, visiblement ce jour-là, trop tard pour rattraper le coup. Il accepte la défaite et n'a d'autre choix que de se soumettre. C'est pour cela que le lendemain, pour retrouver de la contenance, il tentera d'engager plus directement une deuxième manche de lutte ritualisée en secouant cette fois vigoureusement son adversaire pour réaliser avec lui une chorégraphie qui emprunte cette fois ostensiblement davantage au registre pugiliste qu'à celui de l'aménité.

Sur le Web

Vidéo de la poignée de main entre Macron et Trump : https://www.youtube.com/watch?v=VOf9FqsLfA8

Dans l'intérêt de la science
france inter
mathieu vidard
la tête au carré
14:05-15:00
RCS Radio France : 339 954 671 00017 - Crédit photo : Christophe Abramowitz / RF
france inter
intervenez
franceinter.fr

CORALIE CHEVALLIER

Chercheuse en sciences comportementales au Laboratoire de neurosciences cognitives de l'École normale supérieure (ENS), en collaboration avec Nicolas Baumard, de l'ENS.

« Make our planet great again » OUI, MAIS COMMENT ?

Sauver la planète demande plus que de trier ses déchets. Les sacrifices individuels à faire sont si importants qu'il sera difficile à chacun de s'y plier s'il n'a pas au préalable acquis la certitude que tout le monde fait de même.

À l'heure où les États-Unis ont décidé de se retirer des accords de Paris sur le climat, il apparaît de plus en plus urgent de trouver des façons d'avancer. Et tout le monde en convient : c'est d'abord des citoyens que viendront les avancées futures. En impulsant des actions à l'échelle locale, en changeant de comportements, en diminuant leur empreinte carbone, ils peuvent réussir là où les États semblent bloqués.

Mais nous sommes confrontés à un paradoxe. D'un côté, une majorité de personnes est convaincue de la réalité du changement climatique (les Français sont 88 % à penser que les choses « n'avancent pas assez rapidement ») ; de l'autre, ces mêmes citoyens – vous, moi – ne font pas grand-chose pour réduire leur empreinte carbone. Bien sûr, nous trions nos déchets, nous essayons de ne pas prendre de sacs plastiques au supermarché et nous achetons des produits locaux autant que possible. Mais en réalité, nous sommes bien loin du compte. Les vrais changements de comportement, ceux qui pourraient réellement avoir un impact sur le climat, ne sont pas ceux-là.

LE CERVEAU A DU MAL AVEC LE CONCEPT D'EMPREINTE CARBONE

Des exemples ? Un aller-retour à New York produit 3 tonnes de carbone, soit près de la moitié de l'empreinte carbone annuelle d'un Français moyen. Les Français parcourent en moyenne 18 000 kilomètres par an en voiture, soit 4 tonnes de carbone. Produire 1 kilogramme de bœuf requiert 15 000 litres d'eau et produit autant de gaz à effet de serre que 150 kilomètres en voiture… La conclusion est assez claire : si l'on veut réellement réduire son empreinte carbone, il faut éviter de prendre l'avion, se passer de voiture et réduire significativement sa consommation de viande. Mais qui, parmi les citoyens responsables, se sent prêt à de tels sacrifices ? Même les plus militants reculent devant le coût d'un tel changement de comportement. Ainsi un article récent du *Guardian* rapportait que la majorité des employés de WWF se rendent à leur travail en voiture !

© De best4u /shutterstock.com

Alors, comment expliquer ce paradoxe ? D'abord, parce qu'il est difficile de comparer les effets de nos différents comportements. Pour notre cerveau, trier ses déchets ou ne pas se rendre à New York en avion sont deux exemples de bonnes actions pour lutter contre le réchauffement, mais il est impossible de mesurer intuitivement qu'en réalité l'avion a un impact largement supérieur aux déchets non triés. Nous trions donc nos déchets, élevons notre bonne conscience, et c'est le cœur léger que nous nous envolons en fin d'année pour la Réunion, en ignorant complètement que ce seul vol anéantit les effets de tous nos comportements écoresponsables de l'année !

JE VEUX BIEN FAIRE UN EFFORT, MAIS LES AUTRES ?

Il faut aider notre cerveau à comparer les effets délétères de nos comportements. Par l'étiquetage carbone, par exemple, qui permet à chacun de choisir soi-même les solutions les plus écologiques. Mais même s'il existe maintenant de nombreuses ressources pour apprendre quels sont les comportements les plus vertueux (par exemple, le site www.coachcarbone.org), même si nous savons qu'il ne faut pas prendre l'avion ni la voiture, ni manger de viande, allons-nous écouter ces conseils et changer de comportement une fois cet article terminé ?

Savoir que les autres font des efforts démultiplie notre capacité à faire passer nos intérêts propres après ceux de la planète.

Le problème est que notre disposition à fournir des efforts dépend de ce que font les autres. Nous sommes prêts à faire beaucoup de choses pour le bien commun, mais pas si nous sommes les seuls.

Posez-vous la question : si tous les gens – vos amis, vos collègues, la plupart des Français – renonçaient à manger de la viande pour sauver la planète, continueriez-vous à aller sereinement au supermarché pour assouvir votre envie de côte de bœuf ? Probablement pas. Sans doute seriez-vous heureux de prendre votre part dans la lutte contre le réchauffement climatique, et condamneriez-vous ceux qui ne savent pas faire passer leur confort personnel après le destin commun lié à celui de la planète.

Le nœud du problème est le suivant : nous sommes des coopérateurs conditionnels – prêts à faire leur part du travail, voire à faire passer leurs préférences au second plan, mais à condition que les autres en fassent autant. En d'autres termes : pas question de renoncer à mes vacances à New York si je suis le seul à le faire. Mais si les autres le font, alors mon devoir sera d'agir aussi vertueusement qu'eux.

Tout le problème est donc de faire le premier pas. Et pour cela, la clé sera de mieux informer les citoyens de ce que les autres sont prêts à faire. Par exemple, beaucoup de Parisiens sont encore attachés à leur voiture et s'en priver leur semble représenter un sacrifice trop important. Mais informons-les du comportement de leurs semblables : 57 % des habitants de la capitale ne possèdent pas de voiture et optent pour la marche ou les transports en commun pour près de 80 % de leurs déplacements du domicile à leur travail. Le fait d'être informé de ces données ne peut que donner du courage pour fournir soi-même l'effort. N'hésitons pas à montrer du doigt les automobilistes, en rappelant que 42 % de leurs trajets font moins de 10 kilomètres, que 80 % des voitures ne transportent qu'une seule personne, et que 78 % des automobilistes dans Paris choisissent ce mode de transport par confort et non par nécessité. Cela aussi peut changer leur comportement.

De même, informons chaque individu que ses voisins trient, recyclent, utilisent le vélo… et prennent peu l'avion. Les réticents seront alors davantage disposés à faire l'effort de leur côté. ●

Sur le Web

Site www.coachcarbone.org : https://www.theguardian.com/sustainable-business/behavioural-insights/2014/nov/25/wwf-employees-drive-work-hope-for-rest-behaviour-change

À méditer

CHRISTOPHE ANDRÉ
Médecin psychiatre à l'hôpital Sainte-Anne de Paris.
Site : http://christopheandre.com

À quoi sert un SECRET ?

Chacun a ses secrets. Pourquoi en use-t-on ? Les révéler permet de se soulager, de convaincre son interlocuteur, voire d'exercer son pouvoir. Mais parfois, mieux vaut se taire que de blesser.

« **Je vais te confier un secret, mais promets-moi de ne le répéter à personne ! » Voilà un des meilleurs moyens de rendre votre interlocuteur très attentif à vos propos, au moins pour quelques instants.** Un secret est une information importante que l'on souhaite délibérément garder cachée ou ne partager qu'avec un petit cercle de personnes soigneusement choisies.

Les objets de secrets sont multiples et concernent aussi bien la vie personnelle (on cache ses revenus, ses actes moralement répréhensibles, ses histoires de famille) que la vie publique et politique (on ne révèle pas certaines informations qui affoleraient ou révolteraient peut-être les citoyens). Mais le plus intéressant dans le secret, comme le montre le livre récent de Laurent Schmitt, professeur de psychiatrie à Toulouse, ce n'est pas tant son contenu – car finalement, c'est toujours un peu la même chose – que sa fonction et son usage.

Le secret attire et irrite à la fois. Il attire, car on apprécie tous d'être mis dans la confidence, de connaître la face cachée des choses ou des personnes, de satisfaire sa curiosité et son ego. Il irrite, car à l'inverse, savoir qu'un secret existe mais ne pas y avoir accès, ne pas « en être », nous procure un sentiment d'exclusion et d'infériorité (par rapport à ceux qui savent), désagréable à l'estime de soi. Au quotidien, on jure souvent qu'on n'a pas de secret pour susciter la confiance de son interlocuteur. « Pour ne rien vous cacher », « pour tout vous dire » sont des expressions fréquentes pour convaincre, que ce soit dans le monde de la politique ou celui des affaires…

Les études réalisées sur ce thème montrent qu'en général, révéler volontairement un secret personnel nous soulage : le partage social des informations émotionnellement chargées allège notre sentiment de solitude. Il semble d'ailleurs qu'il s'agisse moins d'une catharsis (apaisement

© Shutterstock.com / Nobelus

Tout le monde s'intéresse au secret, à son contenu, à ce qu'il cache. Bien peu s'intéressent à son usage et à son rôle.

L. Schmitt, *Le Secret,* 2017

lié à la révélation) que d'une réorganisation de l'expérience gardée cachée, dont la mise à plat, écrite ou parlée, permet la clarification, la réattribution des rôles et des responsabilités. Mais se pose alors la question de l'interlocuteur choisi : car détenir le secret d'autrui peut être un pouvoir, et c'est sur cela que repose le principe du chantage – « Si tu ne te soumets pas à ma volonté, je révèle ton secret ».

LE SECRET MÉDICAL… ET POLITIQUE

Il existe à ce propos en médecine un engagement appelé serment d'Hippocrate, que tous les futurs médecins prêtent, lorsqu'ils passent leur thèse, devant leurs maîtres et leurs pairs, et qui mentionne explicitement ceci : « Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. » Cette promesse de discrétion est considérée comme un élément important de la qualité des soins. Pour autant, bien souvent, les patients ne disent pas tout. Les travaux conduits par exemple en psychothérapie montrent que nombre d'entre eux ne racontent pas vraiment tout, et que la motivation qu'ils avancent est de protéger leur image aux yeux du thérapeute : sa bonne opinion sur eux leur est précieuse. Le médecin travaille donc en général sur une fiction, un avatar du patient, construit par ce dernier. Et le plus souvent, ça se passe bien ! La transparence totale n'est finalement pas indispensable au bon déroulement des soins ; ce qui compte, c'est la sincérité sur les éléments les plus importants.

La rétention délibérée d'informations ne concerne pas seulement la sphère privée, elle s'observe aussi en politique, domaine dans lequel se pratique d'ailleurs un véritable art du secret, comme le soulignait Beaumarchais dans *Le Mariage de Figaro* : « Feindre d'ignorer ce qu'on sait, et de savoir ce qu'on ignore, voilà toute la politique. » Car détenir des secrets, c'est accroître son pouvoir dans les domaines où existe une concurrence, qu'il s'agisse d'élections ou de négociations commerciales. Et là où existe le pouvoir, existent aussi la tentation de l'abus de pouvoir et la nécessité de contre-pouvoirs.

Certains secrets jalousement partagés entre des groupes restreints ont parfois un impact social important et favorisent des injustices, inégalités et privilèges divers. C'est l'objet du « délit d'initié » qui n'est autre que l'utilisation pour son intérêt personnel d'informations tenues cachées au plus grand nombre. Alors pour lutter contre les opacités malvenues de certains secrets, politiques ou financiers, sont apparus les « lanceurs d'alerte » : des citoyens qui, au risque de leur confort personnel, dévoilent des secrets menaçant l'intérêt public. Leur émergence est un symptôme de l'aversion croissante de nos contemporains aux avantages obtenus par tricherie : si compétition sociale il doit y avoir, alors que les règles en soient respectées par tous !

LES SECRETS ONT ENCORE DE BEAUX JOURS DEVANT EUX

Mais les secrets intimes, les « jardins secrets », tant qu'ils ne masquent pas des nuisances passées ou potentielles pour autrui, ont sans doute encore de beaux jours devant eux. Pour certains théoriciens, ils sont même constitutifs de notre fonctionnement psychique : dans toute relation, même avec des proches, conjoints, enfants, se trouve une part de secret ou de non-dit, que la cause en soit le désir de ne pas peiner ou celui de garder son autonomie. Malraux écrivait, dans ses *Antimémoires* : « Qu'est-ce qu'un homme ? Un misérable petit tas de secrets… » Et inutile de s'en agacer, car nos secrets sont tous les mêmes, comme le notait malicieusement Paul Valéry : « Les hommes se distinguent par ce qu'ils montrent et se ressemblent par ce qu'ils cachent. »

Bibliographie

L. Schmitt, *Le Secret*, Odile Jacob, 2017.

J. Frattaroli, Experimental disclosure and its moderators : a meta-analysis, *Psychological Bulletin*, vol. 132, pp. 823-865, 2006.

A. E. Kelly, Helping construct desirable identities : a self-presentational view of psychotherapy, *Psycho. Bul.*, vol. 126, pp. 475-494, 2000.

VIE QUOTIDIENNE

p. 72 *Comment enseigner l'esprit critique* **p. 78** *L'école des cerveaux* **p. 80** *Demain, tous myopes ?* **p. 88** *Le sexe, remède à tous les maux*

Comment enseigner l'esprit critique

Donald Trump tente de convaincre le monde entier que le réchauffement climatique n'existe pas… Sans se soucier des conséquences probablement catastrophiques pour la planète.

Selon

Par **Nicolas Gauvrit** *et* **Elena Pasquinelli.**

Le flot d'informations dont nous disposons aujourd'hui est tel qu'il est nécessaire d'exercer son esprit critique en permanence. Une façon de penser que nous devons enseigner aux jeunes.

