

LA MÉMOIRE

Comment faire
un bon lavage
de cerveau ?

L'ÂGE Peut-on
entrer à 6 mois
à Normal Sup' ?

C'est dans la tête !

200 QUESTIONS SUR
NOTRE CERVEAU

L'INTELLIGENCE

De quelle
couleur est
la matière
grise ?

LA PERCEPTION

L'odeur d'un
croissant fait-
elle grossir ?

LES ÉMOTIONS

Pourquoi la musique nous
donne la chair de poule ?

www.caminteresse.fr

PM PRISMA MEDIA CPPAP

L 12337 - 33 - F: 5,95 € - RD



ET AUSSI **le journal de la curiosité**
10 pages d'actus pour apprendre et s'étonner



AUDIO NOW

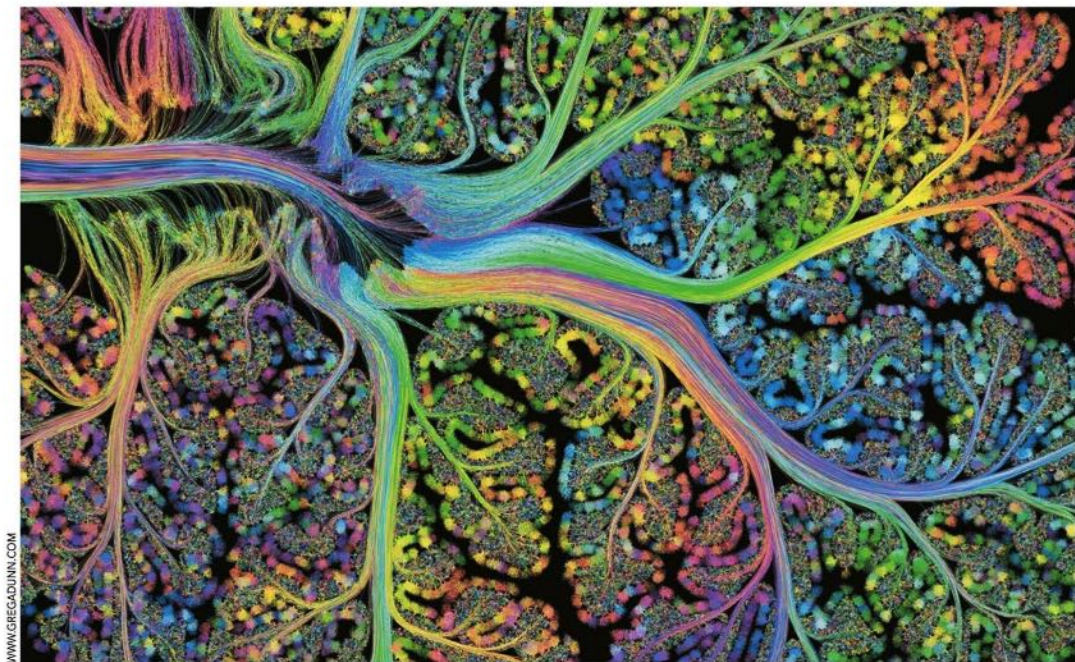
BRANCHÉS SUR VOS PASSIONS

Cultivez votre
curiosité avec
les meilleurs
PODCASTS
du moment...

...des programmes
audio GRATUITS
pour apprendre
et vous divertir,
à écouter sur
AUDIO NOW.

TÉLÉCHARGEZ
L'APPLICATION GRATUITE
MAINTENANT !





WWW.GREGDUNN.COM

ÉDITO

Un trésor dans la tête

On pourrait croire à la coupe d'un végétal sous l'œil d'un microscope. Cette fine dentelle moirée est en réalité notre cervelet, à la base du crâne ; c'est lui qui gère notre équilibre et nous aide, par exemple, à marcher ou à danser. Une simple image ne permet pas d'apprécier l'activité débordante de notre cerveau. Neuroscientifique de formation, l'artiste Greg Dunn, associé au physicien Brian Edwards, a donc cherché à reproduire la mécanique complexe de notre circuit neuronal. Pour cela, la connectivité de nos neurones et leur activité électrique ont été modélisées par un algorithme, et ensuite gravées sur de grandes plaques recouvertes de 1750 feuilles d'or 22 carats. De la lumière projetée sur les surfaces dorées naissent des couleurs chatoyantes et toujours changeantes. Grâce à cette technique baptisée « microgravure réfléchissante », l'œuvre, de 2 mètres sur 3, exposée à l'Institut Franklin, à Philadelphie (Etats-Unis), et dont est extrait ce cliché, s'anime selon l'angle de vue de celui qui la contemple (« self reflected », gregdunn.com). L'alliance de l'art et de la science

révèle toute la poésie de ce que nous avons de plus précieux : notre cerveau. Loin d'être un simple amas de cellules et de tissus, cet organe fascinant recèle encore bien des mystères. Décortiqués par les scientifiques et les psychologues, son anatomie et son fonctionnement expliquent bon nombre de nos comportements, émotions, pensées, réactions, perceptions... Ces recherches passionnantes, que nous vous présentons dans ce numéro, ouvrent de nombreuses perspectives thérapeutiques. Mais elles démontrent aussi que notre identité ne peut se résumer à des réactions chimiques et électriques ; l'homme est bien plus complexe. A mesure que les connaissances progressent, les questions se font aussi plus nombreuses et l'horizon des réponses s'éloigne. Comme l'illustre l'œuvre de Greg Dunn, le cerveau est un territoire mouvant, et son reflet n'est jamais deux fois le même.

Marie Dormoy
Responsable éditoriale



B. DECOIN

L'INTELLIGENCE P. 6

Peut-on voir l'intelligence à l'IRM ? Qui a osé voler le cerveau d'Einstein ? Qui a le plus gros QI du monde ? De quelle couleur est la matière grise ? Peut-on allumer une ampoule avec ses neurones ?

LA MÉMOIRE P. 18

Comment effectuer un bon lavage de cerveau ? Comment se forme un souvenir ? Pourquoi ne se rappelle-t-on pas sa naissance ? Les poissons rouges oublient-ils tout au bout de quelques secondes ?

LES ÉMOTIONS P. 26

Notre cœur fait-il battre notre cerveau ? Le chocolat est-il bon pour le moral ? Les crocodiles ont-ils des larmes ? Quels sont les pouvoirs de la musique ? La solitude fait-elle rétrécir le cerveau ?

L'ÂGE P. 34

Grandit-on plus vite qu'avant ? Les bébés ont-ils un programme de survie ? D'où vient la gaucherie ? Les fessées font-elles mal à la tête ? Est-ce possible de transplanter un cerveau dans un corps plus jeune ?

LA PERCEPTION P. 44

L'odeur d'un croissant fait-elle grossir ? Néandertal était-il douillet ? Écrire un SMS rend-il sourd ? Un fœtus a-t-il le sens de l'équilibre ? Vivons-nous dans un monde de fiction ? Qui a osé faire le premier trip sous LSD ?

LA SANTÉ P. 56

Le tango protège-t-il d'Alzheimer ? Peut-on être paralysé du cerveau ? Qui dévore nos neurones ? Peut-on se faire opérer d'un TOC ? A quoi sert la lobotomie ? Faut-il prescrire des placebos ?

L'IDENTITÉ P. 64

Comment les espions jouent-ils double « jeu » ? Pourquoi a-t-on la tête de son prénom ? Les vrais jumeaux ont-ils le même cerveau ? Qui a osé peser la cervelle des criminels ? Le pouvoir tourne-t-il la tête ?

L'INCONSCIENT P. 74

Peut-on prendre le contrôle de ses rêves ? Un somnambule peut-il tondre la pelouse ? Que fait notre cerveau quand on a la tête dans les nuages ? La pleine conscience booste-t-elle les performances ?



ET AUSSI
**le journal
de la curiosité**

*l'actu insolite
l'actu visuelle
vu, lu & entendu*

p.86
p.88
p.94

CRÉDITS
DE COUVERTURE :
GETTY IMAGES ;
ISTOCK ; PHOTO12/
ALAMY/TIM CLIFF ;
COSMOS X 2

ISTOCK

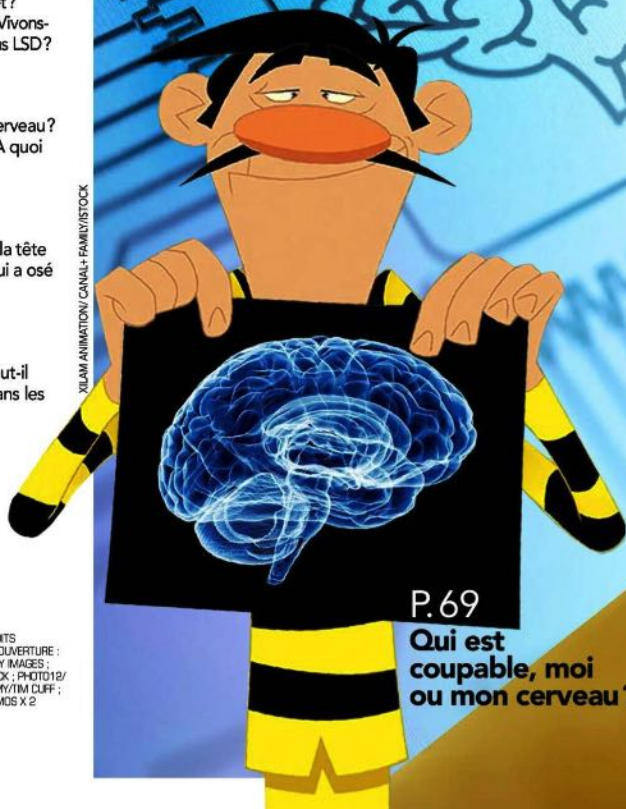


ISTOCK

P. 39 Pourquoi le cerveau des enfants est-il si gourmand ?

**P. 10
Combien y a-t-il
de gigaoctets
dans le cerveau ?**

XILAMI ANIMATION/ CANAL+ FAMILY/ISTOCK



**P. 69
Qui est
coupable, moi
ou mon cerveau ?**



P.34
A-t-on l'âge de
ses neurones ?



P.78 Peut-on
fabriquer
une conscience
en labo ?

C'est dans la tête !

200 QUESTIONS SUR
NOTRE CERVEAU



P.29 L'émotion est-elle aussi
contagieuse qu'un virus ?



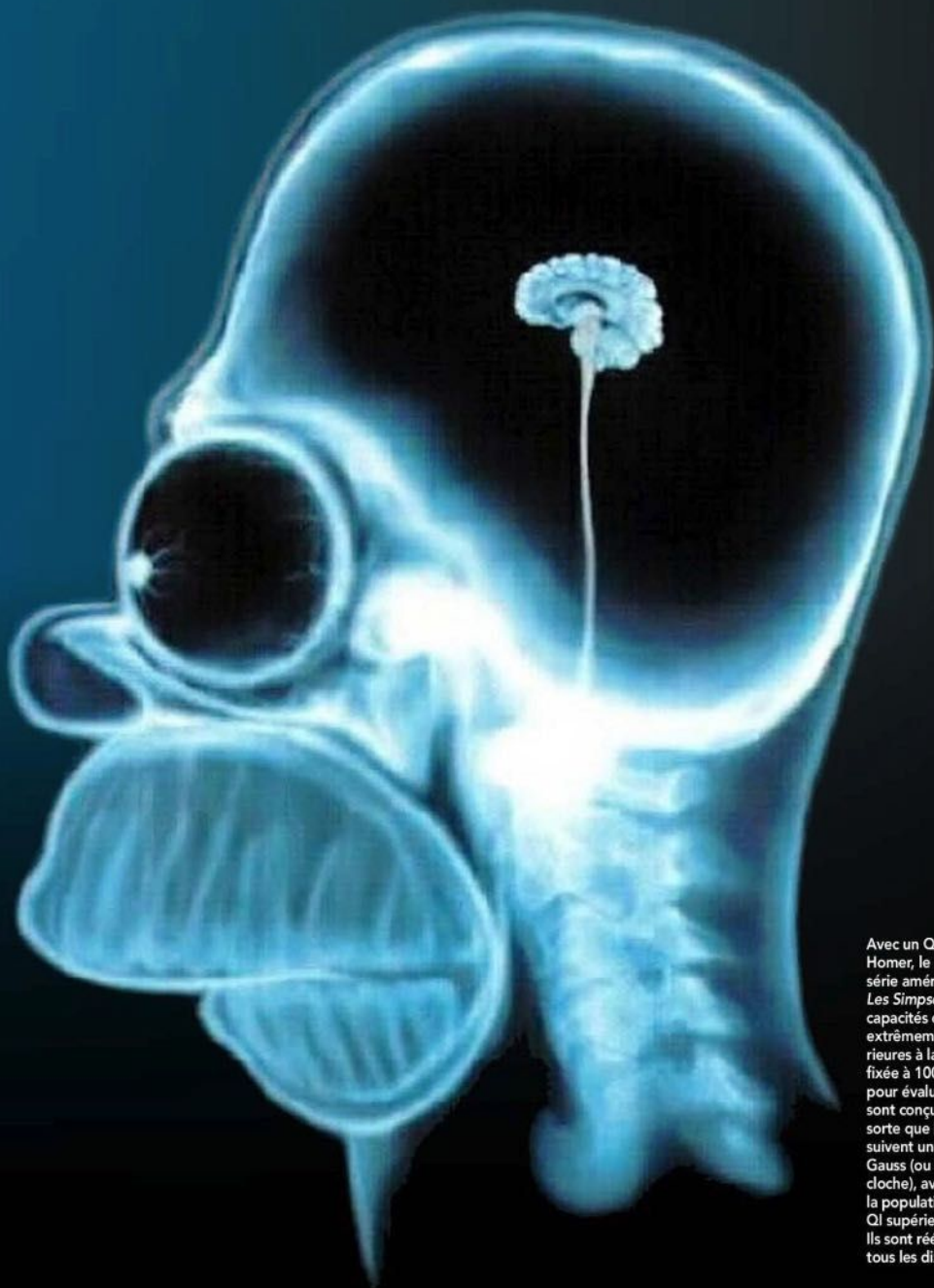
P.32
Pourquoi
la lumière
nous met-elle
de bonne
humeur ?

RETROUVEZ NOS OFFRES D'ABONNEMENT
 page 96 ou sur www.prismashop.caminteresse.fr

Peut-on voir l'intelligence à l'IRM ?

On a longtemps pensé que l'intelligence pouvait se mesurer à la taille du cerveau. Le développement des techniques d'imagerie par résonance magnétique (IRM) a permis d'affiner l'étude des liens entre l'anatomie du cerveau et des capacités cognitives hors normes, évaluées à l'aide des tests de QI (quotient intellectuel). Une corrélation a bien été trouvée entre un cerveau volumineux et un (QI) élevé, «mais elle est faible, et la variabilité entre individus est élevée», nuance Dominique Sappey-Marini, chercheur en imagerie médicale et neurosciences au laboratoire Creatis (CNRS-Inserm). La taille du cerveau dépend aussi de la taille de la personne, d'où la différence entre femmes et hommes». Des études d'IRM fonctionnelles (IRMf), qui visualisent le cerveau en action, ont montré que certaines régions du cortex préfrontal, pariétal et temporal, essentielles dans le raisonnement, la mémoire et les émotions, s'activaient davantage chez les personnes à haut QI (>130) que chez celles à QI standard (100). Aujourd'hui, les recherches s'orientent davantage vers l'organisation et l'efficacité des connexions neuronales, grâce à l'IRM de diffusion qui permet d'explorer la connectivité anatomique du cerveau humain. Chez les personnes à haut QI, les

réseaux de neurones se distingueraient par une connectivité plus forte et une organisation «plus homogène, permettant une communication rapide entre les différentes régions du cerveau». Cependant, toutes ces études reposent sur une définition de l'intelligence par le quotient intellectuel, un test approuvé mais critiqué pour son approche réductionniste (il n'évalue que certaines capacités de raisonnement). Un QI élevé ne fait pas le génie, car il ignore des pans entiers de l'intelligence. Notamment la créativité, cette capacité à réaliser une production à la fois nouvelle et adaptée au contexte, à l'origine des astuces du quotidien mais aussi de célèbres inventions. Comment se traduit-elle au niveau cérébral ? L'IRMf a montré l'activation de diverses régions du cortex (frontal, pariétal, cingulaire...) qui coïncident avec trois réseaux cérébraux : «Le réseau par défaut trouverait spontanément des idées stockées en mémoire. Le réseau de contrôle orienterait la recherche d'idées et inhiberait les pensées inadaptées. Quant au réseau de saillance, il servirait d'interface entre les deux premiers et détecterait les idées les plus pertinentes», schématise Emmanuelle Volle, neuroscientifique à l'Institut du cerveau. Le secret des plus créatifs serait donc des connexions plus fortes entre ces trois réseaux, qui permettent les associations d'idées. N. P.



Avec un QI de 55, Homer, le héros de la série américaine culte *Les Simpson*, a des capacités cognitives extrêmement inférieures à la moyenne, fixée à 100. Les tests pour évaluer le QI sont conçus de telle sorte que les résultats suivent une courbe de Gauss (ou courbe en cloche), avec 50 % de la population ayant un QI supérieur à 100. Ils sont réévalués tous les dix ans.



... voler le cerveau d'Einstein ?



PHOTO 12/ALAMY/DPA PICTURE ALLIANCE

Thomas Harvey. Médecin légiste à l'hôpital de Princeton (Etats-Unis), il est appelé dans la nuit du 18 avril 1955 pour une autopsie. Le patient n'est autre que le génie de la science, Albert Einstein, qui vient de décéder à 76 ans. Sans aucune autorisation, Harvey prélève le cerveau du physicien puis réussit à convaincre le fils du savant de le laisser l'étudier. Il effectue 40 mesures au compas, photographie l'organe sous tous les angles, le fait découper en 240 morceaux et prépare des centaines de lames pour microscope. Pendant trente ans, le médecin légiste affirme qu'il va bientôt rendre ses travaux publics. Ce n'est qu'en 1985 qu'il publie, avec des confrères, une étude tendant à prouver que le cerveau d'Einstein est spécial, mais sa méthodologie fut vivement critiquée. M. D.

Qui a le plus gros QI du monde ?

Un mathématicien de 45 ans, chercheur à l'Université de Los Angeles (UCLA). Terence Tao affiche un score de 230, du jamais vu ! A titre de comparaison, le QI moyen se situe entre 85 et 115, et la douance, au-delà de 130 (2,2 % de la population). Certains chercheurs ont tenté d'évaluer a posteriori le QI de personnages célèbres du passé à partir de leur biographie et écrits. Selon la psychologue Catharine Cox, Mozart et Darwin auraient eu un QI de 165, Goethe, de 210... Mais le classement de 301 personnalités qu'elle a établi en 1926 se base sur le ratio entre l'âge mental et l'âge réel multiplié par 100. Ce calcul, proche du premier test de mesure de l'intelligence mis au point par le Français Alfred Binet en 1905, diffère du test de QI standard (qui donne un rang par rapport aux compétences d'un échantillon représentatif de la population). Difficile donc de savoir si Terence Tao a le QI le plus élevé de tous les temps ! M. D.

REED HUTCHINSON/UCCLA

Possible ou pas ?

Se greffer des neurones pour être plus intelligent

Cela semble peu probable. Dans une étude récente (PNAS, 2019), des chercheurs de l'Université de Cambridge ont en effet découvert qu'au-delà d'un certain nombre de neurones les performances et la stabilité même du réseau se dégradent. Un excès de neurones ou de connexions pourrait expliquer certaines difficultés rencontrées par les autistes, comme l'hypersensibilité. En revanche, les techniques de greffe de neurones sont utilisées depuis les années 1990 dans le traitement de la maladie de Parkinson pour pallier la destruction des neurones à dopamine,

à l'origine des troubles du mouvement. « L'une des méthodes en développement consiste à prélever des cellules spécialisées (peau, sang...) chez un adulte, puis à les reprogrammer en cellules souches pluripotentes (dites iPS). Ensuite, un milieu de culture spécifique permet de les redifférencier en tout type de cellule, en neurones à dopamine, par exemple », explique la chercheuse Afsaneh Gaillard (Inserm-Université de Poitiers). En 2018, des Japonais ont lancé le premier essai clinique pour traiter ainsi la maladie de Parkinson. N. P.

Bizarrement, tes greffes de neurones, ça ne te donne pas l'air intelligent...



IMAGE BY PASCAL GRESSMAN, LIVET ET LA NATURE, 2007

LES GÉNIES SONT-ILS ÉBLOUIS PAR LEURS ÉCLAIRS ?

Les éclairs de génie portent bien leur nom ! Ces idées fulgurantes nous viennent parfois à l'esprit par surprise, alors que nous butons sur un problème. Depuis le célèbre « eureka ! » (« j'ai trouvé », en grec ancien) du savant Archimède, les progrès de l'imagerie ont permis d'observer le cerveau en action. Les neuropsychologues John Kounios et Mark Jung-Beeman, auteurs de *The Eureka Factor* (éd. Random House, 2015), en ont décrypté les mécanismes (*Plos Biology*, 2004). Des ondes cérébrales lentes (alpha) déferlent dans le cortex postérieur droit une seconde avant l'apparition d'une idée de génie : elles inhiberaient le cortex visuel, provoquant une sorte d'aveuglement temporaire favorisant l'introspection. Puis, 0,3 seconde avant l'éclair de génie, une vague d'ondes à haute fréquence (gamma) surgit dans le gyrus temporal supérieur de l'hémisphère droit, une région liée au processus d'association d'idées. Pour les chercheurs, ce phénomène sous-tendrait la capacité soudaine à « voir le problème sous un jour nouveau ». N. P.