EN BREF

- **Distinguer le vrai du faux : on peut l'apprendre, dès l'école, notamment en raisonnant, en croisant les données, en les comparant et en admettant ses propres limites.**
- **Des programmes éducatifs se développent partout dans le monde, par exemple pour trier les informations en ligne.**

© Marina Linchevska / shutterstock.com

Selon votre bord politique, peut-être avez-vous pensé que tels ou tels votants ont manqué de discernement lors des dernières élections présidentielles en France. Qu'ils n'ont pas su distinguer les hypothèses des faits, les suppositions des conséquences logiques. Qu'ils sont tombés dans les pièges rhétoriques les plus grossiers, incapables d'analyser les arguments égrenés au fil des discours de candidats déloyaux. Ou bien encore qu'ils ont voté avec leurs tripes plutôt qu'avec leur cerveau. En quelques mots : qu'ils ont manqué d'esprit critique. C'est pourtant bien sur cet esprit critique, supposé acquis chez les citoyens responsables, que repose la légitimité de l'élection.

En politique, l'égarement des uns est la perspicacité des autres, car nous sommes au royaume de l'opinion. Dans d'autres domaines en revanche, plus scientifiques, plus tangibles, un manque d'esprit critique conduit parfois à des décisions dont on peut démontrer qu'elles sont absurdes, dangereuses pour soi et son entourage, voire pour l'humanité.

LA TERRE EST PLATE ET L'AUTISME CAUSÉ PAR UN VACCIN…

On peut s'amuser des contorsions logiques de ceux qui, comme la légende du basket-ball Shaquille O'Neal, pensent que la Terre est plate. Il est moins réjouissant que des maladies invalidantes, parfois mortelles, réapparaissent – la rougeole en Europe ou la coqueluche en Angleterre –, parce qu'une partie de la population refuse la vaccination qu'elle considère comme dangereuse. Des célébrités prennent position contre les applications de la science, par exemple l'actrice Jenny McCarthy, convaincue que l'autisme de son fils Evan est la conséquence d'un vaccin. Le même rejet de la science touche le

changement climatique, nié jusque dans l'entourage de Donald Trump quand ce n'est pas par le président étasunien lui-même… Avec pour conséquence probable la poursuite d'une politique environnementale catastrophique.

Sur quel terreau psychologique prospèrent ces idées inquiétantes ? Un manque de modestie, une capacité limitée à séparer les bons arguments des mauvais, une propension à ne chercher que des confirmations de nos croyances et à ne pas nous confronter aux autres, ou encore une attirance pour les milieux sociaux qui nous ressemblent et confortent nos erreurs en les répétant dans d'inlassables caisses de résonance. Tous ces traits et bien d'autres sont naturels, connus et documentés. Tous font partie de notre psychologie ordinaire.

UN MONDE NUMÉRIQUE OÙ FOISONNENT DE FAUSSES DONNÉES

Mais depuis quelques années, parce que nous vivons dans un monde numérique frétillant, rapide, dense et touffu, l'effet de ces pentes cognitives sinistres est démultiplié. Le remède ? Sans aucune hésitation, plus d'esprit critique *(voir l'encadré ci-contre)*. Un esprit d'analyse et de réflexion à la hauteur de ce monde de l'opulence informationnelle. Un raisonnement, une curiosité et une rigueur suffisants pour contrer l'absence de filtre entre les fournisseurs de récits et leurs destinataires.

Cela fait environ un an que les instances gouvernementales parlent d'exercer notre esprit critique, mais celui-ci est inscrit dans les programmes scolaires depuis bien plus longtemps, car c'est l'un des piliers d'une citoyenneté éclairée. Certains s'étonnent de cet engouement nouveau qu'ils voient comme une lubie inutile, une mode éphémère. Les enseignants de sciences et de philosophie font valoir qu'ils n'ont pas attendu cet enthousiasme subit pour instruire leurs élèves. Les professeurs de sciences ne font-ils pas chaque jour la démonstration de la méthode scientifique, de la rigueur et d'une réflexion qui caractérisent l'esprit critique ? Les professeurs de philosophie n'enseignent-ils pas la pensée analytique que les plus grands penseurs ont développée au fil des siècles ?

Biographie

Nicolas Gauvrit

Chercheur en sciences cognitives au Laboratoire CHArt de l'École pratique des hautes études à Paris.

Elena Pasquinelli

Chercheuse en philosophie et sciences cognitives, et professeure à l'École normale supérieure de Paris.

Malgré la bonne volonté des éducateurs, ces derniers semblent trop optimistes sur les effets de leurs leçons. On ne développe pas bien l'esprit critique des élèves en leur montrant de la science, ni en leur faisant découvrir la philosophie de manière traditionnelle. Il faut penser l'éducation à l'esprit critique autrement… et cela a déjà été fait.

LES ATELIERS PHILOSOPHIQUES À LA FRANÇAISE

Plusieurs programmes, récents pour certains, existant depuis plusieurs décennies pour d'autres, se donnent pour but de développer l'esprit critique en France. Quelques-uns prennent place au sein des disciplines existantes et sont donc proposés par des enseignants de sciences ou de philosophie par exemple. D'autres sont au

QU'EST-CE QUE L'ESPRIT CRITIQUE ?

La pensée critique est au centre de la logique et de l'argumentation d'Aristote, des règles pour la direction de l'esprit de Descartes et de l'accent sur la preuve et le raisonnement de Hobbes. Elle est aussi au cœur de la science moderne. Dans le domaine de l'éducation, Edward Glaser, de l'université Columbia, à New York, définissait dans les années 1940 la maîtrise de la pensée critique sur la base de trois éléments. Premièrement, une prédisposition à considérer les problèmes de manière réflexive, c'est-à-dire en adoptant une attitude sceptique afin d'évaluer le degré de probabilité qu'une croyance soit vraie, en analysant ses fondements et les faits qui l'étayent. Deuxièmement, par la connaissance des méthodes de l'investigation et des principes de bon raisonnement. Et troisièmement, par la capacité à appliquer ces méthodes. L'esprit critique repose donc sur la volonté d'utiliser certaines connaissances et de le faire de manière experte. Avant cela, le pédagogue John Dewey avait déclaré que la capacité de se servir de manière experte de sa pensée réflexive était le véritable but de l'éducation. Mais il était aussi convaincu de la difficulté de l'enseigner, car elle s'oppose à certains penchants naturels de l'enfant, comme son impulsivité.

Plus récemment, psychologues cognitifs et sociaux se sont attachés à définir l'esprit critique en termes de fonctions cognitives. Ce qui émerge de façon générale est que ce n'est pas une aptitude en soi, que l'on pourrait entraîner comme un muscle, mais un ensemble de capacités cognitives et de stratégies à mobiliser de façon raisonnée, autonome et volontaire, pour un objectif précis. Dans les années 2000, un groupe pluridisciplinaire de chercheurs de l'université de Cambridge a proposé de considérer cinq facteurs qui définissent selon eux l'esprit critique : l'analyse, qui est la capacité à percevoir les structures logiques ; l'évaluation, qui permet de juger la fiabilité d'un argument ; l'inférence, la faculté à tirer des conclusions justes ou probables ; la construction, qui est l'élaboration d'un raisonnement ; et enfin l'autocorrection, autrement dit la conscience de nos propres limites.

contraire déconnectés des matières académiques. Depuis que le ministère de l'Éducation nationale a lancé, fin 2016, un ambitieux appel à projets dans ce cadre, les initiatives foisonnent et nous n'en donnons ici que quelques exemples qui en illustrent la diversité.

Organisés le plus souvent par des enseignants de philosophie ou des professeurs de l'école élémentaire, les « ateliers philosophiques » se sont répandus un peu partout *(voir Sur le Web)*. Ils sont souvent mis en place dès le début du primaire et semblent plaire aux enfants. Lors de ces ateliers, l'enseignant se mue en « modérateur » d'un débat entre les élèves. Il n'est plus là pour apporter des informations brutes, mais pour aider les jeunes à argumenter et à débattre à partir d'une question de départ. Par exemple, on lance une discussion pour savoir ce que veut dire « réussir sa vie ». Les enfants proposent des idées, souvent contradictoires, qu'ils doivent défendre logiquement, défiant leurs « opposants ». Les jeunes apprennent ainsi, espère-t-on, à argumenter correctement, à détecter les failles dans les idées adverses, mais aussi à respecter les opinions d'autrui et à prendre conscience des limites de leurs propres conceptions. Autant d'éléments clés pour l'esprit critique.

QUE CROIRE SUR INTERNET ?

D'autres éducateurs ont eu l'idée de se focaliser plutôt sur les compétences liées à la recherche d'information, surtout sur Internet et en particulier sur les réseaux sociaux… C'est en effet bien l'importance grandissante d'Internet qui explique en partie l'explosion récente de croyances irrationnelles et pseudoscientifiques. Apprendre à croiser les données, à en évaluer la fiabilité, à remonter aux sources, est ainsi devenu un enjeu éducatif majeur.

Peut-être avez-vous vu passer ces révélations pendant la campagne présidentielle : Emmanuel Macron serait financé par l'Arabie Saoudite ; Jean-Luc Mélenchon se déplacerait en jet privé. Ce ne sont que deux exemples parmi des dizaines de fausses informations (des *fake news*) répandues sur la toile soit dans un esprit de plaisanterie, soit pour discréditer un candidat… Les internautes sont aujourd'hui soumis à un feu nourri de rumeurs, d'erreurs et de mensonges, parmi lesquels il n'est pas toujours facile de faire le tri.

Dans cette optique d'autodéfense intellectuelle, certains enseignants ont mis en place, dès l'école élémentaire, des ateliers visant spécifiquement à améliorer la recherche et la vérification de données sur Internet. La professeure des écoles Rose-Marie Farinella est par exemple intervenue chaque semaine dans une classe de CM2, où les élèves ont joué les journalistes d'investigation à la recherche de la vérité *(voir Sur le Web)*… Certains ont ainsi découvert avec étonnement que les illuminatis ne gouvernent finalement pas le monde dans l'ombre et que beaucoup de photos d'extraterrestres sont des montages (ou, plus curieusement, des images réelles de fœtus de paresseux).

Face au pullulement d'informations contradictoires sur Internet et les réseaux sociaux, l'esprit critique n'est plus un luxe, c'est une question de survie.

LA ZÉTÉTIQUE OU L'ART DU DOUTE RAISONNABLE

Difficile de ne pas mentionner ici un précurseur des projets français actuels, le physicien Henri Broch, qui lança dans les années 1980 le premier cours de « zététique ». Par ce nom sibyllin, Henri Broch et ses successeurs désignent, grosso modo, l'art du doute raisonnable et de la méthode scientifique, autrement dit, l'esprit critique. La zététique a toutefois deux particularités par rapport aux projets plus récents. D'abord, cette discipline met l'accent sur ce que les psychologues appelleraient la « métacognition », c'est-à-dire la connaissance de nos propres biais, des risques que notre pensée imparfaite nous fait courir sur le chemin de la vérité. C'est un choix discutable, mais la zététique a ainsi donné de nouveaux noms, plus ergonomiques, à des défauts de l'esprit humain bien connus des psychologues. Par exemple, le sophisme qui consiste à penser que si deux événements se suivent, le premier est la cause du second, que l'on nomme habituellement « post hoc », est en zététique « l'effet atchoum ». Imaginez en effet la stupeur de celui qui aurait éternué quelques fractions de seconde avant l'explosion de la gare centrale de Bruxelles le 20 juin dernier… Il aurait pu un moment avoir l'illusion que son éternuement était la cause de la déflagration.

Autre particularité : la zététique se concentre historiquement sur l'étude rationnelle des phénomènes supposés paranormaux. On montre volontiers comment raisonner, tester expérimentalement et rechercher des informations dans des domaines étranges, allant du monstre du Loch Ness à la télépathie, plutôt que sur des questions de société. D'une part, cela a l'avantage de rendre le matériel discuté peu chargé émotionnellement pour la plupart des élèves et des étudiants ; d'autre part, cela donne une coloration ludique et attrayante à l'exercice.

L'idée de la zététique s'est largement développée et élargie depuis trente ans et de nombreux groupes et associations s'en réclament désormais. Elle a inspiré

Info ou intox ? Comment cet enfant peut-il savoir si ce site fournit de vraies informations ? Éduquer les jeunes à l'utilisation d'Internet et des médias sociaux est crucial pour qu'ils ne croient pas forcément à la lettre tout ce qu'ils lisent en ligne…

des ateliers et des cours, notamment ceux organisés à Grenoble par le *Cortecs*, dont le site regorge de matière pédagogique stimulante *(voir Sur le Web)*.

Ces initiatives, et d'autres encore, sont remarquables, mais sont-elles efficaces ? La bonne volonté des enseignants ne garantit malheureusement pas l'utilité de leur activité. Appliquons comme il se doit l'esprit critique à l'éducation de l'esprit critique : demandons des preuves tangibles ! Dans les cas cités ci-dessus, aucune donnée ne permet hélas de mesurer l'impact des interventions, car les analyses n'ont pas été menées, en dehors d'enquêtes qualitatives qui suggèrent que les élèves sont satisfaits – ce qui est déjà positif mais insuffisant pour trancher. En attendant que la recherche s'empare de cette question, nous pouvons nous tourner vers d'autres travaux qui, au niveau international, ont déjà évalué le résultat de projets similaires.

DES SUCCÈS AVÉRÉS

Un cas de succès souvent cité nous vient d'Amérique latine. Dans les années 1980, au Venezuela, dans tout le pays, on a intégré l'enseignement des capacités de la pensée aux programmes scolaires, avec le projet *Intelligence*. Les élèves, quel que soit leur âge, recevaient des leçons hebdomadaires de trente minutes sur les bases du raisonnement, de la pensée créative, la résolution de problèmes et l'analyse du langage. Cet enseignement a fait l'objet d'une étude d'impact avec des élèves de 13 ans environ. Ainsi, le groupe de jeunes l'ayant suivi a obtenu, par rapport à un groupe témoin analogue n'ayant pas reçu ce cours, de meilleurs résultats à des tests évaluant notamment la capacité à raisonner, la créativité et l'argumentation. L'étude ayant dû s'arrêter, on n'a pas mesuré les gains à long terme, mais les données à court terme sont prometteuses.