Ce cortex de souris est coloré par la technique du « brainbow » inventée en 2007 par des chercheurs de Harvard : le rongeur est transformé génétiquement pour que ses neurones expriment diverses combinaisons de quatre molécules fluorescentes, soit une palette de 90 couleurs observables au microscope optique à fluorescence.

De quelle couleur est la matière grise ?

Ne vous fiez pas à cette image : la matière grise ne porte pas les nuances de l'arc-en-ciel. La technique du « brainbow » (de *brain*, cerveau, et *rainbow*, arc-en-ciel en anglais) permet un marquage individuel des neurones et de leurs prolongements afin d'analyser leur architecture complexe. Mais dans un cerveau réel, la matière grise est grise ! Cette substance constitue la partie externe du cerveau, le cortex : elle se niche juste sous le crâne et les méninges. Ce sont les « têtes » des neurones, la partie centrale contenant le noyau, appelée corps cellulaire, qui lui donnent sa couleur. Dans le cortex siègent les grandes fonctions cognitives (langage, raisonnement, mémoire...) et le traitement des informations

motrices et sensorielles. C'est ce qui a valu à la matière grise d'être présentée comme le support de l'intelligence. On sait aujourd'hui que, juste en dessous, la matière blanche (réellement blanche) jouerait elle aussi un rôle clef dans l'intelligence, en connectant les différentes régions cérébrales. Elle enferme en effet les axones, les longues fibres nerveuses qui relient la tête des neurones aux autres neurones. Les axones sont recouverts d'une gaine de myéline, une matière grasse blanche qui accélère la vitesse de propagation du message nerveux. Au centre du cerveau, la substance noire (aussi appelée locus niger) doit quant à elle sa couleur à un pigment, la neuromélanine. Elle serait impliquée, quand les neurones dégénèrent, dans la maladie de Parkinson. N. P.

Combien y a-t-il de **gigaoctets** dans le cerveau?

Plusieurs équipes de recherches se sont prêtées au jeu de la comparaison entre la capacité de stockage du cerveau humain et celle d'un ordinateur.

La dernière estimation en date (2016), de neurologues du Salk Institute for Biological Studies, en Californie, avance le chiffre de 1 million de gigaoctets, l'équivalent du web mondial à l'époque. Pour arriver à ce calcul, les chercheurs sont partis de l'estimation de la capacité d'une petite zone du cerveau qu'ils ont extrapolée. Ils se sont plus particulièrement intéressés aux synapses, c'est-à-dire les points de contact entre deux neurones dans lesquels sont stockées les informations. Chaque neurone peut avoir des milliers de synapses, dont la puissance varie selon leur taille. Jusqu'ici, on estimait qu'il existait trois tailles de synapse, contenant chacune 1 ou 2 bits d'information (le bit étant l'unité de mesure du stockage en informatique, qui correspond à 8 octets). Mais, en réalité, il en existerait 26 catégories différentes, l'équivalent selon les chercheurs de 4,7 bits pour chaque synapse. Multiplié par le nombre de synapses (plusieurs trillions), cela donne le nombre faramineux de 1 pétaoctet, soit 10^{15} octets, un minimum selon les chercheurs. Ce qui complique le calcul, c'est que la taille des synapses change toutes les

deux à vingt minutes, en fonction du signal qu'elles reçoivent. La comparaison avec l'ordinateur a donc bien des limites, sachant, par exemple, que mémoriser 5 mots ne demande pas plus de travail que de mémoriser 5 lettres, alors que dans l'ordinateur 5 mots occupent plus de place que 5 lettres. Et que le cerveau n'a pas besoin de libérer de l'espace pour engranger de nouvelles données. M. D.

MAN BAIC / GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

Peut-on allumer une ampoule avec ses neurones?

Théoriquement, oui, car le cerveau d'un adulte génère en permanence quelques microvolts, assez pour allumer une Led, selon une étude de l'Université de Virginie (2020). Si on ajoute toutes les cellules de l'organisme (notamment celles qui font battre le cœur), on atteint l'énergie nécessaire pour allumer une lampe de 40 watts. Pas de quoi s'électrocuter mais suffisant pour échanger des milliards d'informations. En effet, à chaque pensée, chaque mouvement, des impulsions élec-

triques transitent entre les neurones et les cellules. Pour générer de l'électricité, les neurones abritent, au cœur de leur membrane, des sortes de petites pompes moléculaires qui refoulent et importent des atomes porteurs de charges électriques, ce qui génère une tension électrique entre l'intérieur et l'extérieur du neurone. Cette intense activité explique pourquoi le cerveau, bien qu'il ne représente que 2 % du poids d'un humain, consomme 20 % de son énergie. F. B.

350 km/h

C'est la vitesse à laquelle circule l'influx nerveux.

Bien moins que les 300 000 km/s de l'électricité dans un fil de cuivre, mais aussi rapide qu'un TGV.

Etes-vous **plus idiot** qu'une machine ?

Dans certains domaines, oui.

L'intelligence artificielle dépasse celle des humains, par exemple aux échecs, au jeu de go ou encore au poker. « Mais sur des problèmes complexes de reconnaissance visuelle ou de gestion des émotions, on en est très loin », souligne Christian Wolf, du Laboratoire d'informatique en images et systèmes d'information du CNRS. C'est pour cette raison que les Captchas (Completely Automated Public Turing

Test to Tell Computers and Humans Apart), ces tests automatiques conçus pour différencier les humains des robots et éviter à des algorithmes d'intervenir de manière massive sur les sites web, se basent la plupart du temps sur des tâches de reconnaissance visuelle. Cependant, les algorithmes qui attaquent les Captchas apprennent de leurs erreurs et parviennent à tromper cette sécurité. Au point que certains comme Amazon ont envisagé la solution

du « Captcha par l'échec » : pour prouver qu'on est humain, il faut rater le test ! « Mais il est facile pour un robot de tricher, par exemple en répondant volontairement faux », pointe Christian Wolf. Cette course à la performance a au moins un avantage : celui de récolter des millions de données. Les Captchas qui reposent sur la reconnaissance de lettres déformées ont permis d'aider à déchiffrer les pages illisibles des archives du New York Times ! L. H.

je ne suis pas un robot

Les écrans grignotent-ils notre cortex ?

Oui, si l'on en croit l'une des premières conclusions de l'étude Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD), la plus vaste jamais réalisée sur les effets des écrans. Lancée en 2015, elle suit plus de 11 000 Américains depuis leurs 9 ans jusqu'à leurs 19 ans afin de mesurer, entre autres, l'impact de l'usage des smartphones et tablettes sur leur cerveau. En 2018, des scientifiques du Centre de recherches sur le cerveau de Tulsa – l'un des 21 centres qui participent

à l'étude ABCD – ont observé que, sur les 4 500 enfants recrutés pour l'étude, ceux qui passaient le plus de temps devant les écrans avaient un cortex prématurément aminci. Des résultats à prendre cependant avec précaution, d'autres facteurs pouvant entrer en jeu, mais également parce que cette modification n'est pas toujours associée à une moindre performance cognitive. Des recherches supplémentaires seront donc nécessaires. L. H.

Comment éviter la surchauffe ?

Grâce à la mise en place automatique d'un système comparable à un thermostat qui repose sur les neurones inhibiteurs. Ces derniers réduisent l'excitation naturelle des autres neurones en libérant des neurotransmetteurs. Ce mécanisme permet de maintenir l'équilibre

entre excitation et inhibition, nécessaire au bon fonctionnement des propriétés cognitives. Le cerveau est en effet actif par défaut, permettant une certaine plasticité (créer ou modifier des connexions). Mais sa suractivité est associée à des troubles physiopathologiques, comme

certaines formes de schizophrénie et l'épilepsie. Les crises d'épilepsie correspondent à une activité neuronale cérébrale intense, comparable à une surchauffe qui entraîne un court-circuit. Au niveau de la zone synaptique, le taux de neurotransmetteurs inhibiteurs est

inférieur au taux habituel, tandis que celui de neurotransmetteurs excitateurs est anormalement élevé. Selon une étude récente (*Nature*, 2019), l'inhibition de l'excitation neuronale, qui augmente avec l'âge, est un facteur de longévité chez les humains. L. H.

La question bêtes

Un poulpe sait-il jouer au Rubik's Cube?

Doté de 500 millions de neurones (une souris en possède 71 millions) dont deux tiers sont répartis dans ses huit bras, le poulpe est souvent présenté comme un génie à neuf cerveaux. Dès 1973, le commandant Cousteau montrait que le mollusque pouvait ôter le bouchon du bocal dans lequel était enfermée une langouste. En 2014, l'un d'eux a même battu un record en Nouvelle-Zélande en effectuant cette tâche en cinquante-quatre secondes. Roi de l'évasion, il ne manque pas d'astuces. Dans un aquarium allemand, un poulpe a, par exemple, fait sauter les plombs en envoyant de



l'eau sur une ampoule afin d'attirer l'attention! Pour autant, son intelligence ne lui permet pas de résoudre le célèbre casse-tête géométrique. «Le poulpe est capable d'imiter des tâches après les avoir observées en échange de nourriture, mais il paraît difficile de lui apprendre un exercice si complexe que le Rubik's Cube, d'autant qu'il ne

détecte pas la couleur», souligne Laure Bonnaud-Ponticelli, spécialiste du système nerveux des mollusques céphalopodes (laboratoire BOREA/MNH). Leur confier des Rubik's Cube a surtout permis aux biologistes du réseau Sea Life (notre photo) d'étudier comment les poulpes utilisent leurs tentacules lorsqu'ils manipulent leurs «jouets». F. C.

Le surdoué est parfois qualifié de «zèbre», en référence à cet animal difficilement apprivoisable, qui se fond dans le décor tout en s'y distinguant par des caractères uniques (les rayures).



NEURO-MYTHE

Etre

Réponses de
Stéphanie Aubertin

Neuropsychologue et membre du comité d'experts de l'ANPEIP
(l'Association nationale pour les enfants intellectuellement précoces).

... PROPRE AUX ENFANTS ?

Non, cela concerne tous les âges. Car, quand on est surdoué (QI > 130), on l'est toute sa vie. Mais la terminologie a évolué. Dans le passé, on parlait d'enfant précoce. Or ce terme ne peut pas s'appliquer aux adultes. Diriez-vous à quelqu'un de 40 ans qu'il est en avance pour son âge ? On parle désormais de haut potentiel intellectuel (HPI), plus adapté que le terme «surdoué», associé à tort à «hyper-performant».

... ÊTRE « ZÈBRE » ?

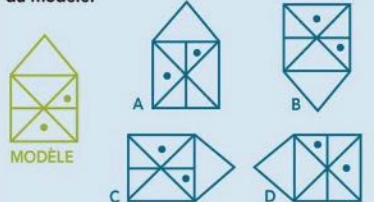
Ce concept, développé par la psychologue Jeanne Siaud-Facchin, associe haut potentiel intellectuel et hypersensibilité :

FAITES LE TEST !

ÊTES-VOUS...

...à l'aise dans l'espace ?

1 Trouvez quel dessin représente une rotation du modèle.



...rationnel ?

2 Sachant que vous devez prendre une décision, dans quel ordre allez-vous mener ces trois étapes de votre réflexion ?

- Vous assurer que l'information dont vous disposez est pertinente.
- Définir le problème à résoudre.
- Analyser les faits.

...créatif ?

3 Être créatif, c'est aussi faire preuve de sens critique par rapport à des réponses qui paraissent évidentes. Que répondriez-vous à cette devinette : Si 3 chats tuent 3 souris en 3 minutes, combien de temps mettraient 100 chats pour tuer 100 souris ?

SOLUTIONS :

1/D. 2/La pensée rationnelle passe d'abord à définir pourquoi la décision doit être prise, identifier les circonstances entourant le problème, puis analyser les faits pour concevoir la solution. 3/ Trois minutes. Plus de chats et plus de souris ne veulent pas dire plus de temps.

ZOO PORTAITS. ALL RIGHTS RESERVED. 2020



Avez-vous l'intelligence naturaliste ?

L'intelligence ne se limite pas à la mesure du QI (quotient intellectuel), et sa définition fait l'objet de nombreux débats. Les spécialistes s'entendent pour dire qu'elle correspond à « la capacité à s'adapter à son environnement ». Cette notion reste vague, car il y a de multiples façons de s'adapter au monde qui nous entoure. Pour le professeur de psychologie cognitive américain Howard Gardner, il existerait huit types d'intelligence, selon les domaines où elles s'exercent : verbale, logico-mathématique, visuo-spatiale, so-

ciale, intrapersonnelle (la représentation de soi), corporelle ou kinesthésique, musicale et naturaliste. Cette dernière catégorie a été rajoutée en 1993, dix ans après la publication du premier ouvrage de Gardner sur les intelligences multiples. Elle se manifeste notamment par la capacité à classer, discriminer, reconnaître et utiliser ses connaissances sur l'environnement naturel, les animaux, les végétaux ou les minéraux. Des aptitudes développées par des professionnels comme les biologistes, les botanistes, les pêcheurs ou par les cuisiniers. M. D.

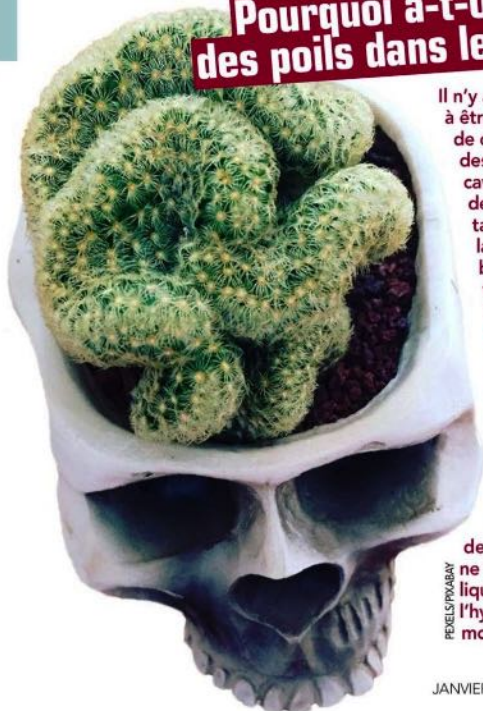
surdoué, c'est...

une perception sensorielle et une réactivité émotionnelle plus fortes. L'hypersensibilité repose sur des notions vagues et scientifiquement floues dans lesquelles les personnes se reconnaissent (un peu comme avec un horoscope). Elle est caractérisée par une liste de symptômes, qui ne sont pas propres à la douance. Le HPI, ce n'est pas une maladie. Et si trouble il y a, cette « étiquette » peut enfermer la personne et limiter l'accès à un réel diagnostic.

... AVOIR UN PARCOURS BRILLANT ?

Pas forcément. Cette idée de super-réussite est fautive et peut générer une pression bien inutile, notamment sur les enfants. Les capacités mentales des surdoués, si elles facilitent des apprentissages complexes, ne sont pas nécessairement exploitées. On peut être intelligent et faire de très mauvais choix ou ne pas vouloir faire de grandes choses, tout simplement. F. B.

Pourquoi a-t-on des poils dans le cerveau ?



Il n'y a pas que notre tête à être poilue ! Des millions de cils tapissent les parois des ventricules, les quatre cavités situées au cœur de notre cerveau. Véritables agents de circulation, ces cils mobiles battent en rythme pour favoriser l'écoulement du liquide céphalo-rachidien. Ce précieux fluide, dans lequel baigne notre organe, se renouvelle toutes les huit heures : il le protège, équilibre la pression dans la boîte crânienne et participe au transport de nutriments, de signaux moléculaires et de déchets. Quand les cils ne fonctionnent pas, le liquide s'accumule : c'est l'hydrocéphalie, parfois mortelle. N. P.

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

Vous avez dit BiZaRRe ?

Notre cerveau cache des ressources insoupçonnées. Voici quatre cas cliniques étonnants mais véridiques, commentés par Laurent Cohen, neurologue à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière. L.H.



Il découvre par hasard qu'il a **LE CRÂNE REMPLI D'EAU**

Un fonctionnaire français de 44 ans, marié et père de deux enfants, se rend à l'hôpital pour une douleur à la jambe gauche. Les médecins lui font passer une IRM, et découvrent alors avec stupeur que 90 % de sa boîte crânienne est remplie de liquide céphalorachidien ! Son quotient intellectuel est de 75 : inférieur à la moyenne, il n'est pas pour autant révélateur d'une déficience mentale.

EXPLICATION « En temps normal, les ventricules – les cavités pleines de liquide céphalorachidien situées à

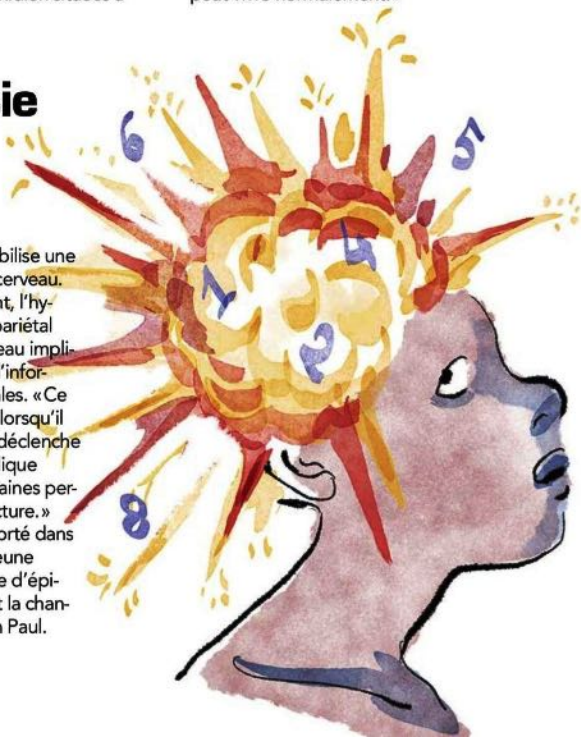
l'intérieur du cerveau – se remplissent et se vident régulièrement. Lorsque l'évacuation de ces cavités est entravée par un conduit bouché ou une mauvaise résorption, elles se dilatent progressivement », explique Laurent Cohen. Le cerveau est alors aplati contre le crâne par les ventricules gonflés, entraînant parfois des symptômes comme des troubles de l'équilibre, des fuites urinaires ou des difficultés à se concentrer. « Mais dans la mesure où l'hydrocéphalie s'est formée progressivement, et sur une très longue durée, le cerveau s'adapte et le patient peut vivre normalement. »

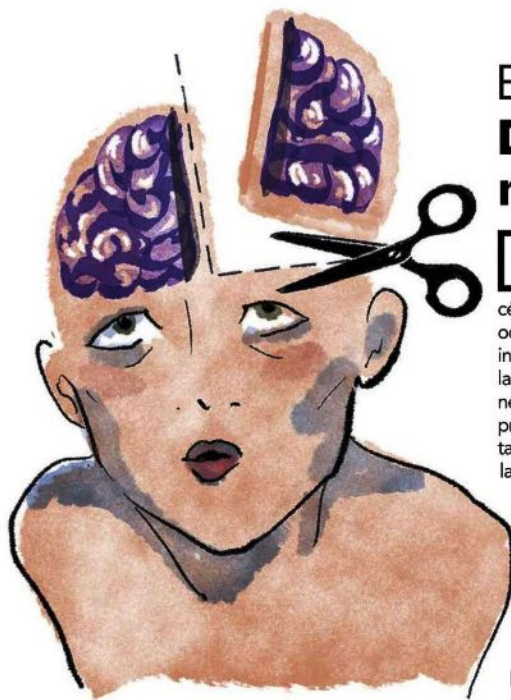
Il fait une **crise d'épilepsie** chaque fois qu'il **RÉSOUT UN SUDOKU**

Pris dans une avalanche, un étudiant allemand de 25 ans se retrouve en hypoxie – manque d'oxygène au niveau des tissus – pendant quinze minutes. Suite à cet accident, il a des contractions involontaires de la bouche lorsqu'il parle et des jambes lorsqu'il marche. Plus étonnant, son bras gauche est pris de spasmes à chaque fois qu'il essaye de résoudre un Sudoku.

EXPLICATION Ce phénomène est bien connu des neurologues : il s'agit de l'épilepsie réflexe, dont les crises sont déclenchées par une

activité spécifique qui mobilise une région endommagée du cerveau. Dans le cas de cet étudiant, l'hypoxie a touché le cortex pariétal central, une zone du cerveau impliquée dans le traitement d'informations visuelles et spatiales. « Ce patient la fait fonctionner lorsqu'il résout un Sudoku, ce qui déclenche une crise d'épilepsie, explique Laurent Cohen. Chez certaines personnes, ce peut être la lecture. » Un autre cas insolite rapporté dans la presse est celui d'une jeune femme qui faisait une crise d'épilepsie dès qu'elle écoutait la chanson *Temperature*, de Sean Paul.





Elle n'a qu'un **DEMI-CERVEAU** mais vit normalement

Des scientifiques ont étudié le cas d'une jeune fille de 14 ans née sans hémisphère cérébral gauche en raison d'une occlusion prénatale de sa carotide interne gauche. Malgré un retard de langage au cours des premières années, elle a ensuite obtenu, à l'école primaire et au collège, des résultats normaux sur plusieurs tests de langage standardisés, et même des résultats excellents en aptitude phonologique et en lecture ! De plus, à cette même période, ses compétences spatiales, numériques et de raisonnement se situent dans la moyenne, voire au-dessus.