ÊTRE CRITIQUE DANS TOUTES LES SITUATIONS DE VIE

Un autre critère fondamental pour évaluer l'enseignement de l'esprit critique est la transférabilité dans des situations diverses de la vie de tous les jours. En effet, il ne suffit pas que les élèves développent la capacité à utiliser le raisonnement, à estimer la fiabilité des sources ou à imaginer des explications alternatives dans des cas semblables à ceux qu'ils ont déjà rencontrés en cours. Il faut aussi, d'une part, qu'ils soient capables d'appliquer ces outils mentaux dans des situations quotidiennes variées, et, d'autre part, qu'ils le fassent spontanément quand cela est nécessaire. C'est tout le problème du « transfert » bien connu des éducateurs. Or l'étude d'impact du programme *Intelligence* ne permet pas de savoir si un tel transfert a eu lieu.

En revanche, le psychologue social Richard Nisbett et ses collègues ont pris en compte la question du transfert dans leurs expériences. Dans l'une d'elles, ils ont utilisé une méthode originale pour déterminer si certains éléments de la boîte à outils de l'esprit critique seraient spontanément réutilisés. Après avoir soumis des étudiants de l'université du Michigan à un cours sur le raisonnement statistique, les chercheurs ont téléphoné aux étudiants, incognito. Prétextant un sondage concernant notamment le sport sur le campus, ils ont posé aux jeunes quelques questions étranges destinées à tester leur propension à utiliser le raisonnement statistique correct appris en cours. Ces questions étaient mêlées à d'autres plus ordinaires, pour éviter

Bibliographie

D. T. Willingham, Critical thinking, *American Educator*, vol. 31, pp. 8-19, 2007.

D. F. Halpern, *Thought and knowledge : An introduction to critical thinking*, Routledge, 2002.

© Tyler Olson / shutterstock.com

qu'ils ne se doutent du but réel de l'entretien téléphonique.

Voici l'une de ces questions : « En général, l'équipe de baseball qui remporte le match de l'année a tendance à être moins performante l'année suivante. Cela est clair sur les dix dernières années. Huit équipes gagnantes ont fait moins bien l'année suivante, seules deux ont fait au moins aussi bien. Au niveau national, c'est neuf fois sur dix que l'équipe gagnante a baissé en performance l'année suivante. À votre avis, pourquoi ces équipes ont-elles tendance à avoir de moins bons résultats l'année suivant leur victoire ? »

TRANSFÉRER SES CONNAISSANCES

Si vous aviez suivi le cours de l'université du Michigan, vous sauriez sûrement reconnaître ici un phénomène de « régression vers la moyenne » : pour un score partiellement dû au hasard, si on se trouve très haut ou très bas à un moment donné, on a tendance ensuite à se rapprocher de la moyenne. Si les gagnants font souvent moins bien la fois suivante, c'est parce qu'ils triomphent quand ils sont au mieux de leurs performances. De même, si vous avez une note exceptionnellement élevée à un examen quelconque, il est probable que la note suivante soit plus basse (et c'est certain si vous avez obtenu la note maximale la première fois). C'est un simple phénomène mathématique, mais il n'est pas très intuitif ! Or, les étudiants qui avaient suivi les cours de raisonnement statistique ont souvent spontanément répondu en citant ce phénomène de régression vers la moyenne, ce que les autres faisaient plus rarement. Ces derniers invoquaient par exemple le fait de se reposer sur ses lauriers ou d'avoir trop confiance en soi. Cela montre bien, au moins dans ce cas, que des outils de raisonnement appris en classe sont ensuite disponibles dans d'autres contextes et sont bien transférés.

Nous avons cité deux exemples d'études d'impact, mais il y en a bien d'autres. Plusieurs chercheurs ont même réalisé des métaanalyses portant parfois sur plus de cent études, et un tableau commence à émerger, même s'il reste beaucoup à faire pour trouver la meilleure manière de développer l'esprit critique. La bonne nouvelle est que les interventions pédagogiques fonctionnent dans l'ensemble. Pas autant qu'on le souhaiterait, certes, mais elles augmentent en moyenne l'esprit critique, c'est-à-dire les capacités à raisonner, analyser les arguments, percevoir les structures logiques, évaluer la fiabilité d'une information. L'effet est « moyen » selon les critères de la psychologie, mais il n'est pas nul.

QUELQUES RÈGLES À SUIVRE

Quelles sont donc les caractéristiques de l'enseignement le plus efficace ? Parmi les facteurs étudiés, deux ressortent distinctement. Premièrement, pour que l'enseignement soit efficace, il doit être explicite. Cela signifie que l'on doit dire aux élèves pourquoi et comment ils vont développer leur esprit critique. C'est la raison pour laquelle les enseignants de sciences et de philosophie, qui pensent développer implicitement les capacités de réflexion de leurs élèves par le fait qu'ils leur montrent l'exemple, n'obtiennent pas d'excellents résultats.

Second point important : il faut favoriser le transfert. Pour ce faire, plusieurs solutions sont envisageables. Une première consiste à multiplier les exemples dans des domaines variés : on montre comment évaluer la fiabilité d'une source concernant un article politique, un autre traitant d'écologie, un troisième portant sur le sport… Une seconde possibilité consiste à travailler sur du matériel abstrait. Par exemple, imaginer des leçons de logique formelle ou de psychologie dressant la liste des risques d'erreurs de jugement liés à la psychologie ordinaire.

Développer l'esprit critique des jeunes est donc possible… et vraisemblablement indispensable pour former des citoyens responsables. Se fier à l'intuition des enseignants ne suffit pas, il faut aussi appliquer l'esprit critique à l'éducation de l'esprit critique, chercher de manière raisonnée et empirique les meilleures stratégies possible à mettre en place dans les écoles. Le foisonnement d'idées et de projets innovants qui ont éclos en France ces derniers mois offre une occasion inédite de tester à grande échelle différentes pistes pour que la prochaine génération soit plus rationnelle que la précédente, et puisse mieux résister sur le champ de bataille idéologique des réseaux sociaux. ●

Les interventions pédagogiques fonctionnent en moyenne et augmentent l'esprit critique des élèves.

Sur le Web

Le site *Esprit critique info*, pour une approche scientifique de l'esprit critique : http://espritcritique.info

Le projet *La philo pour tous !* de l'Éducation nationale : https://www.youtube.com/watch?v=__DVwG9oiuU&t=55s

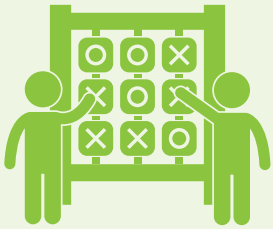
Le projet de Rose-Marie Farinella, qui anime des ateliers d'éducation aux médias et à l'information : https://www.youtube.com/watch?v=__DVwG9oiuU&t=55s

Le site de *Cortecs*, pour aiguiser son esprit critique : https://cortecs.org/ateliers/esprit-critique-es-tu-la/

OLIVIER HOUDÉ
Professeur à l'université Sorbonne-Paris-Cité (USPC), directeur du LaPsyDÉ, CNRS.

Les JEUX « CÉRÉBRAUX » vont-ils remplacer les devoirs ?

Avec peut-être la fin des devoirs à la maison, comment aider son enfant pour l'école ? En jouant, découvrent les neuroscientifiques. Mais pas n'importe comment.



Le ministre de l'Éducation nationale veut appliquer pour de bon la loi de 1956 qui interdit les devoirs à la maison pour les élèves de primaire. Son idée est de mettre en place un dispositif « devoirs faits à l'école » durant un temps d'étude accompagnée. L'objectif est de lutter contre les inégalités sociales : éviter que les enfants dont les parents n'ont pas le niveau de formation ni le temps ne soient défavorisés pour comprendre le programme scolaire par rapport à ceux qui vivent dans des conditions plus favorables. Mais cette réduction des devoirs à la maison n'a de sens que si l'on dispose de suffisamment de temps en classe pour « ancrer » les connaissances par des répétitions assidues. Ce qui sera possible si on allège les programmes que les enseignants sont obligés de mener au pas de charge actuellement. Quoi qu'il en soit, si l'interdiction des devoirs à la maison entre réellement en vigueur, beaucoup de conflits y seront évités. Et vous pourrez en profiter pour jouer avec vos enfants, ce qui par ailleurs les aidera à l'école. Comment ? En « musclant » leur cortex préfrontal, le lobe à l'avant du cerveau.

Le cortex préfrontal permet de faire attention, de réfléchir et d'inhiber les erreurs – le fait de ne pas répondre trop vite, sans réflexion –, des fonctions dites exécutives essentielles à l'école. Bien avant qu'on découvre ces aptitudes du préfrontal par imagerie cérébrale, des petits jeux très classiques avaient déjà eu l'intuition de les exercer, notamment en ce qui concerne l'inhibition. Rejouons-y à la maison, c'est bon pour le cerveau ! Par exemple, avec le « 1, 2, 3 soleil », où il s'agit de bien écouter les mots prononcés et d'inhiber momentanément sa course après le mot « soleil ». Ou le « Jacques a dit » : il ne faut pas agir quand la phrase ne commence pas par ces trois termes. Ou encore le fameux « Ni oui, ni non », où l'on répond sans utiliser ces mots. Il y a aussi des jeux d'inhibition totale, comme le « Jeu de la statue » (ne

© Shutterstock.com / Leremy

plus bouger du tout), ou le « Roi du silence » (ne rien faire ni dire un certain temps), qui s'apparentent d'ailleurs aux nouvelles approches méditatives de pleine conscience. Or on sait que la méditation améliore la capacité d'inhibition positive, c'est-à-dire de contrôle de soi, des jeunes.

Avec le jeu « 1, 2, 3, soleil » où il faut bien écouter la phrase et arrêter de courir après « soleil », l'enfant muscle son cortex préfrontal.

MOINS DE FAUTES D'ORTHOGRAPHE GRÂCE AU « NI OUI, NI NON »

Beaucoup d'autres jeux de société pour la famille reposent sur ce principe d'inhibition préfrontale. Dès qu'une partie suppose la mise en place d'une règle pendant un certain temps (un geste particulier à faire, un critère de catégorisation à utiliser comme la forme ou la couleur d'objets à ranger…) et qu'ensuite on change ou inverse la règle, alors la capacité de contrôle inhibiteur du jeune est sollicitée : résister à une réponse préétablie pour en activer une nouvelle. Pour les enfants plus grands, un test existe aussi : le Wisconsin card sorting test ou test de tri de cartes, selon leur forme, puis selon leur couleur, et enfin selon leur nombre. Il y a aussi le test de Stroop : ne pas lire le mot *rouge* écrit en vert, mais identifier sa couleur d'impression, à savoir le vert. Ou encore le Trail making test, qui consiste à alterner, d'essais en essais, une suite numérique, 1, 2, 3, etc., et une suite alphabétique, A, B, C, etc., le plus rapidement possible.

Quelle en est l'utilité pour l'école ? À ne pas se tromper dans des problèmes du type : « Louise a 25 billes. Elle a 5 billes de plus que Léo. Combien Léo a-t-il de billes ? » En classe, la plupart des enfants répondent 30 ! La difficulté ? Après le mot *plus* entendu dans la question, il faut inhiber le réflexe de l'addition, une association dite heuristique maintes fois répétée à l'école, et réaliser une soustraction.

En orthographe, également. On lit dans les dictées des enfants : « Je les manges » au lieu de « mange ». L'écolier doit ici savoir inhiber l'ajout du pluriel après l'article « les », contrairement à ce qu'on lui répète d'habitude à l'école : « Après "les", je mets un *s*. » Et les exemples ne manquent pas ! Ils expliquent beaucoup d'erreurs aux examens. On peut ainsi aider les enfants à les éviter avec les jeux d'inhibition à la maison qui musclent le cortex préfrontal.

Allons un peu plus loin… Pourquoi ne pas profiter de l'absence de devoirs à la maison pour apprendre à adopter le point de vue d'autrui ? En 2016, dans mon laboratoire, en collaboration avec Alain Berthoz, du Collège de France, nous avons révélé le rôle positif de l'inhibition pour réaliser ce changement de perspective. Nous avons demandé à des enfants âgés de 10 ans et à des adultes d'imaginer la perspective corporelle et spatiale, distincte de la leur, d'une autre personne ; par exemple, un individu en face d'eux ou vu de dos tenait une balle noire dans l'une de ses mains et les sujets devaient indiquer s'il s'agissait de la gauche ou de la droite.

LE JEU DU POINT DE VUE DE L'AUTRE

En parallèle, nous avons mesuré par chronométrie mentale (le temps en millisecondes que les participants mettaient à répondre) l'effort d'inhibition préfrontale lors de cette tâche d'adaptation sociale. Résultat : tant les adultes que les enfants ont mis plus de temps pour répondre à chaque fois qu'ils devaient se mettre à la place de l'autre. Preuve qu'inhiber son propre point de vue, égocentré, est coûteux cognitivement. Voilà un exercice cérébral facile à mettre en place à la maison. Et donc une autre façon intelligente de ne pas faire ses devoirs ! ●

Bibliographie

O. Houdé, *Apprendre à résister : pour l'école, contre la terreur*, Le Pommier, 2017.

K. L. Sanger et D. Dorjee, Mindfulness training with adolescents enhances metacognition and the inhibition of irrelevant stimuli, *Trends in Neuroscience and Education*, vol. 5, pp. 1-11, 2016.

Demain, tous myopes ?

Par **Diana Kwon**, *journaliste scientifique diplômée en neurosciences de l'université McGill de Montréal.*

Le nombre de personnes myopes est en très forte augmentation dans les pays développés. La faute, non pas au travail oculaire lié à la lecture, mais au manque de temps passé dehors. Pour contrecarrer cette tendance, il faut davantage exposer les enfants à la lumière naturelle.