EXPLICATION Grâce à la grande plasticité propre au cerveau des jeunes enfants, l'unique hé-

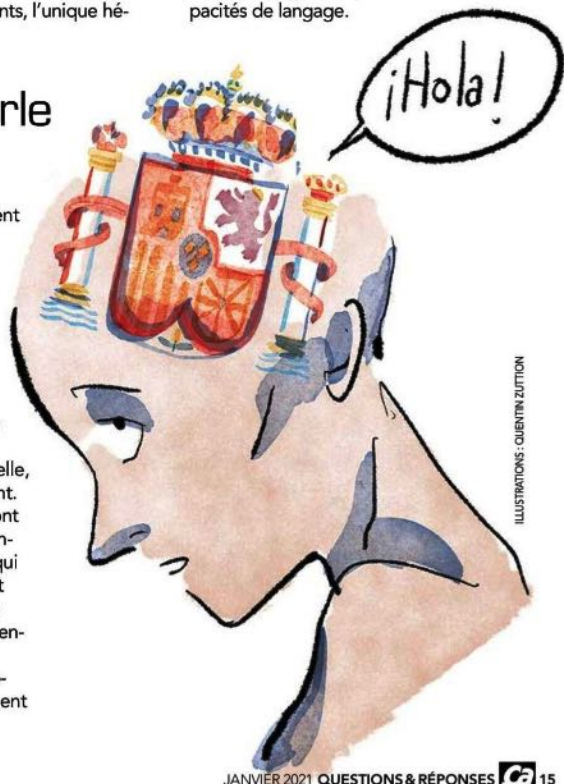
misphère de cette adolescente a pu se réorganiser pour compenser l'absence de la moitié du cerveau. Les scientifiques ont observé que dans son hémisphère droit les connexions entre les zones du langage étaient plus développées que ceux de l'hémisphère droit ou, même, gauche, d'enfants ayant un cerveau complet. « Lorsque les tout-petits sont confrontés à la parole, il y a très souvent des activations de l'hémisphère droit en plus de celles de l'hémisphère gauche. Puis les années passent, et tout le monde conserve les activations de l'hémisphère gauche, tandis que l'hémisphère droit se retire du jeu progressivement. » Un adulte qui perd, pour une raison ou une autre, son hémisphère gauche perdra ses capacités de langage.

Il se réveille du coma et parle couramment **ESPAGNOL**

Lors d'un match de football, un jeune Américain de 16 ans reçoit un choc à la tête et tombe dans le coma. Reuben Nsemoh se réveille quelques jours plus tard, et parle alors couramment espagnol, une langue qu'il a apprise en classe. En revanche, il ne se souvient que de quelques mots d'anglais, alors que c'est sa langue maternelle. Il se remet ensuite progressivement à parler en anglais, au fur et à mesure qu'il perd son aisance en espagnol.

EXPLICATION « Si vous n'avez jamais appris l'espagnol, vous ne pouvez pas vous réveiller bilingue après un coup sur la tête ! », prévient Laurent Cohen. Dans le cas de cet adolescent, le choc a épargné les zones du cerveau impliquées dans la maîtrise de la langue espagnole

mais a affecté celles qui régissent la maîtrise de sa langue maternelle, l'anglais. Sans pour autant qu'il n'oublie complètement cette dernière : « En général, les problèmes de langage ne sont pas de l'ordre du tout ou rien : on perd plus ou moins la capacité de comprendre, de parler, de faire des phrases, trouver ses mots... » La récupération varie, quant à elle, selon les personnes et l'accident. Les cas restent rarissimes, et sont souvent confondus avec « le syndrome de l'accent étranger », qui survient après un petit accident cérébral. « Il s'agit en fait d'une articulation anormale liée à un endommagement des zones du cerveau impliquées dans la prononciation des sons, qui se situent dans le lobe frontal gauche. »



ILLUSTRATIONS : QUENTIN ZUTTION



Ils sont fous, ces génies ?

Les fameuses boîtes de soupe Campbell à l'effigie du roi du pop art, Andy Warhol.

Collectionneur compulsif, Andy Warhol a accumulé des milliers d'objets au cours de sa vie : chaussures, montres, mais aussi tickets de caisse, billets de concerts et sacs de courses... Comme lui, nombre de personnalités historiques semblent avoir souffert de troubles psychologiques plus ou moins sévères : Nicolas Tesla se disait amoureux d'un pigeon, Van Gogh était probablement bipolaire, et Maupassant, victime de terribles hallucinations. La folie serait-elle un atout pour devenir un génie ? La question fait débat depuis des siècles. Professeur émérite de psychologie à l'Université de Californie, Dean Keith Simonton a consacré sa carrière à l'étude de la créativité, du leadership et du génie, qu'il définit notamment comme la capacité à produire quelque chose de hautement original. Dans son dernier livre, *The Genius Checklist* (MIT Press, 2018), il constate

que, s'il n'y a pas besoin d'être fou pour devenir un génie, le risque de développer une psychopathologie sur la durée d'une vie dépasse les 50 % (la norme pour la population générale) pour la plupart des domaines créatifs. Ainsi, selon les données réunies par le psychiatre Arnold Ludwig, cela concernerait 60 % des grands compositeurs. Le taux monte à 77 % pour les auteurs de fiction et à 87 % pour les poètes ! Et tombe à 52 % dans l'architecture et 51 % dans les sciences sociales. Les génies des sciences naturelles affichent le plus faible risque, avec 28 %. Le chercheur émet l'hypothèse que les personnes exerçant des professions requérant des modes d'expression plus logiques et formels seraient plus stables que celles exerçant des formes plus intuitives ou émotives. Les génies scientifiques ne souffriraient ainsi pas davantage (ou peu) de troubles psychologiques que le reste de la population, contrairement aux artistes. F. B.

C'est quoi ce bug ?

La distorsion cognitive

Fréquentes dans la dépression ou l'anxiété, les distorsions cognitives consistent à voir la réalité avec un filtre négatif. À cause de « la sélection arbitraire », nous avons tendance à ne retenir que les éléments les moins plaisants d'un événement. « La surgénéralisation, elle, pousse à tirer des conclusions à partir d'un seul incident », explique le psychologue Yves-Alexandre Thalmann. Par exemple, « cette histoire d'amour s'est mal terminée, je resterai seul toute ma vie ». De même, on aura tendance à s'estimer responsable d'événements hors de notre contrôle ou à amplifier l'importance de ses erreurs ou de ses lacunes. C. P.

C'est du bluff ?

LA MUSIQUE DOPE LES NEURONES

Écouter du Mozart rendrait plus intelligent. C'est du moins ce qu'une étude a tenté de montrer dans les années 1990 : des adolescents auraient développé de meilleures capacités de raisonnement après l'écoute de la *Sonate pour deux pianos en ré majeur* du compositeur. Si les liens entre écoute de la musique classique et amélioration des capacités cognitives ont été invalidés depuis, d'autres découvertes prouvent que l'apprentissage d'un instrument et/ou du solfège, tous types de musique confondus, renforce la plasticité cérébrale, ce qui favorise la mémoire et l'agilité mentale. Des chercheurs canadiens ont ainsi montré qu'en un seul mois de pratique musicale 90 % des enfants de 4 à 6 ans étudiés ont amélioré leur intelligence verbale ! Et ça fonctionne à tous les âges. Odile Letort, médecin dans une unité Alzheimer, a constaté, en 2004, que des patients incapables de mémoriser une nouvelle information parvenaient en revanche à apprendre de nouvelles chansons. F. B.

Peut-on être intelligent et prendre des décisions stupides ?

Oui ! Car, pour économiser ses ressources, le cerveau automatise de nombreux actes. Selon les travaux du psychologue américain Daniel

Kahneman, deux systèmes de pensée coexistent : celui de la pensée intuitive, automatique et rapide ; et celui de la pensée lente, plus réfléchie. « Or la propension à emprunter des raccourcis mentaux se traduit aussi par des erreurs, appelées biais cognitifs », souligne le professeur de psychologie Yves-Alexandre Thalmann, auteur de *Pourquoi les gens intelligents prennent-ils aussi des décisions stupides* (éd. Mardaga, 2018). Le « biais de confirmation », par

exemple, nous pousse à ne retenir que les faits ou affirmations qui vont dans le sens de nos croyances. « L'escalade de l'engagement », elle, incite à persister dans une mauvaise voie, à cause du temps ou des coûts déjà engagés, alors qu'il serait plus rationnel de laisser tomber. L'intelligence ne prémunit pas contre ces sorties de route. C'est même parfois l'inverse, car les gens intelligents s'attendent à mieux s'en sortir que les autres et prennent plus de risques. De

plus, comme le souligne Yves-Alexandre Thalmann, « on a tendance à utiliser son intelligence non pour se remettre en question ou demander de l'aide face à un obstacle mais pour justifier ses décisions ou ses croyances et sauvegarder son image ». D'autres recherches ont montré que l'esprit critique, essentiel pour éviter les décisions stupides, se nourrit d'humilité intellectuelle. En somme, intelligent ou pas, il faut savoir se remettre en question. C.P.

D'où vient le talent des autistes ?

Stephen Wiltshire reproduit de mémoire un paysage urbain dans les moindres détails. Daniel Tammet récite les 22514 premières décimales du nombre Pi et parle douze langues. Quant à Derek Paravicini, aveugle, il joue de mémoire n'importe quel morceau de piano... Le point commun entre ces prodiges ? L'autisme. Ce trouble du neurodéveloppement prédisposerait au « syndrome du savant » : 37 % des autistes présenteraient des capacités exceptionnelles dans un domaine. « On peut

être polyglotte ou hypermnésique (une grande mémoire) sans être autiste et vice-versa, nuance Séverine Leduc, psychologue spécialisée dans la prise en charge des troubles du spectre autistique (TSA). En revanche, les autistes développent des « intérêts spécifiques », à savoir des passions obsessionnelles pour un sujet, qui peuvent les rendre rapidement très compétents. » Dans une étude (*Molecular Autism*, 2018), menée sur près de 4200 personnes, des Britanniques ont comparé les profils d'autistes « savants » avec

ceux d'autistes et de non-autistes. Leurs résultats suggèrent que certains traits caractéristiques de l'autisme sont plus prononcés dans le cas des « savants » : l'hypermensibilité à l'information sensorielle, l'habileté technique et spatiale, la systématisation (dédire des règles) ainsi que le comportement obsessionnel, qui se manifeste davantage sous forme d'une anxiété excessive et une volonté de vouloir bien faire. C'est ce qui pourrait expliquer le développement de leur talent, acquis à force d'entraînement. F. B. et M. D.

Pour réaliser cette fresque longue de 4 m représentant Mexico, l'artiste britannique Stephen Wiltshire avait survolé en hélicoptère la ville pendant quarante minutes ! Il a ensuite passé cinq jours à restituer de mémoire ce panorama, musique sur les oreilles.



YVES CORTEZ / ASP

Comment effectuer un bon laVAGe de CeRVeau ?

En dormant ! La nuit, notre cerveau en profite pour faire le ménage. En 2013, une équipe de l'Université de Rochester, aux Etats-Unis, a mis au jour l'existence d'un véritable « tout-à-l'égout » cérébral baptisé « système glymphatique », qui permet au cerveau de s'autonettoyer en perfusant du liquide céphalorachidien. Une étude de l'Université de Boston (Science, 2019) décrit plus précisément ce mécanisme lié à l'activité électrique du cerveau. Durant le sommeil profond, les neurones s'activent et se désactivent par lentes vagues. Quand ils se taisent, le sang irrigue le cerveau, puis c'est au tour du liquide céphalorachidien, en ondes pulsatoires rythmées. Ce système ingénieux entraînerait l'élimination des déchets cellulaires résultant de l'activité du cerveau, notamment des toxines responsables de maladies neuro-dégénératives comme Alzheimer. Dormir est donc bon pour la mémoire à plus d'un titre. La nuit, le cerveau fait également le tri entre les souvenirs à mémoriser et ceux à effacer. S'il conservait toutes les informations enregistrées dans la journée, il serait saturé : l'oubli est aussi nécessaire à son bon fonctionnement. Les informations qui méritent d'être gardées doivent, elles, être « consolidées ». Des neurologues américains ont récemment découvert des mécanismes moléculaires

qui éclairent le réarrangement nocturne des connexions neuronales : le sommeil ferait sauter des sortes de « verrous » neuronaux appelés filets périneuronaux, formés d'un ensemble de protéines et de sucres complexes entourant les neurones. Dans la journée, ces filets stabiliseraient les connexions. Mais ils seraient affaiblis la nuit sous l'effet d'une enzyme, permettant le déplacement des souvenirs importants dans la mémoire à long terme et l'élimination de connexions superflues. D'autres études ont montré que les processus de

mémorisation passent probablement par des échanges d'informations entre l'hippocampe et le cortex. Selon des chercheurs de l'Université de York (Royaume-Uni), les échanges nocturnes entre ces deux structures seraient aussi nécessaires pour contrôler le rappel de souvenirs indésirables, douloureux, traumatisants, le manque de sommeil empêchant le cortex préfrontal dorsolatéral de jouer son rôle et d'inhiber ces souvenirs. Pour éviter les pensées négatives, rien de tel, donc, qu'une bonne nuit de sommeil ! K. H.



7 C'est le nombre (à plus ou moins 2 près) de chiffres, de lettres ou de mots qu'une personne peut restituer immédiatement dans l'ordre proposé. L'exercice est facilité, pour les mots, par leur proximité phonologique ou sémantique...

Peut-on faire exprès d'oublier ?

Se débarrasser d'un souvenir encombrant, c'est possible, à condition d'avoir la bonne méthode. La tactique consiste à faire diversion en se concentrant sur le moment présent. « Si vous voulez, par exemple, chasser le souvenir d'un ours blanc, pensez à la table qui est sous vos yeux. Et procédez toujours à la même association à chaque fois que le souvenir revient. » L'expérimentation décrite par Pierre Gagnepain, chercheur à l'Inserm, a montré qu'à force de se concentrer sur l'objet en vidant son esprit la force émotionnelle du souvenir diminue progressivement, faute de le faire totalement disparaître. Cependant, sachez que tous les jours vous faites le tri dans vos souvenirs. « Ce processus d'oubli n'est pas forcément lié au temps, à la mémoire

qui fait défaut, prévient Pierre Gagnepain. L'oubli est un processus actif mais dont nous n'avons pas conscience. » Vous cherchez par exemple à vous rappeler le dernier super film que vous avez vu en famille ? Inévitablement, d'autres vous reviennent en mémoire, mais vous les chassez pour retrouver le bon. Deuxième forme d'oubli actif : vous travaillez sur un dossier, mais des souvenirs perturbent votre concentration. En les chassant, vous contribuez à les oublier. Dommage, pensez-vous ? Pas forcément. L'oubli est souvent perçu comme quelque chose de négatif parce que lié à une perte. Mais se libérer de certains souvenirs favorise non seulement une forme de bien-être mental mais aussi l'enregistrement de nouvelles informations. De quoi faire place nette pour d'autres apprentissages. C. C.

Les souvenirs refoulés finissent-ils par ressurgir ?

Oui, répond Pierre Gagnepain, de l'Inserm. Mais ce n'est pas parce que vous cherchez à mettre un souvenir sous le tapis qu'il remonte à la surface. « Normalement, le contrôle de ces intrusions permet de gommer progressivement des détails de la scène et donc d'atténuer leur force. Mais nous ne maîtrisons pas tous parfaitement les mécanismes permettant d'inhiber des souvenirs. »

Chez certaines personnes, ce processus d'oubli actif, consistant à trier les images qui remontent en mémoire et qui repose essentiellement sur la concentration, dysfonctionne et nous ne savons pas vraiment pourquoi. « En revanche, ce que nous savons, c'est que le rebond vient de notre incapacité à maîtriser ce processus. Imaginez une voiture dont les freins seraient inefficaces : moins le système de freinage répond, plus vous aurez tendance à appuyer souvent sur la pédale », explique le chercheur. Comprendre l'origine de ce dysfonctionnement pourrait aider à prendre en charge les personnes souffrant de troubles de stress post-traumatique ou de TOC, des pathologies qui se manifestent notamment par des images mentales envahissantes. C. C.



C'est quoi
ce bug ?

L'attrition

La perte d'aspects structuraux d'une langue qu'on maîtrisait auparavant : mots, phrases, syntaxe... On peut oublier une langue apprise ou sa langue maternelle. Une étude a suivi, par exemple, des enfants coréens adoptés en France alors qu'ils avaient une dizaine d'années. A 30 ans, ils étaient incapables d'identifier le coréen. Outre le manque de pratique, ce phénomène pourrait résulter d'un processus d'adaptation pour mieux apprendre une autre langue. Des lésions cérébrales ou encore des traumatismes psychologiques, comme cela a été constaté sur des juifs allemands rescapés de l'Holocauste, peuvent aussi l'expliquer. K.H.

C'est
du bluff ?



UNE PILULE QUI EFFACE LA MÉMOIRE

Pas question évidemment de mettre tous nos souvenirs à la poubelle ! Le grand atout de cette pilule, le propranolol, c'est qu'elle permet de choisir le souvenir que l'on souhaite effacer. Elle est même plus sélective que cela : c'est l'intensité émotionnelle associée au souvenir qui est diminuée. Le Pr Alain Brunet, spécialiste canadien du syndrome de stress post-traumatique, mène des études depuis plus de vingt ans sur cette molécule utilisée le plus souvent en cardiologie. Le propranolol associé à une psychothérapie parvient à soulager les patients de leur traumatisme en six semaines dans 60 à 70 % des cas. Le médicament est administré avant une séance où le souvenir va être réactivé afin « d'interférer dans le processus de reconsolidation pour dégrader la trace mnésique », c'est-à-dire en gommer peu à peu des détails. Une étude est en cours à l'AP-HP, incluant des victimes des attentats du 13 novembre 2015. Mais l'optogénétique pourrait aussi donner des résultats. Cette technique, alliant optique et génétique, permet aux chercheurs de prendre le contrôle de certains neurones, ceux actifs pendant l'établissement d'un souvenir, afin de réveiller ou d'inhiber ce dernier... mais chez des souris. C.C.

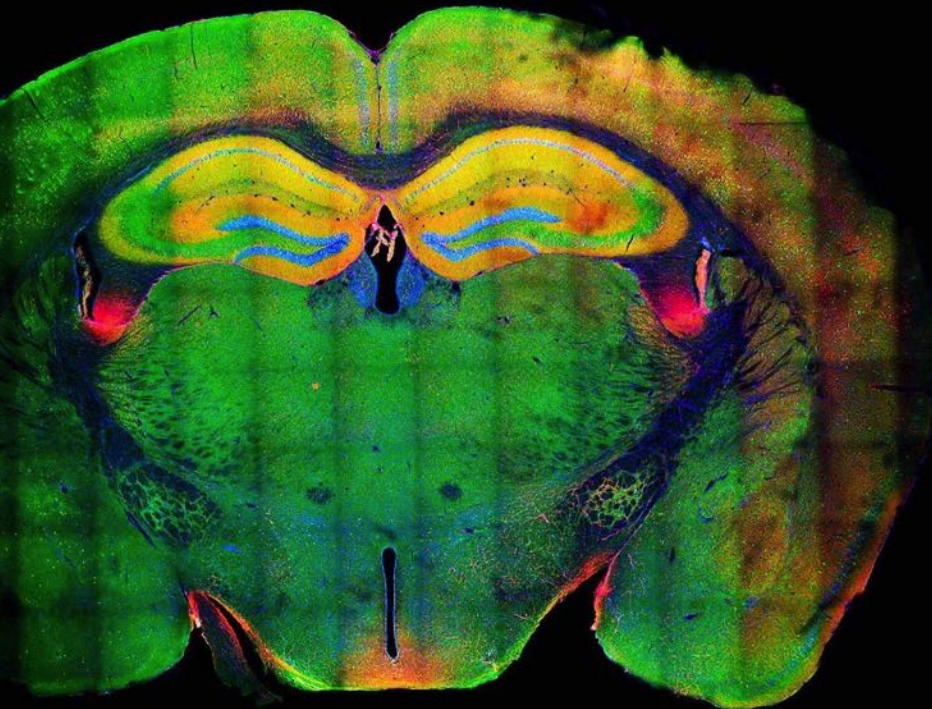
Pourquoi les mots restent-ils sur le bout de la langue ?

Quelque cent trente ans après la description de ce phénomène par le psychologue britannique William James, il faut se contenter d'hypothèses pour expliquer ce que les Anglo-Saxons nomment le *tip-of-the-tongue* state. Et l'hypothèse qui tient la corde serait que le mot reste bloqué dans une sorte de *no man's land* entre deux types de mémoire, celle du sens du mot et celle liée au son de ce mot lorsqu'il est prononcé. Ces deux informations

ne sont pas stockées dans la même zone du cerveau. En cas de défaut de transmission entre ces deux aires, nous aurions donc le sentiment qu'un mot nous échappe mais que sa récupération est imminente. Comme au milieu du gué. L'autre hypothèse est celle du « mot bloquant ». Un terme vient à votre esprit, mais ce n'est pas le bon et il inhibe le processus de récupération du mot qui vous brûle la langue. Mais l'apparition de ces mots bloquants, dont les sonorités

sont souvent proches de ceux qui vous échappent, pourrait n'être qu'un effet secondaire de vos tentatives désespérées de retrouver la mémoire. Quant aux facteurs favorisant ce phénomène, ils sont, eux, relativement bien identifiés : l'âge, bien sûr, mais aussi le fait que le mot soit peu utilisé et qu'il fasse référence à un objet jamais vu ou à un personnage jamais rencontré. Les bilingues en feraient d'ailleurs davantage l'expérience dans leur langue secondaire. C.C.

Activation des neurones d'une souris, tracée par des chercheurs du MIT. En jaune, les neurones activés lors de la mémorisation d'un choc électrique et lors de son souvenir. En vert, les neurones activés uniquement lors de la première mémorisation. En rouge, les neurones activés uniquement lors du souvenir. En bleu, l'ADN des neurones mis en évidence par un colorant, particulièrement visible au niveau de l'hippocampe (en forme de papillon) du fait de l'importante concentration de cellules.



Pourquoi ne se rappelle-t-on pas sa naissance ?

Ni sa naissance ni ses premières années. L'amnésie infantile intrigue depuis longtemps les scientifiques. En 2013, des neurobiologistes canadiens ont montré, grâce à des expériences sur des souris, que la multiplication des neurones avant l'âge de 3 ans modifie nos circuits cérébraux associés à la mémoire et entraîne une perte des souvenirs. Il y aurait donc un lien avec la maturation progressive de certaines régions cérébrales. Mais d'autres paramètres pourraient entrer en jeu, comme la capacité à se repérer dans le temps, la conscience de soi ou encore le langage, nécessaires pour accéder à une représentation mentale des expériences. Autant d'éléments qui se développent durant l'enfance et expliqueraient qu'on ne soit pas capable tout petit de former des souvenirs « durables », nécessitant d'encoder un événement avec son contexte, pour pouvoir le réactiver une fois adulte. K. H.

Comment se forme un souvenir ?

Par des mécanismes génétiques au cœur des neurones. « Personne ne sait exactement ce qu'est la mémoire. Il n'y a pas un endroit dans le cerveau où elle se loge précisément », clarifie Asaf Marco, postdoctorant en neurosciences. En revanche, on est capable d'observer les traces laissées par la formation des souvenirs dans notre cerveau. Lors d'une expérience, comme assister à un concert, certains neurones de différentes aires du cerveau (visuelle, auditive, motrice...) communiquent entre eux, créant un pattern (motif) qui est réactivé lorsqu'on se remémore la scène ou que l'on réentend le même morceau de musique. « On fait l'hypothèse que plus ce pattern est activé plus cela renforce le souvenir. Mais il est aussi possible qu'à chaque rappel le pattern activé ne soit pas exactement le même et qu'ainsi le souvenir change »,

explique Asaf Marco. Suite à la mémorisation d'un fait, les chercheurs ont noté une multiplication des connexions d'une partie des neurones impliqués, ainsi que la présence d'une couche supplémentaire de myéline, ce qui accélère la communication neuronale. De plus, Asaf Marco vient de publier en octobre une étude avec le MIT sur les changements s'opérant au cœur des neurones, au niveau de leur ADN. Il montre que dans les neurones activés lors d'un événement mémorisé cinq jours plus tôt chez des souris, en l'occurrence un choc électrique sans douleur associé à un son, l'ADN a subi des transformations structurales rapprochant certains gènes de leur activateur. C'est lors du rappel du souvenir via le même son que les activateurs s'associent finalement aux gènes déclenchant notamment la synthèse de protéines renforçant les connexions synaptiques. T. C.

Quelles sont **les traces** de la Seconde Guerre mondiale sur notre cerveau ?

Nous en gardons tous des souvenirs grâce à notre mémoire collective, commune à un même groupe d'individus et influencée par les médias (journaux, radio, films...). Fin 2019, des chercheurs à l'Inserm et leurs collègues en sciences humaines (programme Matrice) ont utilisé l'imagerie cérébrale afin d'observer si cette mémoire collective se manifestait au niveau neurologique. Pour cela, ils ont réuni 24 volontaires au Mémorial de Caen à qui ils ont présenté 119 photos de la Seconde Guerre mondiale accompagnées de légendes. Ces textes évoquaient ce que les chercheurs, à partir de trente années d'archives de l'Ina, avaient défini comme constituant la mémoire collective de la Seconde Guerre

mondiale. Le lendemain, les participants ont passé une IRM pendant qu'on leur soumettait des photos dont celles vues la veille mais sans légende. Les chercheurs ont alors pu déterminer que la localisation de l'activité cérébrale provoquée par le souvenir des photos (et des légendes) coïncidait avec la carte sémantique de nos représentations collectives élaborée par les chercheurs. Cette correspondance était plus importante chez les participants âgés, qui avaient donc été exposés plus longtemps aux médias. « Nos données démontrent que la mémoire collective, qui existe en dehors et au-delà des individus, organise et façonne la mémoire individuelle », conclut Pierre Gagnepain. T. C.



Qui a **osé...** ... planter de faux souvenirs ?

Elizabeth Loftus. Professeure de droit et de psychologie à l'université de Californie, elle a montré dans les années 1970 comment on peut créer de faux souvenirs chez un témoin en lui posant simplement une question orientée (« la voiture était-elle bleue ? »).

De quoi prouver qu'un souvenir est fait d'informations objectives (ce qu'on a vu) et suggérées (ce qu'on nous dit de l'évènement, les mots employés dans les questions posées). Avec le temps, ces données se confondent. Largement récompensée pour ses

travaux, Elizabeth Loftus a créé la polémique en contestant la notion de mémoire traumatique et en expliquant que les thérapeutes peuvent planter de faux souvenirs, notamment d'abus sexuel, dans la mémoire de leurs patients.e.s. Ses recherches font écho à son histoire : elle avait 14 ans quand sa mère est morte, noyée. Longtemps elle a cru que c'était elle qui l'avait découverte, ce qui était faux. Ceci illustre la confiance que l'on peut avoir en ses souvenirs, même si ceux-ci sont altérés ou erronés. A. R.



Vous avez dit **BiZaRRe** ?

Un marin a un soudain **TROU DE MÉMOIRE** pendant sa traversée

Pendant sa navigation en solitaire entre deux ports de la côte bretonne, un pêcheur plaisancier français d'une soixantaine d'années a oublié tous ses souvenirs immédiats et même certains événements passés. Désorienté et inquiet, il ne cesse de téléphoner à une amie pour lui répéter les mêmes questions, comme « où suis-je ? », dont il oublie instantanément la réponse. À son arrivée, quelques heures plus tard, il a retrouvé toute sa tête mais n'a plus aucun souvenir de cet épisode ni de la période qui l'a immédiatement précédée. Depuis, impossible pour lui de se remémorer ce qu'il lui est arrivé entre ces deux ports.

EXPLICATION Ce marin a souffert d'un phénomène brutal et peu fréquent : l'ictus amnésique. Ce syndrome bénin dure généralement entre quatre et huit heures, et ne laisse pas de séquelles. Il touche la plupart du temps des individus âgés de 45 à 65 ans, et survient à la suite d'un stress physique et/ou émotionnel, comme une baignade dans de l'eau très froide ou bien un rapport sexuel. Les récurrences sont possibles, mais très rares. Le facteur de risque le plus marqué est un terrain migraineux. Si l'ictus amnésique est probablement lié à un dysfonctionnement aigu et réversible de l'hippocampe, la cause de ces anomalies n'est pas encore clairement établie. L. H.



Comment sont archivés les souvenirs ?

BERG/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

Pas comme dans une bibliothèque, mais plutôt comme les pages éparpillées d'un livre, que l'on reconstitue à chaque fois lors du rappel du souvenir. Cinq types de réseaux neuronaux distincts, plus ou moins durables et conscients, sont mis à contribution, selon

qu'il s'agit d'archiver un détail, un geste automatique, un événement...

La mémoire de travail conserve des infos utiles à une activité comme une liste de courses ou un numéro de téléphone, et qui peuvent être facilement effacées. Située dans le cortex préfrontal, elle présuppose une récupération consciente des souvenirs.

La mémoire procédurale concerne nos habiletés motrices (marcher, nager...), automatiques et dont le souvenir est quasiment indestructible, même chez les amnésiques. Elle assure le lien entre le cervelet, les noyaux gris centraux et certaines zones des lobes pariétal et frontal.

La mémoire épisodique, ou autobiographique, est la gardienne des souvenirs d'enfance. Ce système de représentation consciente à long terme dépend de l'hippocampe et des régions frontale et postérieure.

La mémoire sémantique conserve les connaissances intellectuelles, l'habileté verbale, le sens des mots, auxquels on fait appel de manière consciente. Elle s'appuie sur des réseaux complexes et étendus, particulièrement les lobes temporaux et pariétaux.

La mémoire perceptive permet de retenir des informations (visages, voix, odeurs...) transmises par nos sens, le plus souvent de façon inconsciente. Elle s'appuie sur des réseaux dans différentes régions corticales, à proximité des aires sensorielles. M. D.

Possible ou pas ?

Greffer une mémoire artificielle

« **N**otre mémoire est bien plus complexe qu'un simple disque dur stockant des informations », avertit Francis Eustache, chercheur à l'Inserm. Impossible de reproduire pour l'instant ses processus, encore mal connus. Par contre, les études sont encourageantes dans le domaine thérapeutique. En 2018, des chercheurs américains ont réussi à compléter artificiellement le signal électrique de neurones pour favoriser la résurgence des souvenirs (*Journal of Neural Engineering*, 2018). Ils ont d'abord montré différentes photos à des participants,

puis leur ont demandé de les retrouver cachées parmi d'autres et ont enregistré l'activité cérébrale correspondant au souvenir de chacune. Ils ont réitéré l'exercice soixante-quinze minutes plus tard, en stimulant artificiellement, grâce à ces enregistrements, certains des participants pourvus d'électrodes (en traitement de leur pathologie). Ils ont obtenu 35 % de bonnes réponses supplémentaires chez ces derniers. Les chercheurs espèrent aider ainsi des patients atteints d'Alzheimer à se souvenir de leur lieu de vie ou de l'apparence de leurs petits-enfants.

Allez, Vivien, tu débranches ta mémoire artificielle et tu me récites ta table de 7 !



La question PIÈGE

Comment
se sortir
une musique
de la tête ?

- ❑ En mâchant un chewing-gum.
- ❑ En faisant un footing.
- ❑ En se lavant les oreilles.

RÉPONSE A : Selon des chercheurs de l'Université de Reading (Royaume-Uni), l'activation des articulations de la bouche grâce à la mastication aiderait à oublier ce que les Anglais appellent « earworms » (vers d'oreille), et les scientifiques, l'imagerie musicale involontaire (NMI), et qui touche 90 % des gens. Ces morceaux entêtants surviennent généralement au cours d'une activité rythmée, comme le footing ou des tâches répétitives. Un tempo rapide, des contours mélodiques assez communs figurent parmi les critères qui permettent aux chercheurs de prédire quelles chansons vont s'incruster dans nos têtes. Parmi les exemples les plus célèbres, Bad Romance, de Lady Gaga, ou, comme son nom l'indique, Can't Get You Out Of My Head, de Kylie Minogue. L. H.

La question bêtes

Les poissons rouges oublient-ils tout au bout de quelques secondes ?

Non ! On sait depuis longtemps que cette croyance est fautive : en 1994, des chercheurs ont montré qu'en nourrissant des poissons rouges tous les jours à la même heure pendant quatre semaines, ces derniers étaient capables de prévoir l'heure de leur repas. En 2011, d'autres scientifiques ont associé un son au repas des poissons pendant vingt-huit jours. Durant les sept jours qui ont suivi cette

expérience, les poissons continuaient d'aller vers leur distributeur de nourriture à l'écoute du signal. En revanche, six mois plus tard, ce réflexe conditionné, aussi appelé réflexe de Pavlov, mis en évidence au XIX^e siècle par le médecin russe chez des chiens, avait disparu. Ce qui montre que les poissons peuvent mémoriser un son pendant plusieurs mois, soit beaucoup plus que quelques secondes ! L. H.

ORSONI/ALFLEX/2008/GETTY IMAGES/
ISTOCKPHOTO. MONTAGE MURIELLE GÉRAUD

Qui a la « mémoire du futur » ?

Tout le monde, sauf les amnésiques. Cette « mémoire du futur » a été conceptualisée après que les chercheurs ont constaté que certaines personnes amnésiques avaient parallèlement des difficultés à penser à leur futur. Ils ont, par exemple, décrit (*Neuropsychologia*, 2018) le cas d'un patient incapable de se souvenir d'événements autobiographiques, et qui, bien que pouvant imaginer des fictions, ne parvenait pas à se projeter dans une scène ni à préciser un ancrage temporel. Or, « grâce à l'imagination cérébrale, on a pu observer que les régions impliquées lors de l'évocation d'un souvenir autobiographique étaient les mêmes que celles activées lorsqu'on se projette dans le futur », explique Francis Eustache, chercheur à l'Inserm et coauteur des *Nouveaux Chemins de la mémoire* (éd. Le Pommier 2020). Lorsque l'on pense à nos futures vacances ou à une annonce importante que l'on doit faire, notre cerveau imagine une situation plus ou moins plausible qui ne peut prendre

forme que sur la base de nos représentations du passé. Il s'appuie sur notre mémoire sémantique, sur nos connaissances accumulées, notre mémoire épisodique, tout événement dont on se rappelle le contexte ainsi que notre mémoire autobiographique qui associe des émotions à ces événements. De plus, lorsqu'il s'agit de planifier des actions comme acheter un billet de train, la mémoire prospective – celle qui nous permet de nous rappeler une tâche à effectuer, ou un moment précis – est aussi impliquée. T. C.

FAITES LE TEST !

QUE VAUT...
votre
mémoire
à court
terme ?

Mémorisez le contenu des trois paniers et rendez-vous page 83.



Notre cœur Fait-il Battre notre cerveau ?

La question peut paraître incongrue, et pourtant. A chaque battement de cœur, notre cerveau se déplace de 3 micromètres, et l'activité électrique de ses neurones varie de 1,7 %. Ce phénomène, qui s'observe de manière plus intense dans les structures profondes du cerveau, denses en artères, a été découvert par des chercheurs américains lors d'enregistrements associés à des électrocardiogrammes auprès de 31 volontaires (*Cell Reports*, 2020). Ces perturbations, aussi infimes soient-elles (le déplacement est environ 40 fois plus petit que le diamètre d'un cheveu), nous interrogent sur les interactions entre notre cœur et notre cerveau et sur leur implication dans nos affects. On sait en effet que le cerveau influence le rythme cardiaque. Le cœur est relié au tronc cérébral, à la base du cerveau, par des réseaux de fibres nerveuses autonomes : les nerfs vagues (parasympathiques) ralentissent sa fréquence, les nerfs sympathiques l'accélérent. Les premiers dominent au repos ; les seconds, en activité. Lorsque nous avons un coup de foudre, par exemple, notre système sympathique s'emballe, libère de l'adrénaline et de la noradrénaline : nos pupilles se dilatent, notre sang

irrigue préférentiellement nos muscles, notre respiration s'accélère et notre cœur bat la chamade comme si nous venions de courir un sprint. « C'est une réaction brutale et automatique liée aux structures primitives du cerveau, comme lorsqu'on ressent une grande peur, explique le neuroscientifique Yves Agid. Le cœur exécute les ordres donnés par le cerveau. » Mais notre cœur pourrait-il à l'inverse influencer sur notre cerveau ? Selon certains travaux, la capacité de notre cerveau à percevoir notre activité physiologique, comme le rythme cardiaque, pourrait retentir sur nos émotions, dans le cadre de troubles anxieux, par exemple. « Sentir accélérer les battements de son cœur peut renforcer un sentiment de peur ou d'euphorie, note Roy Salomon, chercheur à l'université Bar-Ilan (Israël). Et même en l'absence de perception consciente, le cerveau est informé et en tient compte. » Ce serait le cas pour le rythme cardiaque, mais aussi pour d'autres paramètres physiologiques, qui pourraient retentir sur nos émotions et nos comportements, selon la neurobiologiste Lucy Vincent, auteure de *Faites danser votre cerveau* (éd. Odile Jacob, 2020) : « Le cerveau intègre en continu des informations sur notre corps. Etats physiologique et émotionnel sont étroitement liés. » N. P.



LES ÉMOTIONS



Dans le film *The Mask*,
Jim Carrey, transformé en
personnage de cartoon,
peut masquer son visage
mais pas ses sentiments.



Imprimer votre propre sourire sur un masque en tissu, c'est l'idée lancée en août dernier par Tcheezebox, une entreprise de la banlieue lyonnaise, auparavant spécialisée dans la location de Photomaton.

PHILIPPE DESMAZES/AP

Vous avez dit BiZaRRe?

UNE ÉPIDÉMIE DE FOU RIRE secoue la Tanzanie

Mardi 30 janvier 1962. Trois jeunes filles d'un pensionnat du village de Kashasha, au Tanganyika (actuelle Tanzanie), sont prises d'un soudain fou rire. Bientôt, d'autres élèves, âgées de 12 à 18 ans et scolarisées dans le même établissement, sont gagnées elles aussi par ces crises d'hilarité, parfois mêlées de pleurs et de gestes d'agitation. Alors que l'école est obligée de fermer et que les élèves sont renvoyées chez elles, le phénomène touche leurs proches, puis d'autres écoles et d'autres villages. Des centaines de personnes seront ainsi «contaminées» par cette étrange épidémie, sur une période de six à dix-huit mois selon les sources.

EXPLICATION. Ces cas ont été décrits en 1963 par deux praticiens locaux dans une revue médicale africaine, le *Central African Medical Journal*. Ni la piste infectieuse ni celle de l'intoxication alimentaire n'ayant abouti, ils penchèrent pour une forme d'hystérie collective, à dominante culturelle. Le rire peut en effet être une façon d'exprimer une gêne, un stress. Or d'autres cas d'hilarité collective ont été rapportés en Afrique dans les années 1960 à 1970, en pleine période de décolonisation. Pour le sociologue Robert Bartholomew, ce stress pourrait aussi être lié au décalage émotionnel vécu par les enfants issus de milieux hypertraditionnels et confrontés à une éducation différente à l'école. **M.D.**

27 C'est le nombre d'émotions distinctes chez l'être humain (PNAS, 2017). Une émotion (du latin *emovere*, «mettre en mouvement») est un «mouvement» psychologique et physiologique éprouvé par les individus. Joie, soulagement, désir, ennui... Certaines émotions correspondent à des expériences subjectives précises; d'autres se révèlent être des gradients plus flous. Par exemple, de l'anxiété à la peur, de l'horreur au dégoût, de la nostalgie à la tristesse...

L'émotion est-elle aussi contagieuse qu'un virus ?

L'épidémie de Covid-19 nous a familiarisés avec la notion de R0, le nombre de contaminés par une personne infectée, indicateur de la contagiosité d'un virus. Difficile d'estimer le R0 de la joie, lors d'une victoire sportive, par exemple. Pourtant, les mouvements de foule et les élans collectifs en témoignent, les émotions se transmettent aussi entre individus. Ce phénomène est décrit en psychologie comme la « contagion émotionnelle », une forme réflexe d'empathie. Elle repose sur les neurones miroirs, capables d'activer en synchronie les mêmes circuits cérébraux que ceux à l'œuvre chez la personne que l'on observe rire, pleurer ou s'inquiéter, de sorte que nous ressentons la même

émotion qu'elle. Dans *La Contagion émotionnelle* (éd. Albin Michel, 2019), le chercheur en psychologie sociale Christophe Haag indiquait que les émotions négatives sont beaucoup plus contagieuses que les positives, probablement pour des raisons archaïques de survie de l'espèce, lorsqu'il s'agissait de fuir avant l'arrivée d'un prédateur, par exemple. Un constat confirmé sur les réseaux sociaux, notre outil moderne de partage des émotions. Une étude menée dans le mois suivant les attentats de Paris en novembre 2015 a mis en évidence une contagion de l'anxiété et de la dépression chez les gros consommateurs de réseaux sociaux, bien plus importante que chez ceux qui avaient seulement consulté les médias. A.S.



C'est du bluff ?

LE CHOCOLAT REMONTE LE MORAL

Pas plus que d'autres aliments. S'il nous attire autant, c'est qu'il contient sucres et lipides, qui stimulent l'une des zones du cerveau impliquées dans la récompense et le plaisir : le système dopaminergique. Le souvenir du plaisir qu'il a procuré nous motive à en consommer de nouveau afin de retrouver cette sensation, notamment en cas de baisse de moral. Les émotions ne sont pas les seules à nous pousser vers les aliments gras et sucrés : plus les besoins énergétiques sont importants – quand on est en hypoglycémie, par exemple –, plus la motivation et le plaisir à ingérer ces aliments sont décuplés. Mais les aliments-réconfort (comfort-food), censés aider à se sentir mieux, ne sont pas forcément gras et sucrés. Ce sont aussi ceux qui nous rappellent notre enfance ou des souvenirs positifs, ou encore ceux dont on apprécie particulièrement le goût et la texture. Ils diffèrent d'un individu à l'autre selon trois variables : l'âge, le sexe et l'héritage culturel. Selon Jordan Le Bel, professeur de marketing alimentaire à l'Université de Concordia (Montréal), les personnes qui se privent beaucoup et exercent un contrôle fort sur leur alimentation auront davantage tendance à se tourner vers des aliments « interdits », présentés dans les publicités comme des « écarts », ce qui entraîne souvent un cercle d'émotions négatives lié à la culpabilité. L. H.

La question bêtes

Les crocodiles ont-ils des larmes ?

Contrairement à ce que l'on laisse entendre l'expression « larmes de crocodile » – pour désigner des pleurs hypocrites –, celui-ci ne dévore pas ses proies en versant des larmes. « Une troisième paupière empêche des larmes de couler quand le crocodile déglutit. Il n'y a donc aucune raison anatomique pour qu'un liquide s'écoule de ses yeux », souligne Lionel Schilliger, vétérinaire, expert des reptiles. En revanche, de nombreuses autres espèces animales, notamment les caïmans (ci-dessus, un prélèvement),



émettent des larmes. Leur composition est la même que celles de l'homme (protéines, chlorure, sodium, fer, potassium, calcium et urée), seule la concentration change (*Frontiers in Veterinary Sciences*, 2020). Mais ce ne sont pas des larmes émotionnelles, elles servent à nettoyer et protéger la cornée tout en optimisant la vision. Les animaux

n'éprouvent-ils donc aucune peine ? Selon l'éthologue Jessica Serra (*Grand bien vous fasse. Que dévoilent nos émotions ?*, éd Prisma 2020), « la plupart d'entre eux, en particulier les mammifères, sont capables d'éprouver cette émotion, en « pleurant » à leur façon ». Certains gémissent, d'autres poussent des cris, ou encore s'isolent... F. C.