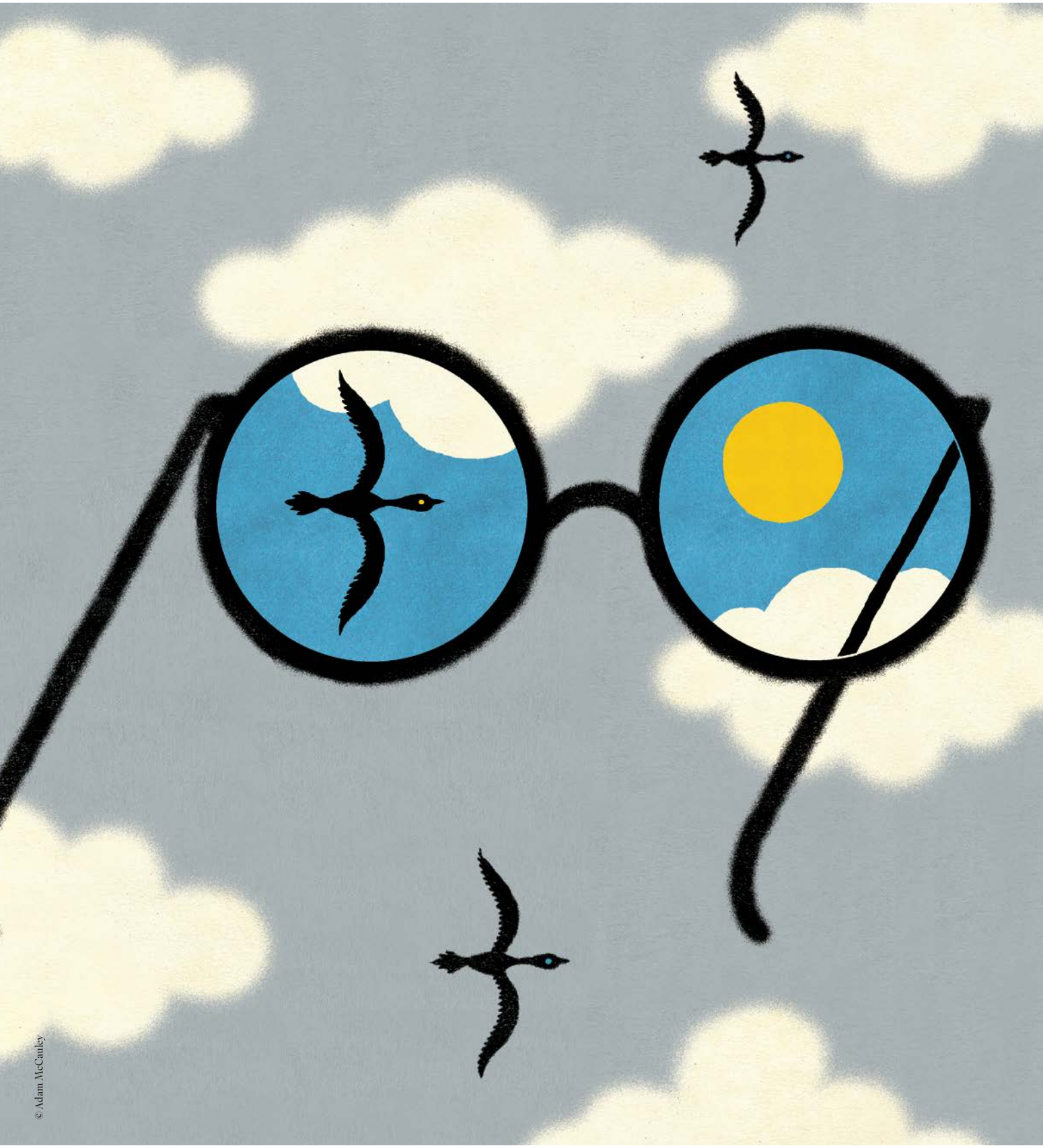
La réussite scolaire fait peser une pression énorme sur les épaules des enfants de Singapour. Après une journée de six à huit heures à l'école, nombreux sont ceux qui suivent des cours de soutien dans des établissements privés, avant de consacrer une grande partie de leur soirée aux devoirs. Ces dernières décennies, à mesure que se sont allongées ces heures d'étude, le taux de myopie a augmenté considérablement dans le pays – jusqu'à atteindre des niveaux stupéfiants. Pas moins de 80 à 90 % des lycéens fraîchement diplômés dans ce pays sont myopes. Et le même phénomène est aujourd'hui observé en Chine, à Taïwan, au Japon et en Corée du Sud – autant de pays où les enfants passent bien plus de temps derrière un bureau ou un ordinateur que ne le faisaient les générations précédentes. La prévalence de la myopie est également en augmentation dans d'autres pays développés, tels les États-Unis où elle a pratiquement doublé en 30 ans, passant de 25 % dans les années 1970 à 42 % dans les années 2000…

À quoi s'attendre si cette tendance persiste ? À en croire les projections réalisées par les chercheurs de l'institut de la vision Brien-Holden en Australie, plus de la moitié de la population mondiale – plus de 4 milliards de personnes au total – aurait besoin de lunettes d'ici à 2050. Une estimation publiée dans le magazine *Ophtalmology* en début d'année, qui s'est appuyée sur 145 études sur la myopie dans le monde. « C'est la première fois que les statistiques sont aussi alarmantes », commente Kovin Naidoo, un des auteurs de l'étude, spécialiste de la vision à l'université du Kwazulu-Natal, en Afrique du Sud. « Et, évidemment, un problème de santé publique qui affecte plus de 50 % de la population doit être traité comme une priorité. »

Mais comment expliquer une telle épidémie ? Chez une personne myope, le globe oculaire est

EN BREF

- **D'ici à 2050, on estime que la moitié de la population mondiale sera myope et que 1 personne sur 20 pourrait perdre la vue.**
- **Le travail oculaire intensif (lecture et écriture) n'est pas la bonne explication. C'est le manque de lumière naturelle qui le développement de l'œil.**
- **Pour contrer cette évolution, privilégions les activités extérieures, spécialement pour les enfants.**



© Adam McCauley

légèrement plus allongé que la normale. De ce fait, les images se forment non plus sur la rétine, mais en avant d'elle. C'est pourquoi l'on voit trouble. Cette altération de la vision débute typiquement dans l'enfance ou l'adolescence, et continue de progresser jusque vers l'âge de 20 ans, une fois la croissance de l'œil achevée.

Dans la plupart des cas, la myopie est facilement corrigée par le port de lentilles, de lunettes ou par des interventions de chirurgie ophtalmique. Mais dans les cas les plus sévères, l'œil continue de s'étirer dangereusement et augmente alors le risque de décollement de rétine, de cataracte, de glaucome et d'autres troubles oculaires pouvant conduire à la cécité. Et de ce point de vue, la situation mondiale n'est guère plus encourageante, puisque les estimations prévoient également une augmentation des cas de myopie sévère de 3 % de la population globale en 2000 à 10 % d'ici à 2050. Portant à 938 millions le nombre d'individus susceptibles de perdre la vue.

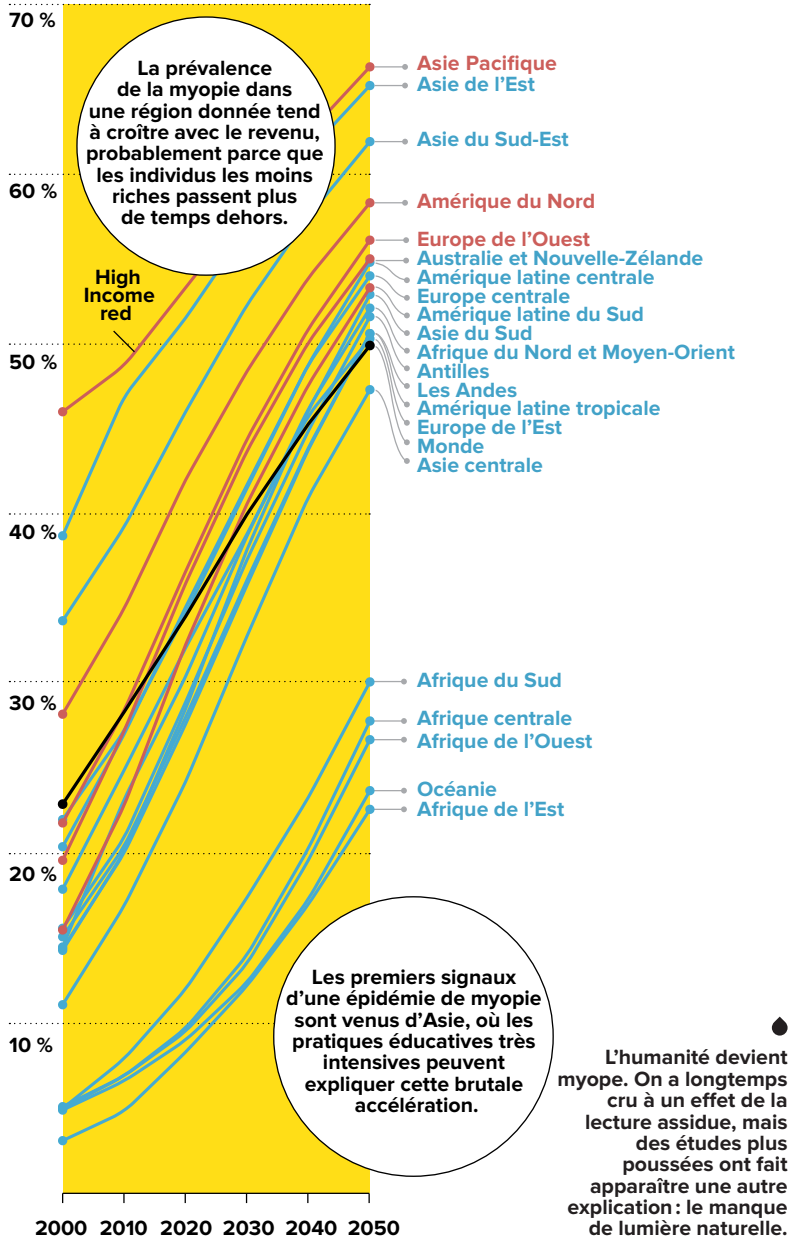
Pendant longtemps, les chercheurs ont attribué à la myopie une cause génétique. Mais l'augmentation rapide des cas enregistrés, frôlant un niveau épidémique, a contraint les spécialistes à imaginer d'autres scénarios. Très vite, il est devenu évident que des facteurs environnementaux étaient aussi en cause. À commencer par l'augmentation du temps de travail « de précision », c'est-à-dire des tâches telles que la lecture, l'écriture ou l'interaction prolongée avec des écrans. Mais il existerait d'autres facteurs, notamment le temps passé à l'intérieur – que ce soit à étudier, à jouer aux jeux vidéos ou à faire d'autres activités –, autant de pratiques qui éloignent de la lumière naturelle du soleil, alors que de nombreuses études ont montré que celle-ci permet de réguler la croissance de l'œil. Cette découverte a ouvert la porte à un mode de prévention sans doute plus facile à mettre en place qu'une remise en cause des tendances culturelles valorisant le travail scolaire : sortir les enfants des maisons et des appartements.

« TU VAS T'ABÎMER LA VUE »

Toute vision requiert de la lumière. La pupille s'élargit et se contracte pour contrôler la quantité de photons qui pénètre dans l'œil, tandis que la cornée et le cristallin dévient les rayons lumineux pour les focaliser sur les cellules photoréceptrices de la rétine : les cônes et les bâtonnets. Ces cellules convertissent alors la lumière en impulsions électriques qui sont transmises jusqu'au cerveau. Quand il fonctionne correctement, ce système nous permet de voir le monde autour de nous. Mais il suffit d'une erreur dans ce processus pour mettre à mal tout l'ensemble.

Et c'est probablement ce qui est en train de se produire actuellement dans l'épidémie de myopie dont nous parlons. Quand le globe oculaire est trop long, les rayons lumineux sont focalisés en avant de la rétine et envoient un message trouble au cerveau. Ce problème peut être corrigé en accommodant, ce qui modifie le cristallin et reconfigure la trajectoire lumineuse. Mais l'effet n'est que temporaire. Après des mois de fatigue

LA PROGRESSION DE LA MYOPIE EN CHIFFRES



L'humanité devient myope. On a longtemps cru à un effet de la lecture assidue, mais des études plus poussées ont fait apparaître une autre explication : le manque de lumière naturelle.

Illustration : Tiffany Farrant Gonzalez ; sources : B. Holden *et al.*, Ophthalmology, vol. 123, pp. 1036-1042, 2016.

musculaire oculaire à regarder le tableau, les élèves – ou leurs parents, ou encore leurs professeurs – prennent conscience qu'ils ont un trouble de la vision et pallient le problème par le port de verres correcteurs.

En Asie, ces visites chez l'opticien sont en hausse depuis un demi-siècle. Parmi les premières preuves de l'arrivée d'une épidémie, on trouve les carnets de consignation du recrutement militaire à Singapour. Comme un service militaire de deux ans est obligatoire dans ce pays pour tous les jeunes hommes et que chacun passe systématiquement un test de vue, les chercheurs ont pu analyser les données recueillies sur la quasi-totalité de la population masculine. Au fil des années, les chiffres ont révélé une augmentation flagrante de la myopie : de 26 % à la fin des années 1970, elle est passée à 43 % dans les années 1980 puis à 83 % à la fin des années 1990. « Pour nous, cet effet générationnel a émergé il y a une cinquantaine d'années, à cause d'un changement du système scolaire », confie l'épidémiologiste Seang Mei Saw, responsable de l'unité de myopie au Singapore Eye Research Institute. « Si vous parlez aux anciennes générations et aux jeunes générations de ce qu'ils faisaient à l'école, vous verrez que le mode de vie a radicalement changé. »

Dans de nombreux pays d'Asie récemment industrialisés, l'éducation intensive est devenue la norme dans un climat de compétition féroce pour l'accès à un nombre de postes limité. À Shanghai par exemple, les jeunes de 15 ans consacrent 14 heures par semaine à leurs devoirs, contre seulement 6 heures aux États-Unis et 5 heures en France. La myopie est surtout répandue chez les intellectuels. Le rat de bibliothèque binocleux n'est pas un stéréotype dépassé. Les porteurs de lunettes sont souvent des individus possédant un haut niveau d'éducation, qui obtiennent les scores les plus élevés dans les examens et ont les plus gros QI. « Il reste clairement établi que les personnes plus éduquées sont aussi, statistiquement, les plus myopes », explique Ian G. Morgan, spécialiste de longue date de la myopie à l'Australian National University.