ARABIANE F. FORA

BARBAZ/GETTY IMAGES/ISTOCK PHOTO

Quels sont les pouvoirs de

Considérables ! 98% de la population éprouvent du plaisir en écoutant de la musique. Celle-ci active, dans le cerveau, le circuit de la récompense et stimule de nombreuses aires cérébrales de notre cortex, notamment celles responsables de nos émotions.

PROCURER TREIZE ÉMOTIONS DIFFÉRENTES

Selon une étude internationale menée sur 2500 personnes, les *Quatre Saisons* de Vivaldi donne la pêche, *Somewhere Over the Rainbow*, de la joie, tandis que la musique de la scène de la douche, de *Psychose*, d'Alfred Hitchcock, provoque de la peur, et ce, aussi bien chez les auditeurs aux États-Unis qu'en Chine. Les chercheurs ont établi une carte de 13 gradients émotionnels susceptibles d'être ressentis à l'écoute de la musique : amusant, ennuyant, rêveur, héroïque... « La musique nous promène dans un espace émotionnel comprenant cinq émotions principales : la gaieté, la sérénité,

MANUEL LAGOS CD/PAREMATCH/SCOOP



Perchée sur les toits de Paris, la violoncelliste franco-belge Camille Thomas a voulu continuer à partager sa musique pendant les périodes de confinement.

la musique ?

la colère, la tristesse et la peur, et qui s'organise autour de deux dimensions : l'une module l'énergie de l'émotion (du plus relaxant au plus énergisant), et l'autre, sa valence (positive ou négative)», souligne Emmanuel Bigand, chercheur en neurosciences et coauteur de *La Symphonie neuronale, pourquoi la musique est indispensable* (éd. Humensciences, 2020). Étonnamment, à l'écoute de mélodies tristes, par exemple, l'auditeur ressent de la mélancolie (énergie) tout en éprouvant du plaisir (valence), comme une catharsis. «Cela s'explique par la capacité de mise à distance par rapport à certaines émotions que la musique procure. Cependant, sur le long terme, cela peut modifier réellement l'humeur des gens.» Pour garder le moral, surveillez vos playlists!

DIMINUER L'ANXIÉTÉ

La musique douce et relaxante favorise la baisse du niveau de cortisol, l'hormone du stress, comme cela a été montré à l'hôpital universitaire d'Örebro (Suède), en 2009, lors d'une étude menée sur des patients au lendemain d'une opération de chirurgie cardiaque. La musique se-

rait même aussi efficace qu'un anxiolytique... et sans effet secondaire! Elle est également utilisée en thérapie pour les malades d'Alzheimer : «Quand on perd la mémoire, on perd son identité, ce qui est très angoissant, rappelle Emmanuel Bigand. L'écoute de morceaux que les patients ont connus dans le passé leur redonne accès à leur histoire, ce qui diminue nettement leur anxiété.»

INFLUENCER NOTRE COMPORTEMENT

Des chercheurs de la Kent State University (Ohio) ont montré que les chansons avec des textes à caractère misogyne pouvaient favoriser les comportements sexuellement agressifs chez les hommes. Ils étaient 30% à choisir une image violente à montrer à une femme s'ils avaient écouté un rap misogyne, contre 7% pour ceux qui avaient écouté un rap «neutre». La musique joue également un rôle dans les rencontres amoureuses. Un son groove en fond musical lors d'une session de *speed dating* (ou rencontre «minute») augmente la probabilité que les

personnes se revoient. «Il semble que la synchronisation des mouvements des corps déclenchée par la musique soit reconnue par notre cerveau comme un facteur positif de mise en relation», explique Emmanuel Bigand. «La musique contribue à la séduction, c'est une de ses fonctions universelles!»

FAVORISER LA COHÉSION SOCIALE

La musique existe dans toutes les sociétés humaines. On remarque des phénomènes d'harmonisation chez les musiciens et chez les auditeurs, au niveau cardiaque mais aussi au niveau cérébral : «Les réseaux activés par la musique sont les mêmes que ceux stimulés par la quête de nourriture, d'un partenaire sexuel et par toute autre activité vitale, explique Emmanuel Bigand. Parce que la musique est tout simplement aussi vitale : elle harmonise l'état émotionnel d'un groupe, et donc sa cohésion. La musique est composée par un être humain pour d'autres humains. C'est la relation humaine qu'il y a dans cette forme de communication qui lui confère ses effets.» F. B.

La question
PIÈGE
Pourquoi la musique donne-t-elle la chair de poule ?

- ☑ Elle fait chuter la température corporelle.
- ☑ Elle procure un plaisir intense.
- ☑ Elle active notre mécanisme ancestral de défense face au danger.

REPONSE B. Les violons s'emballent, la voix de la soprano déchire l'espace dans un crescendo assourdissant quand, soudain, la gorge se serre, le rythme cardiaque augmente et les poils des bras se dressent. C'est le fameux «frisson musical» ! Cette sensation de pur plaisir apparaît plus ou moins fortement chez 56 à 85% de la population. Des neuroscientifiques de l'université de Bourgogne Franche-Comté viennent de montrer, en novembre 2020, que des passages musicaux provoquaient une activité électrique intense dans certaines zones du cerveau, déclenchant la libération de dopamine, l'hormone du plaisir. Connue sous le nom d'«horripilation» ou «pilo-érection», la chair de poule se produit aussi quand on a froid ou peur, via de petits muscles à la base des poils. F. B.

Pourquoi la lumière nous met-elle de bonne humeur?

Parce qu'elle remet littéralement nos pendules à l'heure. La lumière est le principal régulateur de notre horloge biologique. Nos yeux détectent son intensité grâce à des récepteurs situés dans la rétine, les cellules ganglionnaires à mélanopsine, et envoient en permanence cette information, via le nerf optique, à notre cerveau. Ce dernier peut alors rythmer le fonctionnement de l'organisme et en particulier la sécrétion d'hormones clés : la mélatonine, associée au sommeil, le cortisol au stress et la sérotonine au plaisir et au bien-être.

C'est via ce neurotransmet-

teur que la luminosité affecte directement notre humeur. Le déficit de lumière sous nos latitudes en automne et en hiver est à l'origine de sensations de fatigue et de morosité, pouvant aller jusqu'à un syndrome qualifié de dépression saisonnière. De petites

études régionales permettent d'estimer que 15 à 20% des Français ressentent cette baisse de moral à la fin des beaux jours, et 3% traversent un épisode véritablement mélancolique, plutôt des jeunes et plutôt des femmes. La luminothérapie, qui consiste à s'exposer à une lumière artificielle intense au moins trente minutes chaque matin, permet de soigner la grande majorité de ces patients en quelques semaines. Pour tous, l'exposition à la lumière naturelle, en sortant une heure par jour en toute saison, est un puissant remède, car la luminosité est plus forte en extérieur et souvent suffisante, même en hiver, pour se sentir bien. A. S.

C'est quoi ce bug?

L'alexithymie

Étymologiquement, c'est l'absence de mots pour décrire ses émotions. Ce trouble, documenté pour la première fois en 1972 par un psychiatre américain, se traduit par l'incapacité à identifier ses émotions et à les exprimer, alors même que les manifestations physiologiques tels que les battements de cœur attestent que la personne traverse bien des états de peur, d'excitation, de colère ou autre. Chez ces personnes, la mentalisation des émotions ne se fait pas en raison de mauvaises connexions entre le siège cérébral de perception des affects, le système limbique et le cortex, la zone où s'élabore le langage. Ce trait de caractère handicapant concernerait environ 15 % de la population, jusqu'à 50 % parmi les personnes souffrant de pathologies psychosomatiques.

Non, votre lampe de bureau ne fera pas l'affaire. La luminothérapie médicale procure en moyenne une intensité de 10 000 lux, contre 100 lux pour un éclairage standard et 100 000 lux pour une journée d'été.

Qui a osé... tester le Valium sur sa belle-mère ?



Boîte à pilules inspirée de Mother's Little Helper (1966), des Rolling Stones, qui évoque les conditions de vie des femmes au foyer et l'abus de tranquillisants.

Les têtes pensantes du laboratoire Hoffman-Roche. Dans les années 1950, Leo Sternbach, un chimiste américain, met au point un nouveau tranquillisant destiné à calmer l'anxiété et les dépressions légères qui frappent un nombre croissant d'Américains. Pour savoir si cette pilule composée de diazépam, une molécule qui agit sur le système limbique, tient vraiment ses promesses, les cadres de Roche ont une idée lumineuse : la tester sur leurs propres belles-mères, jugées irascibles ! La magie opère. Mis sur le marché en décembre 1963 sous

le nom de Valium (du latin *valere* : être en forme), ce premier anxiolytique grand public connaît un succès foudroyant, notamment grâce à une campagne marketing très efficace auprès des médecins. Le petit cachet orné d'un V est le médicament le plus vendu au monde entre 1968 et 1982, avec un record de deux milliards de pilules vendues en 1978 ! Le Valium devient une icône culturelle, notamment avec les Rolling Stone qui chantent ses mérites. Cependant, des voix s'élèvent pour dénoncer les dangers du médicament : addiction, surdosage, possibles effets secondaires comme l'insomnie. Aujourd'hui, les dérivés du diazépam continuent malgré tout d'être largement prescrits. M. G.

Possible ou pas ?

La greffe fécale pour réguler notre humeur

C'est une piste très sérieuse dans le traitement de la dépression. Chez l'homme, des études ont montré des différences de composition du microbiote – les bactéries de notre intestin – entre les personnes en bonne santé et celles souffrant de dépression. D'autres, que la transplantation de selles de patients dépressifs vers des animaux provoque chez ces derniers des comportements qui se rapprochent de ceux de la dépression. La greffe fécale, qui consiste à introduire les selles d'un donneur sain dans le tube digestif d'un patient par voie basse (coloscopie ou lavement), voie haute (insertion d'une sonde par le nez jusqu'à l'estomac ou le duodénum) ou orale (sous forme de gélules), suscite donc de nombreux espoirs. Mais avant de l'envisager comme traitement, encore faut-il identifier ce qu'est un microbiote sain. Par ailleurs, outre le fait que l'anxiété ou la dépression peuvent avoir des causes multiples, on ne sait pas si les personnes sont déprimées en raison de



leur microbiote, ou si c'est l'inverse. Enfin, selon Laurent Naudon, chercheur en neurobiologie à l'institut Micalis, « jouer sur la composition du microbiote à travers l'alimentation ou l'administration de probiotiques, par exemple, pourrait aussi avoir des effets concluants ». L. H.

La solitude fait-elle rétrécir le cerveau ?

En plus de conséquences comme la dépression, le stress, la perte de mémoire ou les troubles de la concentration, l'isolement – un phénomène mesurable, contrairement à la solitude, qui est plus subjective – a un impact sur la taille du cerveau. En 2018, des chercheurs américains ont montré qu'en isolant soudainement des souris pendant trente jours, la taille de leurs neurones diminuait. En 2019, après avoir suivi neuf scientifiques en expédition dans l'Antarctique pendant quatorze mois, des chercheurs ont conclu que l'isolement social et un environnement monotone pouvaient réduire le volume du gyrus dentelé, une zone du cerveau impliquée dans la genèse des neurones, et diminuer le volume de matière grise dans d'autres zones. Ces résultats sont similaires à ceux observés chez des animaux, mais des études complémentaires sont nécessaires. Une chose est sûre : l'être humain est un animal social, et sa santé dépend aussi de ses interactions avec les autres. L. H.

A-t-on l'âge de ses NeuRoNes ?

Lâge, c'est dans la tête! dit-on. D'un point de vue neurologique, l'adage se vérifie. « La grande majorité de nos neurones sont aussi vieux que nous », confirme Alexandra Gros, chercheuse post-doctorale en neurosciences au CNES. Alors que les cellules de notre peau vivent quarante-cinq jours, nos 86 milliards de neurones pourraient vivre théoriquement jusqu'à 140 ans. Ils sont particulièrement résistants, une nécessité puisqu'ils ne se multiplient pas par division mais seulement de façon très limitée par neurogenèse, c'est-à-dire à partir de cellules souches neurales. Pourquoi rencontre-t-on alors des nonagénaires ayant gardé quasiment intactes leurs capacités cognitives, alors que d'autres non ? Malgré leur résistance, les neurones se dégradent

avec le temps (le nombre de connexions diminue, notamment) ou sont victimes de maladies comme Alzheimer ou Parkinson (qui les détruisent). Les conditions de vie entrent aussi en jeu. Les individus qui semblent vieillir moins vite auraient trois paramètres en commun, selon Panteleimon Giannakopoulos, professeur de psychiatrie à l'université de Genève : ils font attention à leur hygiène de vie (alimentation, sport, sommeil), sont actifs intellectuellement et entretiennent des relations sociales positives. Une étude publiée en 2018 dans *Frontiers in Psychology*, interrogeant 502548 internautes de 10 à 89 ans, montre que nos perceptions du vieillissement ne sont pas statiques. « Ce que vous considérez comme vieux change lorsque vous vieillissez vous-même », explique William Chopik, principal auteur de

l'étude. Alors que les participants âgés de 10 ans estiment qu'on passe dans la catégorie « personnes âgées » vers 58 ans, ceux de 40 ans repoussent cette limite au-dessus des 65 ans et ceux de 60 ans la placent quasiment à 70 ans. Seuls les candidats de plus de 70 ans s'incluent dans cette catégorie. A mesure que les gens vieillissent, ils s'efforcent de s'éloigner psychologiquement de ce groupe d'âge qu'ils ont stigmatisé toute leur vie, en signalant notamment qu'ils se sentent plus jeunes : à 40 ans les participants disent avoir l'impression d'en avoir 30, mais entre 70 et 90 ans, ils déclarent se sentir 20 ans de moins ! Sortir des stéréotypes liés aux personnes âgées, comme sauter en parachute, permet d'établir une distance avec le vieillissement et de rester jeune dans sa tête ! T. C.



En 2018, à 102 ans, l'Australienne Irène O'Shea se jetait d'un avion à 4000 m d'altitude afin de lever des fonds pour les personnes atteintes de la maladie de Charcot, qui touche les neurones moteurs. Elle n'est pas la seule centenaire à repousser ses limites. L'été dernier, un Américain de 103 ans a battu le record de la personne la plus âgée à sauter en parachute en tandem.



Parlez-vous « le parentais » ?

Phrases simples, vocabulaire réduit, ton aigu, intonations exagérées : le « parentais », utilisé par les parents pour s'adresser à leurs enfants, favoriserait le développement du langage. L'équipe de Patricia K. Kuhl à l'Université de Washington conseille même de « coacher » les parents pour qu'ils l'utilisent davantage. D'un point de vue scientifique pourtant, l'efficacité de ce « parler bébé » reste assez mystérieuse. Dans une étude publiée en 2018, les chercheurs Alejandrina Cristia et Emmanuel Dupoux ont analysé, grâce à l'intelligence artificielle,

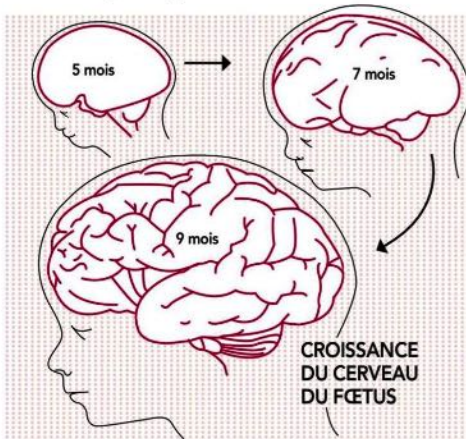
la qualité des sons du langage normal et du parentais, montrant que ce dernier ne produit pas de sons plus simples à apprendre pour le bébé. Son utilité pourrait reposer sur des aspects émotionnels : il rendrait le bébé plus joyeux et attentif. D'autres études ont montré que dans certaines populations, par exemple les chasseurs-horticulteurs en Amazonie bolivienne, on parle beaucoup moins aux bébés qu'en Occident, ce qui ne les empêche pas d'apprendre leur langue. Il n'y aurait donc pas une façon universelle d'apprendre à parler. K. H.

COMMENT LE CERVEAU FAIT DES PLIS ?

Si on le mettait à plat, notre cerveau couvrirait 2 m². Ses plis et replis lui permettent de rentrer dans notre boîte crânienne dont la surface interne est trois fois plus petite. A l'origine, le cortex du fœtus est lisse. Tandis que son cerveau croît, des

faisceaux de neurones se forment pour connecter les zones cérébrales entre elles. A partir du sixième mois de grossesse, ces faisceaux sont si tendus que le cerveau commence à plisser. Les régions reliées par un grand nombre de

neurones s'attirent mutuellement, ce qui crée un renflement (ou gyrus). A l'inverse, les régions peu connectées s'éloignent, créant un sillon. Au neuvième mois, le cerveau a presque acquis l'ensemble de ses circonvolutions. L.R.



Source : Cerveau, sous la direction de S. Dehaene, éd. La Martinière, 2014.

Peut-on entrer à 6 mois à Normal Sup' ?

Des capteurs (électrodes et optodes) mesurent l'activité électrique ainsi que le taux d'oxygénation du cerveau d'un bébé dans le cadre d'une étude sur le langage au babylab INCC (Université de Paris-CNRS).

Si, chaque année, un millier de bébés franchissent les portes de l'Ecole normale supérieure, à Paris, c'est que les bâtiments de la rue d'Ulm abritent un « babylab » : un laboratoire où l'on étudie les mécanismes de cognition des tout-petits. L'essor des sciences cognitives depuis les années 1970-1980 a dévoilé les étonnantes capacités des bébés : dès la naissance, ils reconnaissent la voix de leur mère, ont très vite des notions de syntaxe, des capacités d'abstraction, des intuitions mathématiques... Pour mieux comprendre ce qu'ils savent et comment ils apprennent, une dizaine de babylabs se

sont développés en France, faisant appel à une palette de technologies : l'eye-tracker détecte les mouvements du regard et le temps d'attention, l'électroencéphalogramme mesure l'activité électrique du cerveau, la spectroscopie infrarouge précise les régions sollicitées, et quelques équipes recourent à l'IRM fonctionnelle. Les chercheurs utilisent aussi des méthodes plus simples, comme le rythme de succion, mesuré grâce à une tétine reliée à un capteur. C'est ainsi que le Français Jacques Mahler a établi en 1988 que le nouveau-né préfère sa langue maternelle à une langue étrangère. K. H.

Les bébés ont-ils un programme de survie ?

Oui ! Leur cerveau a beau être immature, les bébés, qui n'ont pas toujours connu les siestes dans un couffin douillet, disposent de tout un arsenal de défenses, hérité des temps préhistoriques, quand leur vie était souvent menacée. M. G.

Le mode automatique

A la naissance, si on met le bébé debout, il fait d'instinct quelques pas. Cet automatisme de la marche est l'un des sept réflexes archaïques innés, témoins de notre passé de primate. Le plus vital est le réflexe de succion, qui permet au petit de se nourrir. S'y associent le réflexe des points cardinaux – si on touche la joue du bébé, il tourne la tête du même côté et ouvre la bouche – et celui de la reptation, qui lui permet de ramper vers le sein de sa mère dès les premières minutes. Le bébé sait aussi d'instinct réagir en cas de danger. Plongez-le sous l'eau, et il bloque sa respiration et ouvre les yeux. Faites-lui peur – un bruit trop fort ou un stimulus désagréable –, et le voilà qui ouvre les bras et les mains avant de se recroqueviller. Ce réflexe de Moro lui permet d'être rattrapé ou de s'agripper facilement en cas de chute. Ces réflexes disparaissent à mesure que le cerveau du nourrisson poursuit son développement.

La fonction entraînement

Le hoquet, qui dérange les nouveau-nés plusieurs fois par jour, aiderait au développement de leur cerveau. Les chercheurs de l'University College of London ont constaté que chaque contraction du diaphragme provoquée par le hoquet donne lieu à une réponse dans le cortex cérébral des nourrissons. Celle-ci permet au cerveau du bébé d'associer le son du hoquet à la sensation du muscle diaphragmatique, développant au passage des connexions cérébrales dédiées. Cela l'aiderait aussi à apprendre à contrôler sa respiration.

Le système d'alerte

Les pleurs stridents de l'enfant attirent l'attention de ses parents, modifiant aussi le fonctionnement de leur cerveau. Ces sons déclenchent en effet chez les parents un conflit cognitif, un processus cérébral basique qui contrôle l'attention à une tâche et est déterminant dans la prise de décision. Les jeunes parents développeraient ainsi une plus grande souplesse cognitive, qui les aiderait à se décider rapidement en réponse aux multiples sollicitations auxquelles ils sont soumis.



Le dispositif de repérage du danger

Le cerveau des bébés est programmé pour repérer les serpents, animaux dangereux qui mettent sa vie en péril. Une équipe de chercheurs belges a enregistré l'activité cérébrale de nourrissons âgés de 7 à 10 mois exposés à des images d'animaux. Verdict : une réponse cérébrale était systématiquement enregistrée quand on leur présentait une image de serpent, à laquelle ils n'avaient jamais été exposés.

C'est quoi ce bug?

La dyspraxie

Ce trouble cognitif, qui toucherait au moins 6 % des enfants, se manifeste par des difficultés de coordination motrice, avec des répercussions variables : retard dans l'acquisition de la marche, grande maladresse, écriture manuscrite perturbée... Il impacte aussi des domaines qui ne semblent pas liés à la gestuelle, comme l'apprentissage des nombres. Les mécanismes restent encore mal élucidés, mais l'origine d'une partie au moins des dyspraxies serait visuelle. Une récente étude de l'Inserm menée chez des enfants de 8-9 ans a montré qu'ils souffraient de mouvements oculaires dysfonctionnels, les empêchant notamment d'identifier d'un coup d'œil un petit groupe d'objets. Des exercices de rééducation sont possibles, et une approche pédagogique adaptée peut aider les enfants dans leurs apprentissages. K.H.

DOÙ VIENT LA GAUCHERIE ?

Nous avons deux mains et deux pieds identiques, mais nous ne les utilisons pas de la même façon. Nous préférons écrire de la main droite ou de la gauche, ce qui correspond à une organisation particulière du système nerveux, appelée latéralisation. Quand la main gauche bouge ou que l'oreille gauche perçoit un bruit, c'est l'hémisphère droit du cerveau qui s'active, car les voies nerveuses de la motricité et de la sensorialité sont croisées. La latéralisation s'applique aussi à des capacités cognitives, comme le langage (plutôt traité par l'hémisphère

gauche) ou l'orientation dans l'espace (à droite). La gaucherie concerne 10 % de la population. Son origine reste méconnue. Des études à partir d'échographies *in utero* montrent que, dans le ventre de leur mère, la majorité des fœtus préfèrent bouger leur bras droit. « A 13 semaines, on observe cette asymétrie pour le pouce », précise la neuroscientifique Ghislaine Dehaene-Lambertz. Des différences d'expression de gènes dans les moitiés droite et gauche du cerveau et de la moelle épinière pourraient expliquer cette latéralisation précoce. N.P.

SKY MELODY / GETTY IMAGES/STOCKPHOTO

Les fessées font-elles mal à la tête ?

Humilier, dévaloriser un enfant par le geste ou la parole sont des « violences éducatives ordinaires ». Tout comme le sont les menaces, le chantage, les cris, les coups. « C'est pour ton bien », dit l'adulte. Il n'y a pas de « bonne fessée », répliquent les spécialistes en neurosciences affectives et sociales qui étudient les mécanismes neuronaux liés à nos émotions avec l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) associée à la psychologie et aux sciences sociales. « Les traumatismes constants et de faible intensité peuvent être aussi délétères qu'un gros traumatisme

car ils structurent le système nerveux central », explique Didier Grandjean, professeur de psychologie à l'Université de Genève. L'IRMf montre chez des enfants ayant subi une éducation « à la dure » une différence de la communication entre

l'amygdale – région du cerveau qui détecte les menaces, la peur, l'agressivité – et l'insula – impliquée dans le traitement des sensations viscérales, comme l'anxiété. Ces enfants ne faisaient pas la différence entre un stimulus rassurant et effrayant. De nombreuses études ont aussi montré que les violences répétées prédisposent à l'anxiété et à la dépression. Tout le monde ne développera pas ces troubles, peut-être parce que la maturation (jusqu'à 25 ans) du cerveau et sa plasticité tout au long de la vie laissent une marge d'évolution à chacun. A.R.

DOCKANCIENS/DOCKNER



Pourquoi le **cerveau des enfants** est-il si gourmand ?

Le cerveau des petits raffole du sucre. À la naissance, sa consommation de glucose représente 37 % des besoins énergétiques quotidiens, puis elle décline légèrement avant de remonter jusqu'à un pic de 43 % vers 4 ans, selon une étude américaine (PNAS, 2014). C'est deux à trois fois plus que chez l'adulte. Pourquoi une telle dépense d'énergie ? Parce que le cerveau est en plein développement. Le périmètre crânien croît d'environ 13 cm entre 0 et 2 ans, et à l'intérieur, le système nerveux poursuit sa construction. « Si les grands réseaux de neurones sont déjà en place à la naissance, ils s'accroissent et s'affinent durant la petite enfance grâce à deux phénomènes », indique la pédiatre Ghislaine Dehaene-Lambertz, chercheuse en sciences cognitives (CNRS). Le premier, la myélogénèse, consiste à entourer de myéline les longs axones des neurones. Grâce à cette matière grasse, les messages circulent plus vite. Bien utile dans un grand cerveau comme le nôtre ! Le second, la synaptogénèse, est la formation des synapses, ces zones de connexion

entre neurones. D'abord elles se multiplient, puis les moins utiles sont supprimées. Aussi, le cerveau poursuit sa latéralisation, démarrée in utero : les hémisphères réalisent préférentiellement certaines fonc-

tions, comme le langage (plutôt à gauche). La consommation de glucose décroît à partir de 4-5 ans, quand certains apprentissages énergivores comme marcher ou parler sont bien avancés. N. P.



LSAULDER GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

NEURO-MYTHE

**Réponses de
Béatrice Kammerer**

Auteure de *L'Éducation vraiment positive* (éd. Larousse, 2019).

... UNE MÉTHODE VALIDÉE PAR LES NEUROSCIENCES ?

La seule définition explicite de la « parentalité positive » est celle du Conseil de l'Europe, qui promeut un comportement parental fondé sur l'intérêt supérieur de l'enfant – non-violence, égalité et respect. Alors qu'il s'agit de valeurs morales, de choix

La parentalité positive, c'est...

personnels et de société, les livres qui se revendiquent de l'éducation positive utilisent la science comme argument d'autorité. On y trouve des « neuro-mythes », comme le stress qui « détruit » le cerveau des enfants, ou la distinction cerveau droit-gauche.

... UN MODÈLE CONFORME AUX VALEURS D'UNE ÉPOQUE ?

Oui, maintenant qu'on reconnaît les droits de l'enfant à être considéré comme une

personne. Le paradoxe est que cette éducation pour le XXI^e siècle, basée sur la négociation, est proposée avec les travers de celle du XX^e : elle est diffusée de manière autoritaire et culpabilisante par le biais de livres ou d'ateliers qui promeuvent des prêts-à-l'emploi éducatifs. L'éducation positive EST un idéal, on s'entend sur le but mais pas sur la méthode. Or c'est le chemin qui y mène et le débat autour la parentalité qui sont intéressants.

... FORCÉMENT POSITIF ?

Pas pour les mères. L'éducation positive repose sur les compétences relationnelles qu'on présume aux femmes. On attend qu'elles changent leurs pratiques éducatives, celles de la famille. Elles suivent des formations, lisent les livres, et font le tampon avec le père quand il n'adhère pas à la démarche. Tout cela augmente leur charge mentale.

Propos recueillis par A. R.

Grandit-on plus vite qu'avant ?

Biologiquement, certaines variables évoluent, comme la taille et la puberté. En 2018, un garçon de 6 ans était plus grand de 4 cm par rapport à 1979, et une fille de 10 ans, de 5 cm. L'âge moyen des règles est passé de 15 ans environ en 1850 à 12,6 ans aujourd'hui. Ces changements s'expliquent par une meilleure alimentation, de meilleures conditions sanitaires, mais d'autres facteurs comme les perturbateurs endocriniens sont invoqués. D'un point de vue cognitif, on a coutume de dire que les enfants sont plus « éveillés » qu'avant. Les découvertes sur les capacités des tout-petits poussent à les stimuler davantage. Le numérique entraîne une augmentation du nombre d'informations. « Mais les fondamentaux du cerveau et du développement cognitif ne changent pas : la marche, le langage, la logique... arrivent selon le même calendrier qu'avant », affirme Olivier Houdé, professeur de psychologie de l'enfant à l'Université de Paris. Pour le sociologue Michel Fize, spécialiste de l'adolescence, celle-ci commence plus tôt, dès 8-9 ans. Mais il dissocie la quête d'autonomie de la



Le conseil municipal des jeunes (CMJ, ici à Valence) permet aux enfants et ados de donner leur avis sur les actions du conseil municipal « des grands ».

NICOLAS GUYONNET / HANS LUCAS/AFAP

puberté : « L'adolescence est un concept culturel né à la fin du XIX^e siècle, avec la scolarisation puis la création du collège. » Aidés par un marketing opportuniste, les intéressés sont les premiers à vouloir être « considérés comme des grands ». Au risque de créer des malentendus quant à leur maturité psychologique et émotionnelle. Dans son livre *Traitez-les comme des*

mômes! (éd. Marabout, 2016), la psychologue Anne Bacus pointe ces paradoxes : « On associe les enfants à des décisions qui ne sont pas de leur âge, tout en les surprotégeant d'un point de vue matériel. À 6 ou 8 ans, on n'a pas à décider avec lequel de ses parents on va vivre. En revanche, on doit pouvoir aller chercher le pain ou se rendre à l'école tout seul ! » K. H.

La question bêtes

Sont-ils adultes avant nous ?

Les primates grandissent en général moins vite que les autres mammifères. Alors qu'un lape-reau quitte sa mère à l'âge de 2 mois et le jeune loup entre 10 et 22 mois, un chimpanzé ne se débrouille seul en milieu sauvage qu'au bout de dix ans, selon Guillaume Dezecache, docteur en sciences cognitives chez les primates.

Mais même à cet âge, un petit *Homo sapiens* est loin d'être prêt à quitter le nid familial. Cela s'expliquerait par le temps de développement de notre cerveau, le plus gros chez les mammifères en

proportion par rapport au corps, et aux fonctions cognitives plus évoluées. Il met en effet des années à atteindre sa maturité alors que celui du singe, proche de son état définitif dès la naissance, n'a besoin que de plusieurs mois. S'il approchait son développement final dès le stade embryonnaire, la mère ne pourrait pas subvenir à ses besoins nutritionnels. Selon la théorie des tissus coûteux, si la structuration cérébrale prend autant de temps, c'est parce qu'elle réclame beaucoup d'énergie. Voilà pourquoi le chimpanzé met seulement deux mois à se déplacer seul, tandis que l'homme n'en est capable que bien plus tard. F. C.

WANGEL GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO



Qu'est-ce qu'un **ado** a dans le crâne ?

Un cerveau en chantier. À l'adolescence, le cerveau procède à l'élagage des connexions neuronales acquises durant l'enfance mais devenues inutiles, il en crée de nouvelles et accélère la vitesse des influx nerveux grâce à la myélinisation des axones (qui conduisent le signal électrique). Ces changements neurologiques, associés à des pics hormonaux (testostérone, œstrogène...) expliquent en partie certains comportements spécifiques de l'ado.

LA RECHERCHE DE NOUVEAUTÉ

«Le circuit de la récompense, mature très précocement, devient particulièrement sensible chez l'adolescent, le motivant à agir pour obtenir ce qu'il désire», explique Christine Cannard, psychologue clinicienne et auteure du *Développement de l'adolescent* (De Boeck,

2019). Toute nouveauté devient une opportunité pour produire de la dopamine (sentiment de satisfaction) et sortir de la routine, quitte à prendre certains risques.

LES AMIS AVANT TOUT

Les liens se multiplient, permettant à l'ado de passer de sa dépendance aux parents à une relation d'interdépendance avec ses amis, où chacun donne et reçoit de l'attention. Un comportement ancré chez de nombreux mammifères, et qui ne conditionne rien de moins que leur survie. C'est aussi le temps de l'éveil du désir sexuel.

DES RÉACTIONS EXAGÉRÉES

Les adolescents sont sous l'emprise de leurs émotions car le cortex préfrontal, région neuronale responsable, entre autres, de la prise de recul et de l'inhibition comportement-

ale, ne finit sa maturation que vers l'âge de 25 ans. Pas facile alors de réagir d'une façon logique et appropriée, selon les critères des adultes.

REMETTRE TOUT EN CAUSE

Maturation cérébrale et développement cognitif évoluent de

concert. Les raisonnements de l'ado sont plus poussés, ce qui lui permet d'aborder les problèmes avec des stratégies innovantes, de remettre en cause le statu quo mais aussi de chercher un sens à sa vie, faisant de cette période un moment fort de construction identitaire. T.C.

La question PIÈGE

Pourquoi ne rangent-ils pas leur chambre ?

- ☐ A Par esprit de contradiction.
- ☐ B Ils sont incapables de suivre des règles.
- ☒ C Ils sont trop sensibles.

RÉPONSE : C. Pas la peine de leur répéter dix fois que leur chambre est un véritable capharnaüm. Car si les adolescents sont capables de comprendre des instructions, ils ont du mal à gérer les critiques. Des chercheurs ont en effet montré que la zone cérébrale correspondant aux émotions négatives était particulièrement stimulée lorsqu'ils étaient critiqués par leur mère, tandis que les zones régulant ces émotions et impliquées dans la prise en compte du point de vue de l'interlocuteur – des zones en cours de développement à l'adolescence – étaient en baisse de régime. Expliquer plutôt que critiquer semble donc la stratégie à adopter. T.C.

A quel âge a-t-on raison ?

L'«âge de raison» apparaît dans le dictionnaire français en 1690. Situé vers 6-7 ans, il correspond à une période où l'enfant commence à avoir conscience de ses actes. Au *xx^e* siècle, le psychologue suisse Jean Piaget établit que c'est «l'âge de l'accès à une pensée logique et conceptuelle». Mais, depuis, on a découvert que les bébés ont déjà une forme de logique et de raison. Pour Olivier Houdé, professeur de psychologie de l'enfant à l'Université de Paris, l'âge de 6-7 ans reste toutefois un cap. Mais plus qu'à la mise en place de la «logique», il correspond à un stade où s'installe «la capacité de l'enfant à contrôler ses intuitions et ses émotions : plus exactement à les inhiber, c'est-à-dire à les bloquer lorsqu'elles sont erronées ou inadaptées». K.H.



DENIZLI/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

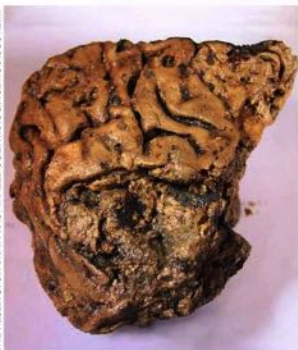
Notre **stock de neurones** est-il limité ?

Non, contrairement à ce que l'on a longtemps pensé, le cerveau en produit toute la vie, même celui des personnes âgées. Le débat sur le sujet était encore vif, jusqu'à ce qu'une étude publiée l'année dernière dans la revue *Nature Medicine* vienne trancher. « Et cette étude est inattaquable sur le plan méthodologique », insiste la chercheuse Alexan-

dra Gros (CNES). Les 28 cerveaux examinés, de sujets âgés de 14 à 79 ans, ont été conservés dans du formol très rapidement après le décès et dans des conditions contrôlées pour éviter la dégradation des tissus, au contraire d'observations précédentes. Les organes étaient par ailleurs exempts de pathologies susceptibles d'affecter les neurones.

Les chercheurs ont constaté la production de nouveaux neurones (neurogenèse), quel que soit l'âge. « Cependant chez les adultes, leur production chute drastiquement par rapport à la neurogenèse post-natale », souligne Alexandra Gros. L'étude ne concernait que l'hippocampe, zone cérébrale clef dans la création des souvenirs. Reste à déterminer si la neurogenèse se produit ailleurs. On pourrait envisager de nouveaux traitements stimulant la production de neurones, par exemple pour remplacer ceux détruits suite à un AVC ou dans des maladies dégénératives comme Alzheimer ou Parkinson. T. C.

THE HESLINGTON BRAIN HAS AMAZED SCIENTISTS SINCE ITS DISCOVERY.



2 600 ans

C'est l'âge de ce cerveau retrouvé dans une fosse, en 2008, à Heslington, près de York, en Grande-Bretagne. Les tissus cérébraux se décomposent très rapidement après la mort et il n'aurait rien dû rester de cet organe, pourtant exceptionnellement bien conservé. La clé de sa longévité résiderait dans certains agrégats de protéines qui auraient préservé les tissus, selon une étude parue en 2020 (*The Royal Society Publishing*).



ROBBIE OSBORNE / GETTY IMAGES / STOCKPHOTO

Possible ou pas?

Transplanter son cerveau dans un corps plus jeune

Peu de chance que cela se réalise un jour. La faute aux innombrables fibres nerveuses qui, via la moelle épinière, relient notre cerveau à chaque point de notre corps. Ce sont elles qui permettent notamment au cerveau de contrôler nos mouvements et aux organes de transmettre des informations sensorielles comme la douleur ou l'envie d'uriner. «Déménager» le cerveau implique de trancher ces fibres nerveuses puis de les «raboutir», selon le terme technique, à celles d'un corps

étranger. Même en admettant pouvoir éviter le rejet de la greffe, «il faudrait donc les ressouder une par une sous un microscope», pointe le neurochirurgien Marc Lévêque. A l'échelle d'un corps, une telle opération n'est pas du tout à l'ordre du jour, prévient-il, regrettant que certains neurochirurgiens adeptes de déclarations fracassantes comme l'Italien Sergio Canavero ou dernièrement le Britannique Bruce Mathew fassent miroiter les perspectives d'une guérison à des patients paraplégiques. T. C.

Non, Robert, pas de calva dans ton biberon!
Fallait pas transplanter ton cerveau dans un corps si jeune!



Faut-il être désagréable pour vivre vieux?

Cela semble effectivement être un atout! Des chercheurs de l'Université de Genève ont conclu en mai dernier que les traits de personnalité qui protègent le plus du risque de démence chez les septuagénaires sont la curiosité et la faible «agréabilité». «Le terme «agréabilité» est ambigu, pointe Panteleimon Giannakopoulos, professeur de psychiatrie et principal auteur de la publication. Ce trait, valorisé, se traduit aussi par le fait de s'adapter aux besoins des autres, d'éviter les conflits, de renoncer à ses propres désirs...» Le professeur fait l'hypothèse qu'en inhibant un certain nombre de réponses affectives, ces personnes s'exposent à un

stress cellulaire plus important, pouvant dégrader leurs neurones, alors que les personnalités anticonformistes, en développant des idées nouvelles, renforceraient leurs connexions cérébrales. Pour autant, il n'est pas question pour les chercheurs de conseiller de changer de personnalité, si ce n'est éventuellement de s'affirmer davantage. «La personnalité restant relativement stable dans le temps, elle pourrait devenir un marqueur du risque de démence, au même titre que la génétique, les atteintes vasculaires cérébrales ou l'apparition des lésions liées à la maladie d'Alzheimer», propose plutôt Panteleimon Giannakopoulos qui souhaite ainsi développer une prévention de plus en plus ciblée. T. C.

Qu'est-ce qui fait fondre notre cerveau?

L'âge. «Le poids du cerveau diminue d'environ 2 % tous les dix ans dès l'âge de 40-50 ans», explique le neurologue Yves Agid, auteur de *Je m'amuse à vieillir. Le cerveau, maître du temps* (éd. Odile Jacob, 2020). Contrairement à une idée reçue, ce ne sont pas les neurones qui disparaissent. En l'absence de maladie dégénérative comme Alzheimer, leur diminution n'est pas significative. Par contre, ils s'abîment avec le temps. Le nombre de dendrites et d'axones, prolongements des neurones voués à recevoir et envoyer les signaux électriques, diminue. De plus, la gaine de myéline, une substance grasse, entourant les axones et permettant à l'influx nerveux de circuler à environ 300 km/h (contre 2 km/h sans) disparaît progressivement. «Ce ralentissement de l'activité neuronale est illustré par l'allongement du temps de réaction des personnes âgées», écrit l'auteur, qui y voit un avantage: «La personne âgée réfléchit avant de répondre [...] et commet moins d'impairs.» T. C.



L'odeur d'un croissant fait-elle GROSSIR ?

Pas de manière directe, bien sûr, mais l'effluve délectable d'une viennoiserie nous met l'eau à la bouche et nous incite à manger, même si nous n'en avons pas besoin. En effet, lorsqu'une odeur agréable vient titiller nos narines, des régions du cerveau liées au désir et à la motivation s'activent : c'est le système de récompense, qui nous incite à répéter les expériences sources de plaisir.

«Le mécanisme n'est pas totalement élucidé : les molécules odorantes se fixent aux récepteurs de la cavité nasale, qui sont reliés au bulbe olfactif, une zone du cerveau à l'arrière du nez. Celle-ci est connectée au tubercule olfactif, dont les neurones seraient la porte d'entrée des odeurs dans le système de récompense», précise la neurobiologiste Claire Martin, spécialiste du lien odorat - alimentation (CNRS-Université de Paris). Le plaisir nous incite aussi à nous resser-

vir. Mais heureusement, si nous en mangeons ou percevons ses arômes depuis longtemps, l'aliment désiré perd de son attrait, ce qui nous incite à nous arrêter. Lors du repas, nous devenons ainsi moins sensibles aux odeurs : l'hormone de la satiété, la leptine, inhibe les neurones du bulbe olfactif. A l'inverse, celle de la faim, la ghréline, affine l'odorat. Ces deux messagers soufflent le froid et le chaud sur une zone particulière de l'hypothalamus, région à la base du cerveau :



«Des neurones y régulent les sensations de faim et de satiété grâce à des informations externes (odeur, vue...) et internes, comme le niveau de remplissage de l'estomac», souligne Gilles Mithieux, directeur du laboratoire Nutrition, diabète et cerveau (Université Lyon1). Selon des découvertes de 2015, le simple fait de voir et sentir un aliment inhibe les neurones activés en cas de faim, et enclenche le mécanisme conduisant à la satiété. «Les odeurs permettent au cer-

veau d'anticiper la prise alimentaire et le rassasiement», précise Claire Martin. Les scientifiques ne savent pas clairement comment les odeurs influencent cette zone de l'hypothalamus, garante d'un poids stable grâce à l'équilibre entre apports et dépenses énergétiques. Des travaux de l'université de Berkeley (Etats-Unis) interrogent sur le lien entre odorat et surpoids (*Cell Metabolism*, 2017) : des souris soumises à un régime riche en graisse brûlent davantage de calories

et prennent moins de poids quand elles sont dénuées d'odorat. Le mécanisme reste méconnu, mais une moindre perception des odeurs stimulerait une voie nerveuse (sympathique), qui activerait la dégradation des graisses (lipolyse). D'où une dépense énergétique plus élevée. La perte d'odorat serait-elle un remède au surpoids ? Pour l'heure, «il n'y a pas de preuve chez l'homme», répond Claire Martin, mais des scientifiques explorent cette nouvelle voie. N. P.