Le lien était donc clair : « davantage d'éducation » a longtemps signifié « plus de temps passé à lire » et donc une croissance irrégulière de l'œil. Mais à y regarder de plus près, les choses sont un peu plus complexes que ça. Les études montrent que c'est le manque de temps passé dehors, et l'excès de temps passé à l'intérieur, qui est en cause dans l'explosion des cas de myopie. L'étude menée en 2007 par des chercheurs de l'université d'État de l'Ohio a été une des premières à soutenir cette idée. Analysant les réponses aux questionnaires remplis par 514 parents d'élèves, les spécialistes ont découvert que l'effet des heures de lecture sur la myopie disparaissait sitôt qu'ils prenaient en compte le temps passé à l'extérieur ou l'héritage génétique de chacun.

À peu près au même moment, une équipe de chercheurs de Singapour et d'Australie, dirigée par Kathryn Rose, alors en poste à l'université de Sydney, a lancé une enquête pour comparer la prévalence de la myopie chez les enfants de six ou sept ans, ayant des origines chinoises, à Sydney et à Singapour. Les résultats ont montré que même s'ils passaient plus de temps à lire et à travailler – à solliciter la vision de près –, seuls 3 % des enfants de Sydney étaient myopes, contre 29 % des enfants de Singapour. Les jeunes Australiens passent plus de temps à l'extérieur : plus de 13 heures par semaine, comparées aux trois petites heures de Singapour.

Si la tendance persiste, une bonne moitié du monde – plus de 4 milliards de personnes au total – aura besoin de lunettes d'ici à 2050. Et les cas de myopie sévère, qui peut conduire à la cécité, tripleront.

10 %

DES PERSONNES

pourraient perdre la vue à l'horizon 2050.

UN PLAN D'ACTION ANTIMYOPIE

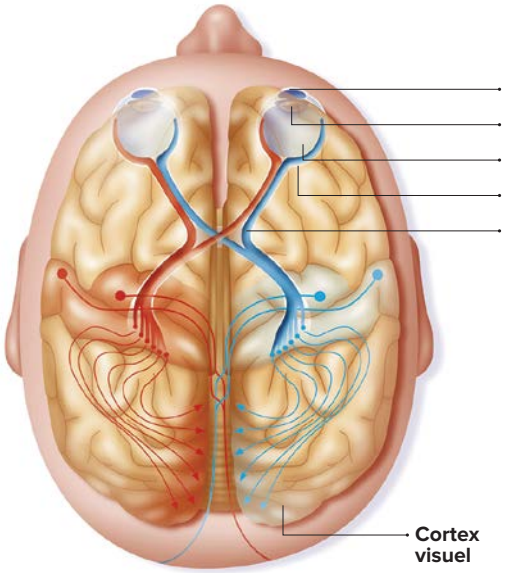
Mais pourquoi passer du temps dehors aide à maintenir sa vision en bon état de marche ? Pour le découvrir, les chercheurs se sont intéressés à la chimie fine de l'œil. Ils ont provoqué une myopie chez différents animaux, dont des poulets, des musaraignes et des singes. Une méthode consiste à empêcher la lumière de parvenir à l'œil en le cousant temporairement ou en l'équipant de lunettes noires. En l'absence de signal du monde extérieur, les yeux des jeunes animaux continuent leur croissance et deviennent sévèrement myopes. Une seconde méthode, plus récente, consiste à placer des lentilles divergentes sur les yeux des animaux qui concentrent les rayons lumineux à l'arrière de la rétine. Conséquence : le système oculaire va compenser ce trouble en augmentant la longueur du globe oculaire et, finalement, provoquer sa propre myopie.

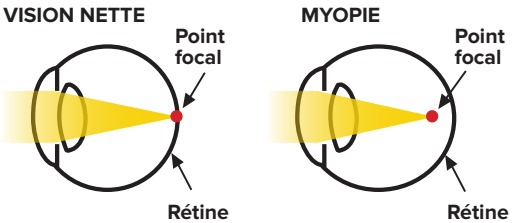
Aussi dures que soient ces expériences, elles ont permis de mieux comprendre comment le

manque de lumière affectait la vision. « J'ai pu distinguer, rien qu'en observant la rétine des singes, lesquels de ces animaux étaient myopes et lesquels ne l'étaient pas, note Richard Stone, chercheur en ophtalmologie à l'université de Pennsylvanie. C'était vraiment surprenant. »

Ces techniques ont notamment montré que lorsque la rétine détecte des images floues, elle libère des signaux chimiques qui contrôlent le volume et la vitesse de croissance de l'œil. « Si vous contraignez les cellules de la rétine à ne pas envoyer ce signal, soit en corrigeant cette vision floutée, soit par stimulation chimique, vous pouvez ralentir la progression de la myopie », explique Thomas Norton, qui étudie la myopie chez les animaux à l'université de l'Alabama à Birmingham.

Si les scientifiques n'ont pas encore réussi à identifier tous les signaux impliqués, l'un d'entre eux, qualifié de dopamine-dépendant, retient leur attention. La synthèse de la dopamine, ce neurotransmetteur capable d'empêcher la croissance de l'œil, est stimulée en présence de lumière et pourrait donc bien jouer un rôle clé dans le contrôle de la myopie. À l'intérieur d'une pièce, l'intensité lumineuse est faible – un bureau ou une salle de classe présentent en moyenne une intensité lumineuse comprise entre 100 et 500 lux. Par comparaison, une journée nuageuse offre au promeneur quelque 15 000 lux et une belle journée d'été jusqu'à 130 000 ! « Nous pensons aujourd'hui que la lumière extérieure accélère la production et la libération de la dopamine dans la rétine et vient ainsi contrebalancer le signal induisant la croissance du globe oculaire », précise Thomas Norton.





Lorsque l'on dispose d'une bonne vision, la cornée et le cristallin concentrent l'image en un point focalisé sur la rétine, tapie au fond de notre globe oculaire. Là, elle est convertie en impulsions électriques qui sont transmises par le nerf optique jusqu'au cerveau. L'œil myope a une forme allongée. De ce fait, il concentre l'image en avant de la rétine, qui en reçoit une version floutée.

LA LUMIÈRE DU JOUR RÉGULE LA CROISSANCE DE L'ŒIL

Une équipe de spécialistes de la vision de l'université de Tübingen, en Allemagne, a été la première à en apporter la preuve. En 2009, elle a découvert que l'exposition au soleil (30 000 lux) ou à la lumière artificielle vive (15 000 lux) permet d'éviter la myopie chez des poulets. Puis, en 2010, la même équipe a montré que l'injection d'une molécule (la spipérone) capable de bloquer l'action de la dopamine dans l'œil de poulets myopes annulait l'effet protecteur de la lumière. Peu de temps après, une deuxième équipe démontrait le même effet protecteur du couple lumière-dopamine chez un groupe de singes.

Si l'intensité lumineuse est essentielle, le temps d'exposition l'est tout autant. À l'image de nombreux systèmes biologiques de notre corps, comme la production hormonale et le contrôle de la température interne, la longueur de nos globes oculaires suit un cycle journalier, avec un étirement maximal en milieu de journée. Les taux de dopamine ont aussi leur propre cycle, élevés le jour et bas la nuit. C'est tout l'inverse de la mélatonine qui elle, augmente la nuit, et impacte aussi le développement des globes oculaires. Le fait que ces activités affectent temporairement la croissance de l'œil prouve que les rythmes circadiens (ou journaliers) de notre corps pourraient être liés à notre santé oculaire globale. C'est pourquoi certains scientifiques, comme Debora Nickla du New England College of Optometry, enquêtent aujourd'hui sur le rôle présumé des rythmes circadiens dans le développement de la myopie.

Des études préalables chez les poulets ont montré que l'œil se met à croître excessivement s'il est plongé dans l'obscurité permanente, ou soumis à une illumination constante. Toutefois ces études ne seraient pas entièrement pertinentes, à en croire Debora Nickla, du fait qu'elles altéreraient trop profondément les rythmes circadiens. Les travaux menés actuellement par Nickla modulent de manière plus subtile les alternances d'obscurité et de lumière. Un des articles

© Gettyimages (brain); scientific american mind (diagrams); source: andrei v. khatchenko columbia university medical center (diagrams)

de la chercheuse, publié en début d'année dans la revue *Experimental Eye Research*, révèle qu'une exposition de deux heures à une intensité lumineuse même modérée (700 lux) en milieu de nuit suffit à altérer la croissance de l'œil. Ces études préliminaires doivent nous alerter sur le fait que les enfants qui passent plus de temps le soir sur Internet ou les yeux rivés sur leurs manuels scolaires s'exposent à des dommages oculaires, conséquences d'altérations de leurs cycles circadiens.

UN NOUVEAU POINT DE VUE SUR LA MYOPIE

Bien que toutes les interrogations n'aient pas été levées quant au rôle exact de la lumière sur la croissance de l'œil, et face à l'augmentation rapide des cas de myopie, des chercheurs cliniciens ont commencé à tester différentes approches préventives fondées sur l'exposition à la lumière. Et des agences gouvernementales de plusieurs pays d'Asie se sont engagées dans le financement des recherches pour répondre à la demande massive de la population.

Dans le cadre d'une étude lancée en 2009, une équipe de recherche dirigée par Pei Chang Wu, chercheur en ophtalmologie au Kaohsiung Chang Gung Memorial Hospital, a mené un essai clinique sur 571 élèves d'école primaire. La moitié des enfants ont pu profiter d'un temps additionnel quotidien de 80 minutes d'activités en plein air pendant 1 an. Résultat : seuls 8 % de ces élèves ont développé une myopie, alors que la proportion était de 17 % dans l'autre groupe.

À peu près au même moment, Ian G. Morgan et ses collègues ont engagé une étude similaire à Guangzhou, en Chine. Ils ont découvert que les enfants ayant profité d'un temps extérieur additionnel obligatoire de 40 minutes chaque jour

COMMENT RALENTIR LA PROGRESSION DU FLÉAU ?

Pour contrecarrer la tendance à la baisse d'acuité visuelle dans l'humanité, une solution simple émerge des études menées sur ce thème : passer du temps au soleil. Mais on ignore si cela a un effet une fois que la vision est déjà altérée… Les scientifiques explorent différentes solutions prometteuses pour arrêter la croissance anormale du globe oculaire observée dans la maladie. Le but étant essentiellement d'éviter les cas de myopie sévères qui peuvent conduire à la cécité.

GOUTTES OCULAIRES D'ATROPINE	ORTHOKÉRATOLOGIE (ORTHO-K)	LENTILLES DE CONTACT ET LUNETTES MULTIFOCALES
Les gouttes d'atropine, une molécule qui bloque les récepteurs de l'acétylcholine présents dans les yeux, arrêtent ou ralentissent dans certains cas la progression de la myopie. Les chercheurs explorent cette voie depuis les années 1990. Des études initiales ont mis en évidence des effets secondaires indésirables, tels qu'une dilatation de la pupille, une paralysie du muscle oculaire ou une vision trouble de près. Pourtant, à des doses plus faibles, ce traitement n'engendre presque aucun effet secondaire et se révèle même plus efficace que des doses élevées pour ralentir la progression du défaut oculaire. Il s'agit là d'une des solutions thérapeutiques les plus prometteuses, aujourd'hui prescrite dans de nombreux pays d'Asie. Aux États-Unis, la *Food and Drug Administration* n'a pour l'instant approuvé que le traitement à forte concentration.	Les lentilles de contact utilisées en orthokératologie ont pour effet d'aplatir la cornée, cette couche transparente qui couvre l'avant de l'œil. Portées la nuit, elles offrent à ses utilisateurs une meilleure acuité pendant la journée. Fabriquées en premier lieu pour corriger un défaut de vision de loin, elles ont montré leur efficacité dans différentes études cliniques pour ralentir la progression de la myopie. Ces lentilles restent chères – les premiers ajustements et la première paire peuvent atteindre 1500 euros. Et certains ophtalmologues craignent que leur port pendant la nuit n'augmente le risque d'infections oculaires.	Les solutions correctrices conventionnelles – lunettes ou lentilles de contact – permettent de modifier la distance focale et de ramener l'image de l'avant de la rétine vers sa surface. Mais elles n'apportent aucune correction pour les objets proches situés en périphérie du champ visuel, objets dont la vision reste donc floue. Et des études ont montré que cet effet « brouillard » peut stimuler la croissance de l'œil (dans une moindre mesure par rapport à une absence de correction). Pour arrêter la progression de la myopie, les chercheurs ont élaboré des verres et des lentilles souples dotés de plusieurs longueurs focales capables de s'adapter aux besoins. Des études récentes menées sur l'homme confirment leur capacité à réduire la progression du trouble visuel.

pendant 3 ans avaient été 23 % moins nombreux que les autres à développer une myopie.

Si la lumière du soleil protège les enfants contre le risque de myopie, rien ne prouve en revanche qu'elle soit en mesure de ralentir sa progression une fois la maladie installée. Des études attestent un impact plutôt relatif de l'exposition à la lumière, d'autres, comme celle de Pei Chang Wu, ne révèlent aucun effet significatif.

Quoi qu'il en soit, retarder l'apparition de la myopie chez les enfants peut avoir un impact notable sur leur avenir. En effet, une atteinte précoce augmente le risque de développer une myopie sévère, l'œil ayant plus de temps pour s'étirer et atteindre un volume pathologique. Heureusement pour les personnes touchées, il existe d'autres traitements pour ralentir la progression de la maladie, dont les gouttes oculaires d'atropine et le port de verres ou de lentilles souples *(voir encadré page 85)*. Mais d'après Thomas Norton, la myopie est un trouble profond et persistant qui ne disparaît pas facilement.

LA DOSE MINIMALE JOURNALIÈRE DE LUMIÈRE

Dans les pays asiatiques où la pression du système scolaire et universitaire est intense, les solutions qui consistent à libérer du temps de travail ne sont sans doute pas les plus adaptées. « Même notre étude sur Guangzhou n'y a rien fait, regrette Ian Morgan. À l'issue des trois ans, nous avons reçu des plaintes des parents disant : "Écoutez, vous gâchez le temps de nos enfants. S'ils n'étaient pas dehors, ils seraient en train d'étudier" ».