Peut-on se chatouiller soi-même ?

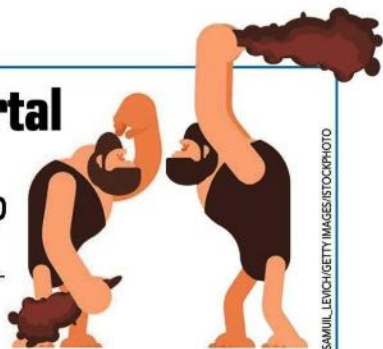
Il y a peu de chance que cela vous fasse rire, et vous risquez de ne pas sentir grand-chose. Car une grande partie de la réaction suscitée par les chatouilles tient à l'effet de surprise. Lorsque l'on se chatouille soi-même, le cerveau a conscience du geste puis-qu'il le pilote, il anticipe donc aussi ses réponses sensorielles, ce qui a pour effet d'atténuer l'intensité de ces stimuli tactiles. L'expérience a même été repro-

duite avec un bras robotisé. S'il est commandé par la personne et qu'il n'y a pas de délai entre la commande et le geste chatouilleux, la personne ne rit pas. Les autochatouilles sont perçues, mais étant dénuées d'intérêt, le signal est filtré par le cerveau. Loin d'être anecdotique, ce mécanisme neurophysiologique permet de se concentrer sur la détection des stimuli extérieurs potentiellement dangereux. A. S.

Néandertal était-il douillet ?

Les paléo-généti- ciens sont en passe de détruire le mythe du robuste chasseur. En analysant le génome de fossiles néandertaliens, ils ont découvert une mutation activant une protéine dont le rôle est de transmettre le signal douloureux à la moelle épinière puis au cerveau. La perception de la douleur est subjective et ne tient pas qu'aux gènes du circuit de la douleur. Mais pour avoir une idée des conséquences fonctionnelles de cette mutation visiblement répandue chez les Néandertaliens, les scientifiques ont cherché dans la base de génomes britanniques actuels si elle avait été conservée. Hormis les populations africaines, nous avons en effet, chacun

selon ses origines, entre 1 et 4% d'ADN hérité de Néandertal. Il s'avère qu'environ quatre Anglais sur 1000 sont porteurs de cette mutation, et qu'ils ont une perception de la douleur exacerbée par rapport à la moyenne. Difficile de savoir si cette sensibilité accrue à la douleur était un avantage évolutif pour Néandertal. C'est le cas de nombreuses portions d'ADN qu'il nous a transmis, même si elles ne sont plus forcément protectrices aujourd'hui. Ainsi, des défenses immunitaires réactives favorisent les allergies et les détresses respiratoires en cas d'infection par la Covid-19. A. S.



SAMUEL LEVICH/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO



BRUNETTE/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

La question PIÈGE

Pourquoi l'oignon donne-t-il la migraine ?

- ☐ A Il perturbe l'oxygénation du cerveau.
- ☐ B Son odeur inflamme le nerf trijumeau.
- ☐ C Les larmes provoquent une déshydratation.

REPONSE B : L'osmo- phobie, ou hypersensi- bilité aux odeurs, est par- ticulièrement fréquente chez les migraineux. Près des trois quarts d'entre eux identi- fient des odeurs fortes comme facteur déclenchant de leurs crises. Parmi elles, les émanations de produits ménagers mais aussi de l'oignon. En 2013, l'analyse du cas clinique extrême d'une jeune femme prise de maux de tête intenses et sensations de brûlures nasales et de vertiges en sentant de l'oignon a permis d'orienter les chercheurs. L'effluve est si intense qu'elle contourne le circuit classique de l'olfaction. Elle stimule directe- ment le nerf trijumeau dans le nez, provoquant inflamma- tion et contraction des vaisseaux sanguins, à l'origine de la douleur migraineuse. A. S.



En octobre 2019, la ville de Manchester (Grande-Bretagne) a expérimenté pendant vingt-quatre heures, dans un quartier de bureaux très passant, 75 mètres de voie réservés aux piétons distraits par leur smartphone.

PHIL O'DHAMPIREP

C'est quoi ce bug ?

La phantosmie

C'est une hallucination olfactive, une perception erronée d'une odeur généralement désagréable (brûlé, urine, vomis, vinaigre ou encore cigarette...), sans que les effluves ne soient présentes dans l'environnement. La phantosmie peut être passagère, lorsqu'une infection virale a atteint le bulbe olfactif, comme c'est le cas actuellement de nombreux malades de la Covid-19. Le temps est alors le seul traitement puisqu'il permet aux neurones olfactifs de rétablir leurs réseaux de connexions. Chez certains migraineux, une phantosmie récurrente annonce la crise. Lorsqu'elle est durable, elle témoigne le plus souvent d'une tumeur cérébrale ou d'une maladie psychiatrique comme la schizophrénie. A. S.

Ecrire un SMS rend-il sourd ?

Non seulement sourd mais aussi aveugle ! Il s'agit de surdité et de cécité dites inattentionnelles, lorsque les capacités de concentration sont monopolisées par d'autres tâches. Ce piéton ci-dessus utilise son smartphone sans prêter attention aux obstacles environnants, comme 75 % des 1 500 participants à une étude menée par un opérateur de téléphonie britannique fin 2019. 38 % des personnes observées sont ainsi entrées en collision avec un autre piéton ou du mobilier urbain. Ce qui n'est pas sans risque. Ces vingt dernières années aux Etats-Unis, l'usage du téléphone portable a fait bondir le nombre de consultations aux urgences pour blessures de la tête, du nez et du cou, l'un des motifs récurrents étant « envoi de textos en marchant ».

Ces situations de surdité et cécité inattentionnelles s'observent aussi chez les automobilistes et les pilotes d'avion. Pour ces derniers, rien à voir avec la distraction par le smartphone, bien sûr ! Quand ils sont concentrés lors de conditions de vol très perturbées, nécessitant par exemple un atterrissage d'urgence, les pilotes ignorent les alarmes sonores du cockpit. Des observations en IRM fonctionnelle laissent penser que le cortex auditif est, dans ces moments, littéralement déconnecté, comme si le cerveau se reconfigurait dans l'urgence en privilégiant la vue, sens le plus pertinent à l'instant T. D'où la préconisation des neuro-ergonomes d'utiliser plutôt des signaux d'alerte visuels sur le tableau de bord, davantage pris en compte par le cerveau des pilotes en situation de stress. A. S.

Vous avez dit BiZaRRe?

Ces histoires improbables sont celles vécues par des patients du neurologue britannique Oliver Sacks. Il en livre les récits étonnants dans son recueil *L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau*, réédité en 2020 aux éditions du Seuil. M. D.



Elle ne **MAQUILLE** que la moitié de son visage

Drôle, intelligente, Madame S., âgée de la soixantaine, a un comportement qui peut sembler extravagant. A table, elle se plaint de ne pas être servie assez copieusement. Pourtant, elle ne mange que la moitié de son assiette, sur la partie droite. Parfois, elle se met du rouge à lèvres et se maquille seulement la moitié du visage, négligeant la partie gauche. Pour tourner à gauche, elle tourne plusieurs fois à droite en décrivant un

cercle... Elle est tout à fait consciente qu'il y a un problème, mais elle est incapable de le corriger.

EXPLICATION Madame S. a subi une attaque des zones antérieures profondes de l'hémisphère cérébral droit. Ses lésions lui ont fait perdre la notion de «gauche». Non seulement son champ visuel gauche a disparu, mais également sa perception de celui-ci. En neurologie, on parle d'héminégligence.

Il prend **sa femme** pour **UN CHAPEAU**

Brilant professeur de musique, le Dr P. ne reconnaît plus les visages de ses élèves. Il n'est capable de les identifier qu'à leur voix ou à leur façon de bouger. A l'inverse, il se met à voir des visages partout : il s'adresse aux poignées de porte, aux bouches d'incendie et aux parcmètres dans la rue... Un jour, quittant le cabinet de son neurologue, il veut attraper son chapeau et tire sur la tête de sa femme, essayant de la soulever pour mettre sa tête dedans...

EXPLICATION. Le Dr P. ne souffre d'aucune démence. Il est atteint d'une agnosie visuelle : une incapacité à reconnaître les objets familiers, des

symboles graphiques et, dans ce cas précis, des visages – on parle alors de prosopagnosie. La vue du Dr P. ne présente aucun défaut, c'est son cerveau qui est défaillant. «C'était précisément le cortex qui était atteint, c'est-à-dire le préalable organique à tout l'imaginaire pictural. Ainsi, par exemple, il ne rêvait plus en images : le "message" du rêve était transmis en termes non visuels», note Oliver Sacks. L'agnosie visuelle détruit irrémédiablement toute faculté d'invention et de représentation des images, tout sens du concret et de la réalité. Ce trouble neurologique apparaît le plus souvent à la suite d'un accident vasculaire cérébral ou d'une infection des zones visuelles du cerveau.





Elle ne trouve plus SES BRAS

Christiana, 27 ans, est une jeune femme active et dynamique. Elle se rend à l'hôpital pour une opération de la vésicule biliaire et reçoit une antibiothérapie préventive. Mais avant même d'avoir pu être opérée, elle se plaint de ne plus sentir son corps, elle se dit « désincarnée ». De la tête aux pieds, elle n'a plus aucune perception de la position de ses membres, qui se « dérobent ». Elle dit ainsi perdre ses bras. « Je les crois à un endroit, et je les retrouve ailleurs. »

EXPLICATION Christina a perdu toute proprioception, le sens de soi. Le système proprioceptif nous informe en permanence de la position de notre

corps dans l'espace et de ses différentes parties les unes par rapport aux autres. Dans le cas de Christina, une inflammation aiguë (polynévrite) a endommagé durablement ses fibres proprioceptives. Elle a dû apprendre à utiliser ses yeux pour compenser sa défaillance et pouvoir guider ses membres. « Elle ne put le faire qu'à condition de s'entraîner à une vigilance extrême, explique Oliver Sacks. Sa manière de faire les choses restait étrange, et pouvait se détraquer si son attention était distraite. » D'autres patients souffrent de neuropathies sensorielles sévères, avec parfois des symptômes limités aux jambes (neurosyphilis).

Il PENCHE D'UN CÔTÉ mais ne s'en rend pas compte

« **V**ous êtes comme la tour de Pise, en un peu plus penché, et un de ces jours vous allez basculer. »

Voilà ce que s'entend dire à longueur de temps M. Mac Gregor, 93 ans. Lui, ne comprend pas cette remarque, il a l'impression de marcher droit comme un I. « Comment pourrais-je pencher sans le savoir ? », fait-il remarquer à son neurologue. Pourtant, quand il se déplace, son corps s'incline d'au moins 20° par rapport à la verticale !

EXPLICATION Le maintien d'une posture stable et droite est possible grâce à trois sens : le sens labyrinthique (les labyrinthes, parties de l'oreille interne, jouent le rôle de niveau à bulle), le sens proprioceptif (la conscience de son corps) et le sens visuel. Dans le cas de M. Mac Gregor, cet équilibre est bouleversé par la maladie de Parkinson, qui touche en premier lieu son oreille interne. Il a alors une idée : fixer un niveau à bulle miniature sur ses lunettes ! C'est ainsi qu'il a pu à nouveau marcher en se tenant droit.



POUR ALLER PLUS LOIN

L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau, d'Oliver Sacks. Le Seuil, 2020 (réédition). Première publication : 1988.

La question bêtes

Qui entend avec ses yeux?

L'effraie des clochers. Avec ses oreilles asymétriques, la chouette, qui détecte de manière précise la provenance d'un son, est un modèle pour l'étude des réflexes d'orientation, ces réactions permettant de mieux percevoir un stimulus (tourner la tête au claquement d'une porte). En 1998, des scientifiques de l'Université d'Oregon (Etats-Unis) ont découvert que les pupilles de ce rapace nocturne se dilataient dès qu'il entendait un son inattendu. La technique utilisée, basée sur la mesure du diamètre des pupilles, permet d'évaluer les performances auditives des chouettes et bientôt des humains. Un test d'audition mené auprès de 31 adultes, combiné à un suivi oculaire, montre que le degré de dilatation reflète bien leurs réponses. La méthode serait utile pour «les bébés, chez lesquels un problème d'audition, dur à détecter, ralentit l'acquisition du langage», pointe l'auteur des travaux Avinash Bala (*Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 2019), dont la start-up Perceptivo élabore un test auditif pour les tout-petits. N. P.

GLOBAL/GETTY IMAGES/STOCKPHOTO



Possible ou pas?

Voir avec sa langue

Possible, du moins en partie, et ce, grâce à notre cerveau. Si la vision ne fonctionne pas, on peut passer par d'autres sens, comme le toucher. Des assistances pour aveugles reposent sur ce phénomène, la «suppléance sensorielle», qui témoigne des capacités d'adaptation du cerveau, même si le défi-

cit n'est jamais totalement compensé. C'est le cas du Brainport Vision Pro, conçu par Wicab (Etats-Unis). Le patient porte un casque équipé d'une caméra reliée à un logiciel transformant les images filmées en signaux électro-tactiles. Les vibrations, transmises sur la langue par une languette dotée de 394 élec-

trodes, varient selon la forme, la taille, la localisation et le mouvement des objets dans l'environnement visuel. Avec de l'entraînement, les patients apprennent à décoder ces signaux pour percevoir les objets, suivre leur mouvement et s'orienter. Certains en oublient même les pressions sur la langue. N. P.



Pour Elizabeth Sulser, entendre ou jouer une tierce mineure procure une saveur salée, tandis qu'une tierce majeure évoque le sucre. Une quinte (un intervalle de cinq tons) lui donne la sensation d'une gorgée d'eau fraîche alors qu'elle perçoit une sixte comme une cuillerée de crème. Cette musicienne suisse, pour qui le solfège est si gourmand, est synesthète. Ses perceptions sensorielles et les aires cérébrales impliquées sont entre-

ANUSORN/MADEE/GETTY IMAGES/STOCKPHOTO

mêlées : les notes de musique ont pour elle des couleurs, et les intervalles, des goûts qu'elle reconnaît instantanément. Cette forme de synesthésie associant plus de deux sens est rare. Mais Elizabeth Sulser n'est pas seule à trouver du goût aux sons. Un Londonien a même établi en 2013 une carte des saveurs des stations de métro : des baked beans (haricots à la sauce tomate) à Abbey Road, aux cubes de jelly (gelée) à Wimbledon! A. S.

Quel est le secret des « oreilles d'or » ?

L'entraînement. Ces marins analystes en « guerre acoustique », capables, le casque vissé sur les oreilles, de différencier un navire de commerce d'un bateau de croisière, un cachalot d'un dauphin, n'ont pas à la base une ouïe exceptionnelle. Tels des athlètes, ils entraînent leur mémoire auditive, se passant des bandes-son enregistrées lors de précédentes missions par le sonar passif de leur sous-marin ou de leur navire, qui capte tous les bruits environnants à plusieurs dizaines de kilomètres à la ronde. En 2010, des chercheurs français (CNRS/ENS Paris/Paris Descartes) ont fait écouter à des



JULIEN PANÉPATHE

volontaires une suite de motifs sonores, dont l'un était répété plusieurs fois. Au bout de deux écoutes pour les plus rapides, d'une dizaine pour les autres, les cobayes avaient mémorisé ce motif particulier. Deux semaines plus tard, ils le reconnaissaient toujours du

Le film *Le Chant du loup* (2019) met en scène une « oreille d'or » de la Marine nationale à bord d'un sous-marin nucléaire français.

premier coup. Cette plasticité auditive nous permet de repérer et de mémoriser les sons de notre environnement et de les associer à des objets. M. G.

Un fœtus a-t-il le sens de l'équilibre ?

Aussi acrobatique que soit la position de sa mère, il flotte dans le liquide amniotique, comme en apesanteur. Est-il sensible au fait qu'elle a la tête en bas ? Là où nous pourrions nous aider de notre oreille interne, nos yeux, les capteurs musculaires, articulaires et cutanés de nos membres touchant le sol pour percevoir l'orientation de notre corps, le fœtus ne peut solliciter que le système vestibulaire de l'oreille interne. Et encore, ces récepteurs de l'équilibre ne se développent qu'au deuxième trimestre de grossesse et commencent à être fonctionnels à partir du septième mois, lorsque les voies nerveuses et les zones du cerveau

auxquelles ils sont connectés deviennent suffisamment matures. « Ce que le fœtus perçoit véritablement reste inaccessible, nous ne pouvons étudier que des manifestations secondaires comme les variations de sa fréquence cardiaque en réponse à des stimuli », explique la chercheuse Carolyn Granier-Deferre. Des femmes enceintes de 37 et 38 semaines ont ainsi été placées, sous monitoring cardiaque fœtal, dans des balançelles et des rocking-chairs. Un balancement intense a provoqué une réaction cardiaque chez les fœtus, signe que le mouvement de leur mère avait bien été détecté par leur système vestibulaire. Mais sans que cela n'affecte leur position, à l'étroit et déjà la tête en bas ! A. S.



MARCOS WELSH AGEFOTOSTOCK

Vivons-nous dans un monde de fiction ?

Pour Lionel Naccache, neurologue et chercheur en neurosciences cognitives à l'Institut du cerveau à Paris, notre esprit est peuplé à chaque instant de fictions, c'est-à-dire d'histoires qui font sens pour nous, d'interprétations et de croyances. Grand amateur de cinéma, il illustre cette thèse dans son dernier essai à travers l'exemple de nos perceptions visuelles, démontrant que le fonctionnement de notre cerveau surpasse tous les scénarios du septième art. Lorsque vous pensez ouvrir les yeux pour voir le monde tel qu'il est, en fait, c'est votre cerveau qui se fait son propre film.

LE RÉEL AU FILTRE DE NOTRE CAMÉRA

En permanence, notre œil transmet un flux de clichés instantanés à notre cortex visuel. Cette projection dans «notre cinéma intérieur», comme l'appelle le neurologue, se fait au rythme saccadé de 13 images par seconde – à titre de comparaison, la fréquence est traditionnellement de 24 images par seconde au cinéma. Autre spécificité, les cellules réceptrices de la lumière qui tapissent notre rétine ne sont pas toutes sensibles aux couleurs, seuls les cônes regroupés en son centre le sont. Ce qui signifie que, lorsque nous regardons quelque chose, seuls les points que fixent nos yeux sont perçus en couleurs, tout le reste du champ de vision autour est en nuances de gris. De plus, nos rétines comportent chacune une petite tache aveugle, au point où s'insèrent le nerf optique et les vaisseaux sanguins.

DES EFFETS SPÉCIAUX AJOUTÉS AU MONTAGE

Le cerveau est une salle de montage particulièrement efficace. En une fraction de seconde, il est capable de transformer une succession de clichés essentiellement en noir et blanc en un film continu d'images en couleurs. Par quelle prouesse ? D'abord, notre cerveau fait des coupes au montage en temps quasi réel, supprimant cer-

taines images pour que les saccades de nos yeux, qui balaient le champ de vision en permanence, ne soient pas perçues et pour que notre propre mouvement ne nous donne pas l'impression de glissements brutaux dans notre champ visuel. L'autre talent de notre cerveau, c'est sa capacité d'invention ! Les images qui lui manquent

pour boucher les trous et les couleurs qu'il n'a pas eu le temps de capter, il les recrée de toutes pièces sans même que nous en ayons conscience ! « Nous avons l'intime conviction de voir tout ce qu'il y a devant nous », souligne Lionel Naccache, mais cette « complétude visuelle » n'est qu'une illusion.



WARNER BROS. PICTURES/ COLL. CHRISTOPHEL

UN FILM DONT « JE » EST LE HÉROS

Nous ne sommes pas les spectateurs passifs d'un film projeté sur l'écran de notre conscience. Nous tournons en caméra subjective un film dont « je » est à la fois le scénariste, le réalisateur, le monteur et le protagoniste. En effet, notre attention, notre humeur, notre

mémoire, nos émotions ou encore nos connaissances influencent la façon dont nous percevons l'extérieur. Lorsque nous observons une scène, notre cerveau procède à une sélection, comme on fait le tri des rushes au cinéma. Il ne retient que certaines repré-

sentations inconscientes (la présence d'une personne ou d'un objet, la perception d'une couleur ou d'un son) qui font immédiatement sens pour lui, et dont il « prend conscience ». Cette sélection très personnelle vient alors s'inscrire dans le film intérieur en cours.



En 2010, le réalisateur britannique Christopher Nolan mettait en scène dans son film *Inception* une équipe d'espions capables d'infiltrer le subconscient de leurs victimes et de les manipuler depuis cette zone grise où le rêve se mêle à la réalité.



POUR ALLER PLUS LOIN

Le Cinéma intérieur. Projection privée au cœur de la conscience, de Lionel Naccache, éd. Odile Jacob Sciences, 2020.

PROJECTION À TOUTE HEURE

Il nous est également possible de voir des films les yeux fermés, c'est le propre des rêves et de l'imaginaire. Les neuroscientifiques ont pu constater que l'imagination, le procédé mental permettant de faire naître une image dans l'esprit, mobilise le même réseau cérébral que la perception visuelle impliquant la rétine de l'œil.

Notre imaginaire, nos rêves et même nos hallucinations sont produits par le cerveau à partir d'objets et de situations déjà perçus, dans la réalité ou dans la fiction d'un livre ou d'un film. Quant à nos souvenirs, ils sont des extraits de nos films intérieurs, sélectionnés et remontés à souhait selon nos émotions et nos ressentis. A. S.

Pourquoi la **réalité virtuelle** donne-t-elle la nausée?