Avec ses collègues, le chercheur explore des solutions alternatives pour offrir aux enfants la dose de lumière naturelle dont ils ont besoin. L'idée leur est venue de tester une « classe en verre », sorte de maison écologique dans laquelle pénétreraient pas moins de 9 000 lux de lumière. Mais de pareilles structures sont coûteuses et l'équipe a donc imaginé d'autres solutions plus économiques, comme celle qui consiste à équiper les salles de classe d'ampoules de forte intensité, diffusant jusqu'à 10 000 lux. Des études de faisabilité ont montré que les enfants sont réceptifs aux deux techniques. Les chercheurs espèrent maintenant que ces idées seront converties en études cliniques dans les deux prochaines années.

À Singapour, Seang Mei Saw et ses collègues travaillent aussi à promouvoir les activités extérieures. « Les enfants ont envie d'aller dehors. Mais souvent, ils n'en ont pas l'occasion. » Selon le chercheur, une solution consiste à promouvoir l'utilisation d'outils qui mesurent le temps passé à l'extérieur (il en existe dans les rayons *fitness*) et les visites guidées dans les parcs le week-end.

La lumière du soleil entraîne la production de dopamine, une molécule qui maintient sous contrôle la croissance du globe oculaire, évitant la myopie.

Les experts mondiaux s'attendent à une augmentation de la prévalence de la myopie partout, même dans des régions du globe où les taux sont actuellement bas. En Afrique, par exemple, où la technologie s'est développée rapidement ces dernières années. « La population qui n'a pas connu le téléphone filaire est passée directement au mobile. Et les enfants restent plus longtemps derrière les ordinateurs, explique Kovin Naidoo. À nous de saisir l'occasion de nous prémunir contre les risques qui frappent le reste du monde. »

Malheureusement, les populations de ces régions n'ont qu'un accès limité aux soins oculaires. Et en la matière, la prise en charge est cruciale. Un défaut de vision non corrigé progresse plus rapidement. C'est ainsi que Kovin Naidoo et ses collègues travaillent à la mise en place d'un programme pour équiper de lunettes correctrices les enfants des pays en développement.

Pour le moment, le consensus est clair : la lumière du soleil constitue une aide, surtout pour les enfants qui n'ont pas encore déclaré de myopie. Emmener les enfants dehors reste pour Ian G. Morgan « la solution la plus économique et la plus simple ».

En un sens, l'épidémie de myopie n'est qu'un exemple parmi d'autres de la façon dont le progrès technologique nous détourne parfois de nos bonnes habitudes. Comme le révèle la science, nous avons, tout autant que les générations passées, besoin de dormir sept heures par jour, de faire de l'exercice régulièrement et de manger équilibré. Mais pour améliorer notre santé visuelle, une solution simple consisterait à nous éloigner de nos lampes de bureau et de nos objets électroniques pour retrouver les bienfaits de la lumière du soleil.

Sur le Web

American Academy of Ophtalmology on myopia : www.aao.org/eye-health/diseases/myopia-nearsightedness

Bibliographie

B. A. Holden *et al.*, Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050, *Ophtalmology*, vol. 123, pp. 1036-1042, 2016.

D. L. Nickla, Ocular diurnal rhythms and eye growth regulation : Where we are 50 years after Lauber, *Experimental Eye Research*, vol. 114, pp. 25-34, 2013.

I. G. Morgan *et al.*, Myopia, *Lancet*, vol. 379, pp. 1739-1748, 2012.

En partenariat avec Cerveau & Psycho

CERVEAU & BIEN-ÊTRE

La collection pour comprendre comment le cerveau influe sur votre bien-être au quotidien !

Belin ÉDITEUR

belin-editeur.com

NICOLAS GUÉGUEN

Directeur du Laboratoire d'ergonomie des systèmes, traitement de l'information et comportement (Lestic) à Vannes.

Le sexe remède à tous les maux

Vous vous sentez fatigué ? Malade ? Démotivé ? Garder le lit pourrait bien vous aider... à condition de ne pas vous contenter d'y dormir !

Qu'y a-t-il de commun entre le cancer de la prostate, l'insomnie et l'inefficacité au travail ? Leur caractère peu réjouissant, certes, mais pas seulement. Un même remède pourrait en effet prévenir ces différents maux : le sexe.

Et ce n'est pas le seul bienfait que l'on peut en retirer. Les recherches en médecine et en psychologie révèlent à quel point le sport en chambre influe positivement sur nos vies personnelle et professionnelle. Encore faut-il qu'il soit satisfaisant ! Là encore, la science indique toute une série de facteurs qui favorisent l'orgasme… et donne des clés pour maximiser ses chances.

De multiples travaux sont là pour en témoigner : le sexe, c'est bon pour la santé. Pour de multiples raisons, et notamment par son caractère sportif, source de bénéfices cardiovasculaires. Mais d'autres bienfaits sont plus étonnants. Ainsi, chez l'homme, avoir une vingtaine d'orgasmes par mois plutôt que sept réduirait le risque de cancer de la prostate de près d'un quart, selon une étude menée par la chercheuse américaine Jennifer Rider, de l'université Harvard, aux États-Unis, et ses collègues. L'hypothèse principale est que l'éjaculation favoriserait l'évacuation de substances potentiellement cancérigènes.

EN BREF

- **Les travaux scientifiques montrent que le sexe a de multiples bienfaits sur la santé : meilleur sommeil, prévention de certains cancers, stimulation du système immunitaire…**
- **Une vie sexuelle épanouie améliore aussi l'humeur et l'efficacité au travail.**
- **Mais comment faire pour qu'elle soit épanouie ? Les études de psychologie donnent quelques conseils…**

ANTIANXIÉTÉ, PROSOMMEIL…

Chez la femme, le sexe aiderait à prévenir le cancer du sein, sans doute grâce à l'ocytocine relâchée. Cette hormone est aussi puissamment anxiolytique, emplissant les heureux partenaires d'un calme bienfaisant. Vous l'avez sans doute vous-même souvent constaté, mais Martin Waldherr et Inga Neumann, de l'université de Regensburg, en Allemagne, l'ont confirmé sur un modèle de rongeurs. Après s'être accouplés, les rats de leur expérience avaient un comportement moins anxieux pendant plusieurs heures, sauf quand leurs récepteurs neuronaux de l'ocytocine

© Charlotte-Martin /www.c-est-a-dire.fr

étaient bloqués. Autre enseignement de cette étude : le niveau d'anxiété mesuré n'était pas corrélé au nombre de rapports sexuels. Un seul suffit à déclencher cet effet pour quelques heures.

L'ocytocine favorise également le sommeil. Là encore, cela n'étonnera guère toutes celles qui ont l'habitude de voir leur compagnon s'endormir en ronflant sitôt leur besogne accomplie, et là encore, c'est une expérience sur des rongeurs qui l'a confirmé. Kerstin Uvnäs-Moberg et ses collègues de l'université de Stockholm, en Suède, ont ainsi injecté cette hormone à des rats et constaté qu'elle exerçait un effet sédatif à partir d'une certaine dose. Une enquête commanditée par la marque de cosmétiques Sanctuary Spa a par ailleurs révélé qu'une femme sur six déclare dormir plus longtemps et plus profondément après avoir fait l'amour.

Et l'ocytocine n'est qu'un des composants du cocktail chimique émis lors d'un rapport sexuel ! D'autres substances ont également des effets bénéfiques, comme les endorphines, qui stimulent le système immunitaire. De là à dire que vous aurez tout intérêt à remplacer votre trousse de pharmacie par un petit *Kama sutra* illustré…

UN ÉLIXIR DE JEUNESSE

Moins malade et plus reposé, donc. Conséquence : on a l'air plus jeune ! C'est ce qu'ont montré David Weeks, un neuropsychologue de l'hôpital royal d'Édimbourg, et sa collègue Jamie James, qui incriminent aussi un effet positif des hormones relâchées lors d'un rapport sexuel sur l'élasticité de la peau. Les chercheurs ont demandé aux participants de leur expérience d'évaluer l'âge de plus de 3 500 personnes, qu'ils observaient à travers une glace sans tain. Bilan : Ils ont donné dix ans de moins à une partie d'entre elles, qui se sont trouvées être les plus actives sexuellement ! Plutôt que de forcer sur les cosmétiques et les liftings, voilà donc une recette entièrement naturelle, gratuite et sans danger pour ne pas vieillir trop vite.

Plus jeune, mais aussi plus heureux. Zhiming Chang et Russel Smyth, respectivement rattachés aux universités australiennes de Wollongong et de Monash, ont analysé les résultats d'une enquête chinoise portant sur l'activité sexuelle de 3 821 hommes et femmes, ainsi que sur le niveau de bonheur ressenti au quotidien. Or plus les sondés avaient des rapports fréquents et satisfaisants, plus ils se déclaraient heureux – avec un effet bien plus marqué chez les hommes que chez les femmes. Ces résultats ont été confirmés par plusieurs études et dans différents pays.

Évidemment, il est difficile de savoir si le sexe rend heureux ou si c'est le bonheur qui entraîne une humeur portée sur la bagatelle. Peut-être l'influence va-t-elle dans les deux sens. Une chose est sûre en tout cas : les deux sont liés. Une mesure de la fréquence moyenne des rapports sexuels sera-t-elle bientôt utilisée comme indicateur du bien-être dans la société ? Plusieurs travaux montrent en tout cas que plus cette fréquence est élevée, plus le risque de dépression et de suicide est faible.

Ce qui ne signifie pas qu'il faut multiplier les aventures, car ces travaux ont aussi montré que parmi les hyperactifs de l'alcôve, les plus heureux étaient ceux qui avaient eu un seul partenaire sexuel au cours des douze mois précédents. Voilà qui rassurera les grands romantiques : les recherches confirment que le sexe ne vaut pas que pour la performance sportive ou la décharge d'endorphines, mais qu'il renforce d'autant plus le bonheur qu'il s'accompagne d'un certain lien affectif.

Son bénéfice sur l'humeur se traduit en outre par des conséquences concrètes, bien au-delà du foyer. Les études montrent en effet qu'une vie sexuelle épanouie motive aussi pour aller travailler. Keith Leavitt, de l'université de l'Oregon, aux États-Unis, et ses collègues ont demandé à

10 ANS

DE MOINS QUE LEUR ÂGE RÉEL

C'est en moyenne l'âge attribué aux personnes les plus actives sexuellement, lors d'une enquête réalisée par les neuropsychologues écossais David Weeks et Jamie James.

des internautes de remplir un petit questionnaire chaque matin pendant deux semaines, avant de partir au bureau. La première question portait sur le nombre de fois où ils avaient eu un rapport sexuel entre la fin de leur travail la veille et le moment actuel, tandis que les autres évaluaient leur état psychologique, ainsi que leur satisfaction et leur investissement au travail (ce dernier paramètre était quantifié en évaluant le degré d'accord avec des affirmations du type « aujourd'hui au travail, j'ai oublié tout ce qu'il y avait autour de moi »). Les résultats ont fait apparaître une relation claire entre ces paramètres, tant pour les hommes que pour les femmes. Plus les participants avaient des relations sexuelles fréquentes, plus ils étaient heureux et investis au travail.

Selon une enquête, plus les gens ont des rapports sexuels fréquents, plus ils sont impliqués au travail.

COMMENT ADMINISTRER LE MÉDICAMENT ?

Le sexe répand donc ses bienfaits aussi bien dans le domaine personnel que dans la sphère professionnelle. À condition qu'il soit bien pratiqué ! Car les études montrent aussi que s'adonner aux galipettes avec son partenaire juste pour lui faire plaisir, sans y trouver soi-même son compte, a plutôt tendance à diminuer le bonheur ressenti. Comment maximiser ses chances de parvenir à l'orgasme ?

Pour les hommes, ce n'est pas vraiment un sujet : à quelques pourcents près, ils ont un orgasme à chaque rapport sexuel ou presque. Mais pour nombre de femmes, c'est loin d'être le cas. Une quantité impressionnante de travaux se sont d'ailleurs penchés sur les facteurs qui influencent l'orgasme chez elles.

Et notamment sur une question classique : est-ce que la taille du pénis compte ? Nombre d'études ont révélé qu'une bonne partie des hommes en sont persuadés. Mais qu'en pensent les femmes ? Anne Francken, de l'université de Groningen, au Pays-Bas, et ses collègues ont mené l'enquête. Bilan : les femmes qu'elles ont interrogées étaient respectivement 21 % et 33 % à accorder de l'importance à la longueur et à la largeur du pénis – ces deux groupes se recoupant notablement, puisque la plupart de celles qui étaient attirées par une certaine longueur appréciaient aussi que la largeur soit au rendez-vous. Ce n'est donc pas la majorité, mais une proportion non négligeable tout de même.

Pure coquetterie ? Il semble que non, selon une étude menée par Rui Miguel Costa, de l'université de Lisbonne, au Portugal, et ses collègues. Les résultats obtenus par ces chercheurs suggèrent qu'un pénis d'une certaine longueur accroît le plaisir ressenti pour une partie des femmes, car il permet une meilleure stimulation de la zone vaginale. Ce seraient donc celles qui ont une sensibilité poussée dans cette zone – probablement pour de multiples raisons, comme une innervation très dense – qui auraient tendance à rechercher une longueur de pénis supérieure. Dans leur enquête menée auprès de 323 femmes (poétiquement décrites comme « expérimentées du point de vue coïtal »), les chercheurs ont ainsi trouvé que celles qui accordaient de l'importance à la taille du pénis avaient eu 7,3 orgasmes vaginaux au cours du mois précédent, tandis que les autres n'en avaient eu que 4,7.

Inutile cependant, pour ces messieurs, de rêver d'un engin démesuré, car selon une étude menée par Barnaby Dixson, de l'université Victoria, en Nouvelle-Zélande, et ses collègues, l'idéal se situe à environ 20 % au-dessus de la moyenne (qui est d'environ 9 centimètres au repos) ; au-delà, l'attrait exercé sur ces dames diminue. En outre, la physiologie et la psychologie féminines sont assez souples pour donner une chance à leur partenaire de surmonter ce triste déterminisme physique. David Frederick et ses collègues de l'université Chapman, en Californie, ont étudié les pratiques sexuelles les plus susceptibles de procurer un orgasme. Ils ont montré que pour maximiser leur fréquence, rien de tel que d'accompagner la pénétration vaginale par des baisers langoureux et des stimulations manuelle et orale. Plus de trois femmes sur quatre dont le compagnon s'adonnait à ces pratiques avaient habituellement un orgasme, voire en avaient un à chaque rapport sexuel.

La satisfaction globale envers la relation de couple maximisait également les chances d'arriver à l'orgasme. De même que le sens de l'humour du partenaire, selon une autre étude menée par Gordon Gallup et ses collègues de l'université d'État de New York. Vous pourrez alors ajouter aux effets positifs du sexe sur la santé ceux du rire, également bien documentés !

Bibliographie

K. Leavitt *et al.*, From the bedroom to the office : Workplace spillover effects of sexual activity at home, *Journal of Management*, en ligne le 1er mars 2017.

T. V. Pollet *et al.*, Partner wealth predicts self-reported orgasm frequency in a sample of Chinese women, *Evolution and Human Behavior*, vol. 30, pp. 146-151, 2009.

R. Thornhill *et al.*, Human female orgasm and mate fluctuating asymmetry, *Animal Behavior*, vol. 50, pp. 1601-1615, 1995.

LIVRES

p. 92 *Sélection d'ouvrages* p. 94 *Corps désirable : l'impensable greffe de tête*

ANALYSE

Par ***Bernard Schmitt***

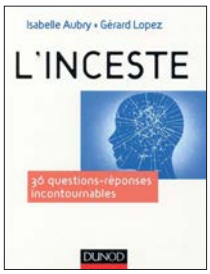
MÉDECINE

Un parasite à la conquête du cerveau : le toxoplasme
de *Joanna Kubar* EDP Sciences

Le toxoplasme est un explorateur hors du commun. En modifiant le comportement des animaux qu'il infecte – comme les rats, qui se prennent soudain d'un amour incongru pour les chats –, ce minuscule parasite passe d'un hôte à l'autre. Une fois dans la place, il s'installe en formant des kystes dans les muscles, les testicules et le cerveau. Il a ainsi envahi une très grande majorité des animaux à sang chaud, humains compris.
De fait, les chiffres sont éloquents. En France, ce sont plus de 200 000 nouvelles personnes qui sont contaminées chaque année. Au total, un adulte sur deux est infecté, de même que 70 % des ovins, 25 % des porcs et 10 % des bovins. Avec des implications pathologiques parfois sévères.
Écrit sous forme de questions-réponses, cet ouvrage allie iconographie pleine d'humour et petites histoires légères et drôles. Joanna Kubar nous entraîne ainsi pas à pas dans les méandres de l'histoire de ce parasite, évoquant tour à tour sa découverte, sa physiologie, son mode de transmission… Elle détaille également les conséquences potentielles de l'infection, dans une longue liste à la Prévert où l'on retrouve des comportements à risque, la schizophrénie, l'épilepsie, la dépression nerveuse et les troubles de la personnalité. Plus étonnant encore, le toxoplasme pourrait influencer la proportion de filles et de garçons ou les traits culturels dominants d'un pays !
Comment agit-il ? Les hypothèses ne manquent pas : localisation privilégiée du parasite dans certaines zones du cerveau impliquées dans la peur et la prise de décision, modification des neurotransmetteurs se traduisant par une concentration accrue de dopamine, des perturbations hormonales…
L'ouvrage se termine sur une postface du philosophe Aurélien Liarte. La modulation des comportements individuels et collectifs par le toxoplasme pose en effet une question troublante : où est notre liberté, face à l'étendue des facteurs biologiques et sociaux qui influencent nos actes ?

Bernard Schmitt est médecin et directeur du Centre d'enseignement et de recherche en nutrition humaine (CERNh), à Lorient.

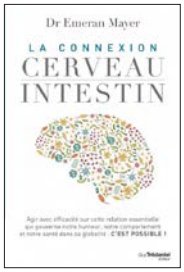
SÉLECTION



SCIENCE ET SOCIÉTÉ

L'inceste
d'*Isabelle Aubry et Gérard Lopez*
Dunod

Le chiffre fait frémir : dans une enquête de 2015, 6 % des Français déclarent avoir été victimes d'inceste dans leur enfance ou leur adolescence. C'est donc un véritable fléau de santé publique, largement tabou, que dénoncent ici Gérard Lopez, psychiatre et président de l'Institut de victimologie, et Isabelle Aubry, qui dirige l'Association internationale des victimes de l'inceste.
En trente-six questions-réponses, ils décrivent les conséquences psychologiques destructrices de ce drame, précisent les protocoles de soin adaptés et plaident pour une action politique d'ampleur.



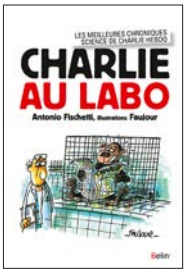
NEUROSCIENCES

La Connexion cerveau-intestin
d'*Emeran Mayer*
Guy Trédaniel

Terminé, la vision du corps comme une machine qu'on répare partie par partie. « Nous sommes en train de nous ouvrir à une nouvelle compréhension de la maladie, de la santé et du bien-être mental fondée sur une vision écologique de notre corps, dans laquelle l'accent est mis sur l'interconnexion d'une myriade d'acteurs », indique ici le médecin Emeran Mayer.
Et l'intestin (avec le microbiote qu'il abrite) joue un rôle privilégié dans ce nouveau tableau. Échangeant toutes sortes de signaux chimiques et nerveux avec le cerveau, il exerce de multiples influences sur les émotions, les décisions et la santé. Cet ouvrage nous invite à partir à la découverte de cet organe étonnant… tout en nous expliquant comment en prendre soin !

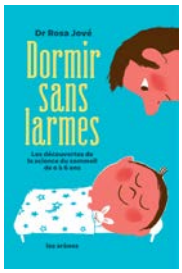
COUP DE CŒUR

Par Jérôme Palazzolo



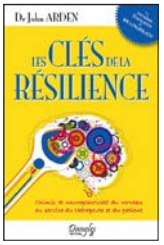
SCIENCE ET SOCIÉTÉ
Charlie au labo
d'*Antonio Fischetti*
Belin

Connaissez-vous l'effet *bandwagon* (littéralement, se raccrocher aux wagons)? Il s'agit d'une tendance à se rallier au candidat politique en tête dans les sondages, en se disant que la majorité n'a probablement pas tort. Dans ce recueil de chroniques de *Charlie Hebdo*, Antonio Fischetti évoque ce sujet et bien d'autres: la lutte contre l'anorexie, l'efficacité des antidépresseurs, la souffrance animale... Avec, toujours, ce souci d'aborder des problématiques sociétales en les éclairant par les données scientifiques. Le tout enrobé dans une écriture incisive et drôle, et ponctué de dessins humoristiques.



DÉVELOPPEMENT
Dormir sans larmes
de *Rosa Jové*
Les Arènes

«Mais pourquoi mon bébé ne fait-il pas ses nuits?» est probablement l'une des questions les plus posées par les jeunes parents. La pédopsychiatre Rosa Jové apporte ici quelques réponses. Et son message est clair: le sommeil «particulier» des bébés correspond à une étape tout à fait normale de leur développement, avec ses besoins associés. S'il est très intermittent, c'est notamment parce que le nourrisson doit manger fréquemment. Pour ne pas laisser les parents épuisés seuls face à ce constat, Rosa Jové leur délivre un certain nombre de conseils. Ils apprendront par exemple à bien adapter le rythme des siestes du bébé à son âge, afin de garder une bonne part du sommeil pour la nuit.



PSYCHOTHÉRAPIE Les Clés de la résilience
de *John Arden* Dangles

Aussi bien les thérapeutes que leurs patients ont tout à gagner à connaître le fonctionnement du cerveau. Telle est la conviction du psychologue et psychothérapeute John Arden, qui s'attache ici à présenter les dernières découvertes des neurosciences. Son objectif est fondamentalement pragmatique: comprendre les dessous neuronaux des pathologies comme la dépression, les TOC, le stress post-traumatique ou les troubles de la mémoire doit permettre de mieux les soigner. Ainsi, lorsqu'on se sent anxieux ou déprimé, certains systèmes cérébraux sont suractivés, d'autres sous-activés. L'auteur s'appuie sur un grand nombre d'études scientifiques pour en dresser le tableau et proposer des façons de rétablir l'équilibre. C'est donc une sorte de «mode d'emploi du cerveau» à visée thérapeutique qu'il propose ici. Du cerveau, mais aussi du corps. Car John Arden plaide pour une vision holistique des troubles psychiques et de leur traitement. Les recherches récentes ont en effet montré toute l'étendue des interactions du cerveau avec, par exemple, le système immunitaire. Les prendre en compte est une des voies pour améliorer les soins. La grande unification défendue par l'auteur ne s'arrête pas là. Pour lui, les nouvelles découvertes sur le cerveau permettront de surmonter les divergences entre les courants thérapeutiques: «Les évolutions du XXIe siècle vont faire disparaître les différentes écoles de psychothérapie et leurs jargons spécifiques.» Pour bien ancrer son ouvrage dans la pratique, John Arden décrit aussi de nombreux cas cliniques, tirés de sa propre expérience. Ils illustrent avec force détails comment les informations neurobiologiques peuvent être utilisées pour soigner les patients. L'autre avantage d'apporter des explications rationnelles aux malades est de leur faire mieux accepter la psychothérapie. Nombre d'entre eux s'y engagent à reculons et c'est l'une des plus grosses difficultés rencontrées par les professionnels en santé mentale. Cela fragilise en effet la nécessaire confiance entre soignant et soigné, clé d'une thérapie efficace. Cet ouvrage «boîte à outils» leur fournira des éléments scientifiques précieux pour consolider ce lien.

Jérôme Palazzolo, psychiatre, psychothérapeute, professeur de psychologie clinique et médicale à l'université Internationale Senghor.

serprix.com

SEBASTIAN DIEGUEZ
Chercheur en neurosciences au Laboratoire de sciences cognitives et neurologiques de l'université de Fribourg, en Suisse.

Corps désirable

L'impensable greffe de tête

Des chirurgiens pensent pouvoir greffer une tête sur un corps. Avec quelles conséquences pour le patient ? Douleurs fantômes, dédoublement de la personnalité… Ces perspectives vertigineuses sont évoquées dans un roman en forme de signal d'alarme.

En attendant que la réalité ne la rejoigne, la fiction permet souvent d'interroger les bouleversements promis par les progrès de la science et de la technologie. Mais il arrive que d'étranges superpositions de l'imaginaire et de la science rendent les frontières particulièrement confuses entre le vrai et l'insensé. Il faut pour cela qu'un chercheur prenne ses désirs pour la réalité, et qu'un écrivain prétende le prendre au sérieux : c'est le cas du projet de « transplantation de tête » d'un médecin italien, mis en récit par Hubert Haddad dans son roman *Corps désirable*. Nous sommes ici à l'intersection parfaite entre le réel et le faux, si bien qu'on ne sait plus lequel des deux est le plus le plus fou ou le plus audacieux.

L'auteur trouve ici son inspiration dans une campagne de presse savamment orchestrée. Dès 2013, Sergio Canavero, neurochirurgien à Turin, fait savoir qu'il envisage de mener à bien, très prochainement, la première greffe humaine complète, à savoir la transplantation d'une tête humaine sur le corps d'une autre personne. La situation serait la suivante : un individu dont la tête et le cerveau sont en parfait état de marche, mais dont le corps est défaillant (paralysé, en cours de dégénération, ou irréversiblement traumatisé), serait soigneusement décapité, puis sa tête rattachée au cou d'un autre individu, dont le corps serait parfaitement intact, mais en état de mort cérébrale, et donc lui aussi préalablement décapité. Il en résulterait une tête saine sur un corps sain. Scénario de science-fiction ? Plutôt de philosophie-fiction, comme on va le voir.

Car l'écrivain français d'origine tunisienne Hubert Haddad l'a bien compris : il y a là un riche vivier romanesque. Un docteur fou, une procédure

EN BREF

- **Un chirurgien italien a récemment prétendu pouvoir greffer une tête sur un corps. Mais les conséquences de ses actes ne semblent pas le préoccuper outre mesure.**
- **L'écrivain Hubert Haddad s'interroge avec pertinence dans son roman *Corps désirable*. Que vivrait le cerveau changeant de corps ?**
- **Il tombe rapidement sur un constat : changer de corps reviendrait à changer d'identité.**

glaçante, et des conséquences inconnues : l'imagination, mieux que la science (pour le moment !), peut s'en emparer avec profit. Victime d'un terrible traumatisme qui le laisse tétraplégique, Cédric Erg, le personnage central de son roman, est pris en main par l'armée de spécialistes mis en place par le bien nommé Giorgio Cadavero, et va recevoir un nouveau corps de la part d'un donneur inconnu *(voir extrait)*. La procédure est facilitée par les moyens financiers illimités déployés par son père, Morice Allyn-Weberson, qui a fait fortune dans l'industrie pharmaceutique, mais dont il a choisi de se distancier en changeant de nom. Ayant déjà renié ses racines en changeant d'identité, Cédric devra désormais apprendre à vivre avec un corps qui n'est pas le sien, sous le regard des médias, des médecins et de son amoureuse, dans un long et incertain processus d'apprivoisement.

DOULEURS, TROUBLES DE LA MÉMOIRE, DE L'IDENTITÉ…

Contrairement à Canavero, qui ne se préoccupe guère de questions éthiques, Hubert Haddad ne recule pas devant les questions difficiles. Le roman parvient à montrer avec finesse toutes les conséquences possibles d'une telle opération. Un cerveau adulte est finement calibré au corps avec lequel il s'est développé : tous les réseaux de neurones, dans leurs plus infimes détails, contrôlent ce corps et y répondent, lui donnent sa spécificité, dans le moindre geste, dans la démarche, dans les sensations physiques et émotionnelles. Le cerveau n'est pas indépendant du corps, et remplacer le second revient à donner un autre monde au premier, de sorte qu'on ignore s'il pourrait s'adapter à une intrusion d'une telle ampleur.

Cédric n'y parviendra jamais tout à fait. Pris de douleurs, de perturbations sensorielles et d'une sensation d'étrangeté proche du trouble dissociatif de l'identité, il lui arrive même de parler de lui à la troisième personne. Sa mémoire n'est plus ce qu'elle était, ayant perdu son ancrage spatial et corporel. De même pour ses émotions, qu'il a de la peine à identifier et gérer. « Comment croire à son propre passé, et même à ses émotions, quand une autre histoire habite votre corps ? » Son autonomie et son libre arbitre sont également mis à mal, car le sujet n'a plus l'impression de prendre ses propres décisions et se sent envahi d'un sentiment de dualité ; il souffre de « la cruauté d'être et de n'être pas lui-même ».

Car c'est bien la question centrale soulevée par une telle opération et par le roman : qui est le donneur, et qui est le receveur ? C'est bien le corps, dans cette histoire, qui risque de rejeter la tête : « Il avait fini par comprendre que les immunosuppresseurs prenaient sa tête pour cible ; c'était bien elle le greffon, le non-soi ! »

SOMMES-NOUS NOTRE CERVEAU ?

Qu'est-ce qui fait une personne ? La question a taraudé les philosophes de toute éternité. Faut-il mettre l'accent sur la continuité psychologique, et donc le cerveau, ou sur la continuité biologique, le corps entier ? John Locke avait imaginé une transmutation des esprits entre un prince et un cordonnier : habité par l'âme d'un prince, le corps du cordonnier serait *de facto* le prince, parce qu'il en aurait tous les souvenirs, toute la psychologie. En philosophie contemporaine, les scénarios à base de transplantations de tête et de cerveau ont été fréquemment utilisés, généralement pour appuyer « l'intuition du

EXTRAIT

RECEVOIR LE CORPS D'UN AUTRE

Autour de Georgio Cadavero, dans le premier cercle de l'équipe de chirurgie mécanique qui devait précipitamment laisser la place aux équipes de neurochirurgiens, la tension était montée d'un cran lorsque les deux corps, l'un en situation de mort cérébrale, l'autre en état de coma artificiel, furent mis à nu pour éviter les embarras de transfert. S'ils étaient à peu près de même corpulence, celui de Cédric Allyn-Weberson, dégradé par des mois d'immobilité, paraissait débile à côté du donneur plus sombre de peau et à la musculature harmonieuse. Sous le crâne bandé de ce dernier, l'alèze qui masquait en partie le visage laissait voir une mâchoire inférieure bien dessinée piquée des poils noirs d'une barbe naissante. L'homme portait au cou un marquage en pointillé à l'encre rouge. On incisa les chairs jusqu'à l'os. La première équipe prépara diligemment l'ensemble des tissus musculaires, vaisseaux sanguins, trachée ou œsophage tandis que deux autres s'apprêtaient à trancher au même instant les deux rachis avant la substitution des corps. Tandis qu'on détronquait le donneur de ses ultimes attaches au moyen d'un bistouri électrique, le professeur Cadavero et son équipe opéraient à l'identique le corps de Cédric Allyn-Weberson. Parfaitement synchronisée, l'étape de la double décollation était minutée à la seconde. Une infirmière évacua la tête du donneur anonyme à peine celle-ci détachée. On épongea le sang et les humeurs de son corps décapité aussitôt pris en charge par l'équipe de conservation vitale qui le brancha aux machineries de contrôle. Quand la tête tranchée du receveur fut déplacée avec une promptitude comique vers la table de l'inconnu affublé d'un attirail de capteurs, de pinces et d'électrodes, une nouvelle onde d'effroi parcourut l'assistance. Sans doute à cause d'un embarras logique soudain criant : cette tête seule qu'on transférait sous une bulle de plastique semblait davantage l'objet ou l'organe à transplanter face à ce corps immense demeuré sur sa table dans une triste majesté de supplicié. C'était elle, le greffon !

Corps désirable, par Hubert Haddad, Zulma, pp. 61-62, 2015.

transplant », l'idée que la personne suit nécessairement son cerveau, où que celui-ci soit transplanté. Mais d'autres penseurs de l'identité optent plutôt pour une approche « animaliste » : il n'y a selon eux aucune raison de céder au préjugé que l'identité se réduit à l'esprit.

Mais de tels scénarios sont-ils réalisables ? Sur ce point, soyons clairs : la proposition du vrai chirurgien Sergio Canavero n'est pas sérieuse. Non qu'elle soit totalement impossible sur le principe – après tout, des transplantations de tête ont déjà été tentées sur des animaux depuis le début du XX^e siècle, provoquant déjà des scandales –, et de nos jours les progrès de la chirurgie et de l'immunosuppression permettent des greffes de main et de visage. Non, le problème vient bel et bien de Sergio Canavero lui-même, dont l'idée d'« anastomose céphalo-somatique », accompagnée d'une méthode de fusion de la moelle épinière, manque à la fois de soubassements théoriques et de soutien expérimental. Motivé par une idéologie transhumaniste visant à dépasser l'humain en le rendant immortel et quasi divin, il endosse le rôle du courageux « pionnier » luttant contre un establishment frileux et jaloux, sans toutefois donner le moindre gage de responsabilité. Ses articles censés détailler le projet restent très vagues, relèvent de l'opinion plutôt que de la recherche, sont évasifs sur les difficultés à surmonter, et contiennent des invectives complètement déplacées contre la médecine moderne.

UN PROJET CHIMÉRIQUE

En outre, avec son collègue chirurgien Xiaoping Ren, ils font preuve d'une arrogance stupéfiante et ont clairement décidé de contourner toutes les étapes normalement imposées à la mise sur pied de nouveaux traitements. Tous les signes avant-coureurs d'une débâcle scientifique sont présents : le choix d'utiliser les canaux médiatiques plutôt que scientifiques, la posture victimaire face à un « système » qui rejetterait les grands visionnaires, la rhétorique hubristique et prétentieuse, les réponses agressives aux critiques, la confidentialité et l'isolement des chercheurs… Et surtout la précipitation : Canavero a déclaré que la première transplantation de tête chez l'humain serait réalisée avec succès en décembre 2017, et il présente déjà un volontaire. Quant aux risques postopératoires, même en cas de succès, il les balaie d'un revers de main : en somme, on verra plus tard. La possibilité d'un syndrome douloureux semblable à ceux qu'on observe chez les amputés sera traitée par « réalité virtuelle », « hypnose », ou même une intervention neurochirurgicale dans le cerveau de la tête à peine greffée. L'éthique ? Elle concerne les éthiciens, pas les aventuriers de la médecine.

On s'imagine que le cerveau, greffé sur un corps nouveau, serait en quelque sorte un passager empruntant un autre véhicule. Il n'y a probablement rien de plus faux.

REVENONS SUR TERRE

En bref, il n'y a aucune raison de prendre ce projet de transplantation de tête au sérieux, et les spécialistes de la question sont quasiment unanimes et tiennent à se distancier de ce plan médiatique extravagant, redoutant de lui donner une caution ne serait-ce qu'en daignant le commenter publiquement.

Et c'est sans doute tant mieux. Car on le voit chez Cédric, son identité ne survit pas telle quelle à la transplantation. *L'autre* est trop présent : « Sur un plan organique, il était bien cet autre qui l'inondait d'un sang trop épais et de ses humeurs, en lui imposant son rythme cardiaque et ses fièvres. » La thèse animaliste n'est peut-être pas si contre-intuitive que ça. À la fin, mû par une force irrésistible, il cherchera même à retrouver les traces de son « donneur », afin de percer le mystère de sa nouvelle identité. Preuve que celle-ci se trouve peut-être autant dans nos veines que dans nos neurones. Même s'il parvenait à mener son projet excentrique à bien, Sergio Canavero pourrait être surpris du résultat. Va-t-il tuer la personne qu'il pense sauver, et ressusciter celle qu'il croit morte ?

Bibliographie

Lamba *et al.*, The history of head transplantation: a review, *Acta Neurochirurgica*, vol. 158, pp. 2239-2247, 2016.

A. Pascalev *et al.*, Head transplants, personal identity and neuroethics, *Neuroethics*, vol. 9, pp. 15-22, 2016.

S. Canavero, The head anastomosis venture. Project outline for the first human head transplantation with spinal linkage (GEMINI), *Surgical neurology International*, vol. 4, pp. 335-342, 2013.

LE MOIS PROCHAIN

Cerveau & Psycho

Alzheimer

De nouveaux espoirs de traitement

Dépistage, biomarqueurs, neuro-imagerie, molécules : ce qui est en train de changer

LA MALADIE D'ALZHEIMER, QUI TOUCHE AUJOURD'HUI ENVIRON 1 MILLION DE PERSONNES EN FRANCE, RESTE À CE JOUR SANS TRAITEMENT EFFICACE. Mais cela pourrait changer. Les neurologues mettent au point des méthodes de dépistage utilisant l'imagerie cérébrale et de nouveaux biomarqueurs, pour intervenir en amont. Et les biochimistes mènent de premiers essais cliniques avec des molécules qui réduisent l'inflammation du cerveau, voire éliminent les protéines toxiques responsables de la maladie. À terme, ces traitements permettront-ils de guérir les patients ?

En kiosque le **20 septembre 2017**

© Shutterstock.com / Lightspring

Cerveau & Psycho

Un magazine édité par **POUR LA SCIENCE**
170 bis boulevard du Montparnasse
75014 Paris

Directrice des rédactions : Cécile Lestienne

Cerveau & Psycho
Rédacteur en chef : Sébastien Bohler
Rédactrice en chef adjointe : Bénédicte Salthun-Lassalle
Rédacteur : Guillaume Jacquemont

Conception graphique : William Londiche
Directrice artistique : Céline Lapert
Maquette : Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy
Réviseuse : Anne-Rozenn Jouble
Développement numérique : Philippe Ribeau-Gésippe, assisté de Clément Dufrenne (stagiaire)
Marketing et diffusion : Laurence Hay et Arthur Peys, assistés de William Armand (stagiaire)
Direction financière et du personnel : Marc Laumet
Fabrication : Marianne Sigogne, Olivier Lacam
Presse et communication : Susan Mackie
Directrice de la publication et gérante : Sylvie Marcé
Ont également participé à ce numéro : Sophie Lem, Séverine Lemaire-Duparcq, Maud Bruguière

Anciens directeurs de la rédaction :
Françoise Pétry et Philippe Boulanger

Presse et communication
Susan Mackie
susan.mackie@pourlascience.fr – Tel. : 01 55 42 85 05

Publicité France
Directeur de la publicité : Jean-François Guillotin
(jf.guillotin@pourlascience.fr) – Tél. : 01 55 42 84 28

Espace abonnements
http://boutique.cerveauetpsycho.fr
Adresse e-mail : cerveauetpsycho@abopress.fr
Téléphone : 03 67 07 98 17
Adresse postale :
Cerveau & Psycho - Service des abonnements
19, rue de l'Industrie - BP 90053 - 67402 Illkirch Cedex

Diffusion de Cerveau & Psycho
Contact kiosques : À juste titres ; Manon Castel
Tel : 04 88 15 12 48
Information/modification de service/réassort :
www.direct-editeurs.fr

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. », 162, rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 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.

PEFC 10-32-2813 / Certifié PEFC / pefc-france.org

Imprimé en France – Roto Aisne (02) – Dépôt légal septembre 2017 – N° d'édition M0760091-01 – Commission paritaire : 0718 K 83412 – Distribution Presstalis – ISSN 1639-6936 – N° d'imprimeur 17/06/0051 – Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

NVIVO

Pour assimiler le volume et
la complexité des données de demain,
il est temps de s'équiper. Êtes-vous prêt ?

Découvrez le potentiel de la suite NVivo.

Découvrez le plus performant des logiciels d'analyse qualitative

Que vous soyez amené à effectuer des recherches universitaires, à analyser des opinions communautaires ou à évaluer l'impact de campagnes sociales; l'analyse et la présentation de l'information peuvent paraître décourageantes dans un monde toujours plus riche en données.

La suite NVivo vous fournit les outils nécessaires pour exploiter vos données de demain et vous faire parvenir à des interprétations probantes et à des résultats significatifs.

NVivo for Mac

NVivo 11 for Windows

Starter | Pro | Plus

NVivo for Teams

ritme.com/nvivo

Distributeur officiel en France, Suisse, Belgique et Luxembourg
RITME - 72 rue des Archives, 75003 Paris, France - +33 (0) 1 42 46 00 42

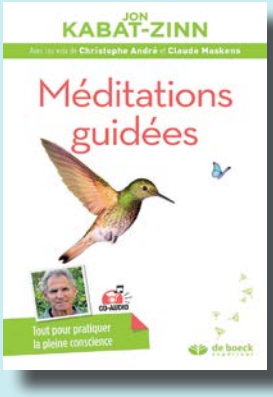
QSR International

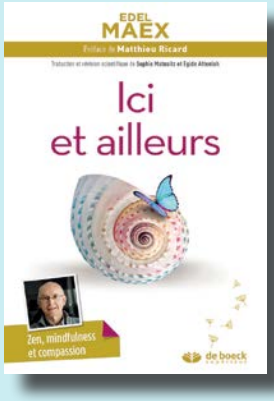
RITME SCIENTIFIC SOLUTIONS

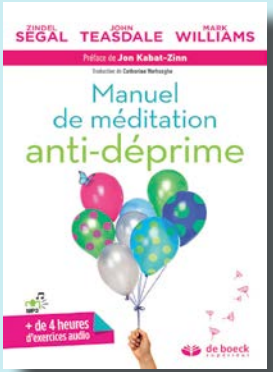
© 2016 RITME - NVivo est une marque déposée de QSR International. Toutes les marques déposées sont la propriété de leurs sociétés respectives.

Découvrez la pleine conscience

DES LIVRES ET CD POUR APPRENDRE ET PRATIQUER AU QUOTIDIEN







En librairie et sur www.deboecksuperieur.com

deboeck SUPÉRIEUR