Car ce que perçoivent les yeux n'est pas confirmé par le labyrinthe, situé dans l'oreille interne, qui gère l'équilibre, ni par notre système proprioceptif, qui perçoit les mouvements à partir de la voûte plantaire. Quand il porte un casque 3D, l'utilisateur voit un mouvement alors que son corps reste immobile. Face à cette incohérence, le

cerveau bombarde le joueur de signaux d'alarme, comme la sensation de malaise, les sueurs froides et l'envie de vomir. « Le système visuel ne sert pas qu'à voir, mais aussi à nous stabiliser dans l'espace », explique Philippe Fuchs, professeur à Mines ParisTech et auteur de *Les Casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo* (Presses des Mines, 2016). Cette « cyber-maladie » est similaire au mal de mer. Dans ce cas,

c'est l'inverse qui se produit. Le corps perçoit les mouvements du bateau, qui sont en décalage avec les informations transmises par les yeux. Comme pour le mal des transports, nous ne sommes pas tous égaux face à la cyber-nausée : l'éditeur de jeux Ubisoft a réalisé une étude en 2015 : sur 400 joueurs, 45 % ont déclaré être sensibles aux nausées, et 6 % très sensibles. M.G.



LANASTOCK/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

Peut-on créer des **illusions tactiles** ?

Oui, des technologies simulent des textures. La vibration d'une plaque métallique ou le mouvement d'une matrice d'aiguilles sous notre doigt peut tromper notre cerveau, qui interprète ces signaux comme la douceur d'une peluche ou la rugosité d'une peau de crapaud ! Mettre au point de tels systèmes, dits

« haptiques » (qui sont liés au toucher), nécessite de comprendre le moins connu de nos sens. Pionnier depuis les années 1990, Vincent Hayward, chercheur à l'Institut des systèmes intelligents et robotiques (ISIR) de Paris, a conçu plusieurs dispositifs pour introduire le toucher dans la communication homme-machine. A

l'Université de Lille, l'équipe de Betty Lemaire-Semal travaille depuis dix ans sur le Stimtac, un stimulateur basé sur le frottement : « Le doigt passe sur une plaque en verre ou en métal qui vibre à une fréquence ultra-sonore (de 30 à 70 kHz). Un logiciel contrôle l'amplitude des vibrations, de l'ordre du micron, selon la position

du doigt. Plus la surface vibre, plus le ressenti est doux », résume la professeure en génie électrique. Des brevets protègent ces inventions, exploitées par les start-up Hap2U ou Actronika, qui promettent des illusions tactiles, comme caresser un animal dans un jeu vidéo ou toucher un pull avant son achat en ligne. N.P.

Qui a
osé...

... faire le premier trip sous LSD?

Albert Hofmann, son inventeur. Dans ses laboratoires de Bâle, le chimiste suisse travaille au développement d'un stimulant pour la circulation sanguine à partir d'un champignon parasite, l'ergot de seigle. Le 16 avril 1943, alors qu'il synthétise de l'acide lysergique diéthylamide (LSD), il en absorbe accidentellement une petite quantité lors de la manipulation et ressent alors une « drôle d'agitation » accompagnée de légères hallucinations. Trois jours plus tard, il décide d'ab-

sorber volontairement cette fois une dose plus conséquente (0,25 mg). Puis enfourche son vélo, sans savoir qu'il embarque pour le premier « trip » de l'Histoire. Il bascule dans un monde parallèle, où sa voisine prend les traits d'une sorcière malveillante et où les hallucinations semblent ne jamais devoir s'arrêter. Rien d'étonnant, le LSD bouleverse le fonctionnement du cerveau. Grâce à l'imagerie médicale, l'équipe du Dr Nutt, de l'Imperium College de Londres, a découvert en 2016 que, sous LSD, des

zones qui n'ont pas l'habitude de communiquer, comme celles de la vision, l'ouïe ou du mouvement, ne sont soudain plus indépendantes. Le cortex visuel, à l'arrière du cerveau, est la zone qui communique le plus avec les autres, d'où la fréquence des hallucinations. Quant au réseau du mode par défaut, RMD, ces régions qui restent actives lorsque le cerveau ne fait rien, il se désynchronise, provoquant une dissolution de la conscience de soi, la sensation d'être mêlé aux choses. M.G.



C'est du bluff?

ILS ENTENDENT LES OSCILLATIONS DE LA CROÛTE TERRESTRE

Signalé pour la première fois près de Bristol, en Angleterre, en 1973, un bruit mystérieux baptisé « Hum » (bourdonnement, en anglais) se fait régulièrement entendre aux quatre coins du monde. Certains avancent l'hypothèse que ce bruit sourd et intermittent, dont l'intensité moyenne est estimée entre 30 et 80 Hz, serait provoqué par les mouvements de la croûte terrestre qui monte et qui descend. Faux, répondent les spécialistes. « Ces vibrations terrestres sont de l'ordre du millihertz, explique Fabrice Ardhuin, chercheur à l'Ifremer. Un bruit imperceptible pour l'oreille humaine. » Une étude menée à Taos, au Nouveau-Mexique, concluait en 1995 que ceux qui entendent le Hum – de 2 à 10 % de la population – ne souffrent ni d'acouphènes ni d'hallucination auditive. L'explication serait peut-être à chercher du côté des activités humaines : installations industrielles, électriques... Le mystère du Hum reste entier. M.G.

FAITES LE TEST!

QUE VOYEZ-VOUS?

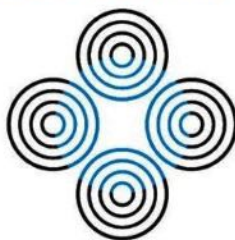


Figure 1 Effet néon

Si vous fixez la figure 1, vous voyez apparaître un halo circulaire central uniformément bleu. Pourtant, seuls des arcs de cercle sont bleus, le fond de l'image est blanc! Pour le vérifier, vous pouvez masquer les cercles et constater l'absence de couleur au centre. Cet « effet néon » a été découvert en 1971 par Dario Varin, de l'Université de Milan.

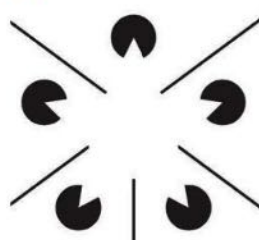


Figure 2 Contour subjectif

Si vous regardez la figure 2, sans fixer de point particulier, vous devriez voir apparaître une étoile, en superposition des cinq disques noirs et des lignes. Cette illusion d'optique, mise en évidence en 1955 par le psychologue italien Gaetano Kanizsa, est connue sous le nom de « contour subjectif » ou illusoire. Ces deux illusions sont révélatrices des

méthodes employées par notre cerveau pour interpréter efficacement les données sensorielles. Il est capable de reconstruire, à partir d'éléments fragmentaires, une forme complète comme si elle était physiquement présente. Un procédé utile par exemple dans la nature, pour deviner la présence et la posture d'un animal en partie caché par la végétation. M.D.



Le TaNGo protège-t-il d'Alzheimer ?

Né dans les bas-fonds de Buenos Aires, le tango pourrait bien faire un tabac dans les Ehpad. Après les voyous argentins, les bourgeois de la Belle Époque, ce sont les malades d'Alzheimer qui s'essaient à cette danse de salon. Car la pathologie n'altère pas que la mémoire, la dégénérescence des neurones affecte aussi la motricité, notamment la marche, qui se fait plus hésitante, plus lente. Pour compenser cette forme d'amnésie du mouvement, il n'existe aucun médicament. Aussi d'autres pistes de traitement sont-elles à l'étude, parmi celles-ci, le tango. Les chercheurs font le pari que sa pratique régulière augmente les capacités motrices et fonctionnelles des personnes souffrant de maladies neuro-dégénératives de type Alzheimer. Parce que le tango exalte la passion et que « les émotions sont une très bonne motivation pour initier un mouvement, argumente France Mourey, kinésithérapeute et chercheuse dans l'unité Cognition, action, plasticité sensorimotrice de l'Inserm. Et parce qu'il faut travailler la rotation de la tête, la dissociation des épaules et

du bassin, les déplacements latéraux et les changements en rythme. » Plus globalement, une étude (*Frontiers in Human Neuroscience*, 2017) portant sur les effets du tango mais aussi de la valse, du fox-trot... révélait chez des seniors un meilleur équilibre et une augmentation du volume de leur hippocampe au bout de dix-huit mois de pratique. Or cette région est cruciale pour la consolidation de la mémoire, l'apprentissage et la navigation dans l'espace, dégradés par la maladie d'Alzheimer. « Nous savons aussi que l'activité physique améliore l'humeur », explique France Mourey, et qu'elle pourrait réduire de 45 % le risque de développer une maladie d'Alzheimer, selon une étude menée sur plus 160 000 personnes (*Psychological Medicine*, 2009). Des indices suffisants pour lancer, en 2013, « La caravane de la mémoire ». Ce programme de recherche sur le tango comme alternative thérapeutique, piloté par l'Inserm, conduit une équipe d'Ehpad en Ehpad pour y proposer un atelier tango une fois par semaine pendant trois mois. « Nous espérons retarder les effets de la maladie, diminuer la dépendance, réduire les médicaments... » C. C.

JANIS STOK PHOTO NEWS FR



Peut-on être paralysé du cerveau ?

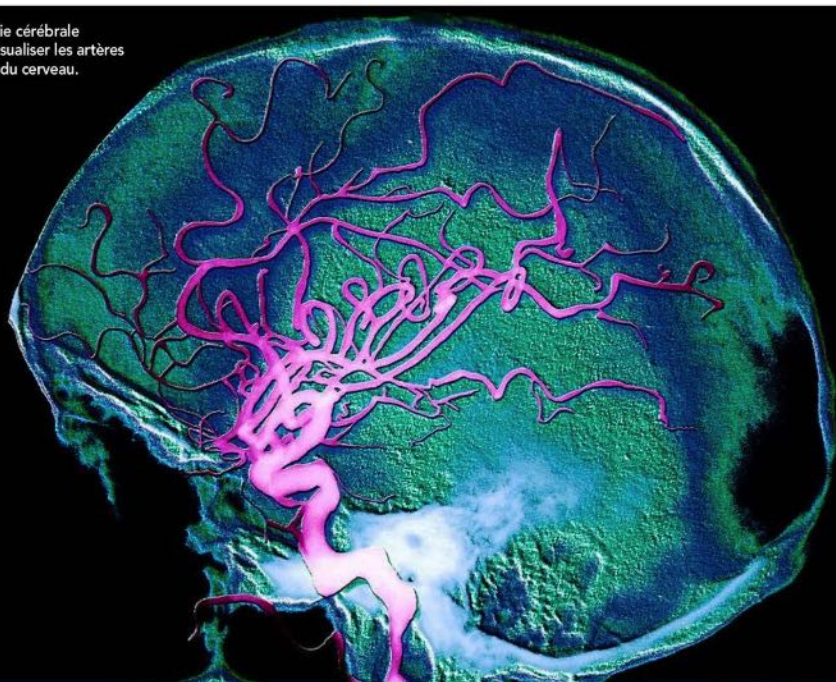
Au sens littéral, non, car il n'est pas un muscle qui pourrait cesser de se contracter. Pourtant 125 000 personnes sont atteintes de paralysie cérébrale en France. Le

terme le plus approprié serait paralysie d'origine cérébrale, car ce sont des lésions irréversibles, survenues dans le cerveau fœtal, qui entraînent des paralysies. Quatre naissances sont concernées chaque jour en France, conséquence d'une infection pendant la grossesse, d'une naissance très prématurée ou encore d'un accouchement

difficile privant le cerveau du bébé d'oxygène. Selon leur nature et leur étendue, elles provoquent des troubles du mouvement, allant de la discrète boiterie à la paralysie des quatre membres et des difficultés cognitives et sensorielles d'intensité très variable selon les personnes. Survenues dans un système nerveux en plein développe-

ment, ces lésions sont pour l'heure irréversibles, même si des injections de cellules souches par voie nasale sont à l'étude chez l'animal. Seule la rééducation permet de favoriser au maximum la plasticité cérébrale, c'est-à-dire le développement de nouveaux réseaux neuronaux, pour compenser autant que possible les handicaps. A. S.

L'angiographie cérébrale permet de visualiser les artères et les veines du cerveau.



Le cerveau est-il imperméable ?

C'est un véritable îlot protégé par la barrière hématoencéphalique. Ce nom laisse imaginer une enceinte autour du cerveau, or c'est un système beaucoup plus ramifié. Dans chaque vaisseau sanguin qui l'irrigue, y compris les capillaires les plus fins, les cellules tapissant la paroi interne sont reliées entre elles par des jonctions si serrées qu'elles peuvent filtrer de façon extrêmement sélective les éléments circulant dans le sang et pour les laisser entrer ou non dans les cellules céré-

brales. La plupart des microbes et toxines sont donc arrêtés à l'interface sang/cerveau par cette « barrière ». Les rares pathogènes capables de la franchir sont responsables d'infections graves comme les méningites, la maladie de la vache folle, la dengue ou encore le chikungunya. La question se pose encore pour le virus de la Covid-19. Des analyses post mortem ont attesté sa présence dans le cerveau de malades, mais les chercheurs ne peuvent pas dire avec certitude s'il y est entré par la voie sanguine ou en infectant le nerf ol-

factif. Si l'imperméabilité est capitale pour préserver le système nerveux central, elle complique le traitement de nombreuses maladies du cerveau comme l'épilepsie ou les tumeurs, car elle stoppe près de neuf médicaments sur dix. Plusieurs techniques de perméabilisation de la barrière hématoencéphalique sont donc à l'étude : la percer par endroits grâce à des ultrasons ciblés ou accrocher les molécules médicamenteuses sur des nanoparticules capables de se faufiler entre les mailles de ce filet protecteur. A. S.

Possible ou pas?

Des larves qui squattent la tête

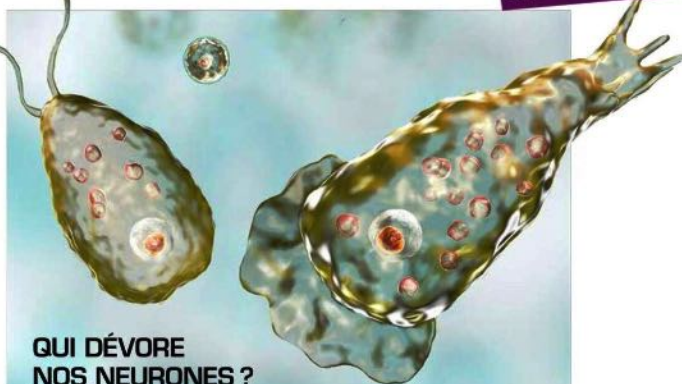
Pendant sept ans, une jeune Australienne a présenté des troubles visuels associés à de violents maux de tête. A ses 25 ans, les médecins lui ont diagnostiqué un kyste à l'arrière du cerveau. Mais lors de l'opération, ils ont constaté que cette grosseur était composée... de larves du ver plat *Taenia solium*! Ce ver est endémique de zones comme l'Afrique subsaharienne, l'Inde, l'Amérique latine et l'Asie du Sud-Est, où la jeune femme n'avait pourtant jamais voyagé. Mais elle a pu être contaminée en ingérant des œufs du parasite présents dans

l'environnement, l'eau ou l'alimentation souillée par les déjections de personnes porteuses de ce ver. Le plus souvent, le parasite squatte les intestins, c'est le fameux « ver solitaire », que l'on attrape en consommant de la viande de porc crue ou mal cuite. Mais les larves peuvent envahir les tissus et s'enkyster dans les muscles, la peau, les yeux ou le système nerveux central. On parle alors de neurocysticercose. Cette forme grave, qui touche environ 50 millions de personnes dans le monde, est la principale cause de l'épilepsie acquise dans les pays en développement. L. H.

*J'en ai marre de vivre à l'étroit dans ce crâne! Je retourne dans l'intestin!
Ver solitaire, tu es,
ver solitaire, tu resteras!*



Léonard



QUI DÉVORE NOS NEURONES ?

Cette amibe s'appelle *Naegleria fowleri*, et mieux vaut ne pas l'aspirer par le nez lors d'une baignade dans les eaux douces et chaudes des lacs et rivières, qu'elle affectionne. Elle peut remonter par le nerf olfactif jusqu'au cerveau, dont elle détruit les tissus en moins d'une semaine. Le taux de létalité de cette infection est de 95 %. Ces dernières années, plusieurs communes américaines ont vu leur réseau d'eau potable condamné pour désinfection totale après la mort de jeunes enfants infectés dans leur piscine ou en jouant avec un tuyau d'arrosage. Ces infections sont heureusement rarissimes : 34 entre 2010 et 2019 aux Etats-Unis. En France, le dernier cas remonte à 2008, un garçon de 9 ans en Guadeloupe. Par précaution, les spécialistes recommandent le pince-nez en cas d'activités exposant à l'inondation prolongée des fosses nasales. A.S.

DR. JACOB/CGETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

La question PIÈGE

Quels sont les bienfaits de l'or?

- A Il permet d'accélérer les signaux électriques.
- B Il rend le cerveau plus joli avec des reflets dorés.
- C Il rend le cerveau plus résistant.

RÉPONSE C : Des nanoparticules d'or sont utilisées dans des traitements expérimentaux pour permettre au cerveau de résister à la maladie d'Alzheimer (Nano Let-ter, 2016). Les neurones sont dotés de récepteurs nommés NMDA, certains fixés sur les synapses qui leur permettent de communiquer entre eux. Cependant, de communiquer en dehors, s'ils sont activés, ceux situés en dehors, s'ils sont activés, peuvent provoquer l'autodestruction de la cellule. Dans la maladie d'Alzheimer, les NMDA sont trop nombreux et les récepteurs, capable de les désactiver. Cependant, ce faisant, elle désactive aussi les récepteurs synaptiques, provoquant alors d'autres problèmes neurologiques comme des hallucinations ou un coma. En accrochant des nanoparticules d'or non toxiques aux molécules de mémoires, on augmente leur taille, les empêchant de s'introduire dans l'espace intersynaptique (entre les synapses) et protégeant ainsi les « bons » récepteurs de leur action. T.C.

ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

Peut-on se faire opérer d'un TOC ?

Introduire des implants dans le cerveau pour le stimuler électriquement est une technique étudiée depuis peu pour des patients souffrant de troubles psychiques, tels les troubles obsessionnels compulsifs, les TOC. Concernant entre 2 et 3 % de la population, on les reconnaît à l'apparition répétée de pensées anxieuses associées à des comportements ritualisés, comme le fait de vérifier de multiples fois si la porte est bien fermée. « Certains patients ne peuvent plus sortir de leur appartement », explique le professeur de psychiatrie Bruno Millet. Pour le tiers des patients qui ne répondent ni aux différentes thérapies ni aux traitements médicamenteux, la pose d'un implant peut être envisagée. Expérimentée en 1987 par les professeurs grenoblois Alim-Louis Benabid et Pierre Pollak pour améliorer la mobilité des patients souffrant de Parkinson, la stimulation cérébrale profonde consiste à introduire dans le cerveau une fine électrode reliée à une batterie placée sous la clavicule. Elle permet, en fonction de la fréquence des ondes électriques envoyées en continu, d'augmenter ou de diminuer l'activité neuronale autour d'elle. Or, chez les patients souffrant de TOC, on a identifié une hyperactivité du noyau subthalamique, un noyau relié à de multiples régions corticales impliquées dans des processus émotionnels et cognitifs. En le stimulant, Bruno Millet constate une amélioration chez 60 % de ses patients. Autorisée pour soigner les TOC, la stimulation cérébrale profonde fait aussi l'objet de thérapie expérimentale dans la dépression résistante, l'addiction à la cocaïne, l'anorexie sévère et les troubles bipolaires. T. C.



LE COSTAUD DES BATHINGALES (1952), DE GUY LACOURT, JEAN OZÉVINE, RAYMOND BISSIÈRE, ANNETTE POIVRE, COLL CHRISTOPHE NZ

QUI A BESOIN D'ÉLECTROCHOC ?

Les personnes souffrant de dépression sévère sans traitement alternatif ou en situation d'urgence vitale. Appelées « électroconvulsivothérapie » ou « sismothérapie » et pratiquées sous anesthésie générale, les électrochocs consistent à provoquer une

crise d'épilepsie d'une vingtaine de secondes à deux minutes. Ce faisant, ils forcent les neurones à produire de nombreuses substances dont des neurotransmetteurs qui favoriseraient de nouvelles connexions synaptiques bénéfiques au dépressif. S'ils per-

mettent une amélioration des symptômes dans 70 % des cas selon le professeur de psychiatrie Bruno Millet, il existe de nombreux effets indésirables. Plusieurs séances étant nécessaires, le patient doit être hospitalisé entre un et trois mois. De plus, il

peut se réveiller dans un état de confusion et avec des pertes de mémoire généralement temporaires. Enfin, malgré le traitement, les récurrences d'épisodes dépressifs sont la norme et nécessitent des séances d'entretien plusieurs mois ou années plus tard. T. C.

Que peut révéler ...

... notre peau ?



La maladie de Parkinson, à travers des accumulations anormales de la protéine alpha-synucléine. Depuis plusieurs années, cette protéine située à l'extrémité

des neurones, donc y compris dans les terminaisons nerveuses à fleur de peau, intéresse les chercheurs ; elle pourrait permettre de dépister les patients avant les atteintes cérébrales irréversibles. En septembre dernier, une équipe de l'Iowa a montré que rechercher l'alpha-synucléine sur un petit fragment de peau prélevée par biopsie permet de détecter avec 96 % de réussite des patients atteints d'une forme avan-

cée de Parkinson, 60 % pour les patients au stade précoce de la maladie.

... notre signature ?

Lorsque l'écriture manuscrite, une faculté automatique de haute précision, est affectée, c'est le signe d'une détérioration du programme cérébral de contrôle moteur et de coordination neuromusculaire. Dès le début de la maladie d'Alzheimer, les personnes ont tendance à avoir une écriture moins fluide et des temps d'hésitation stylo en

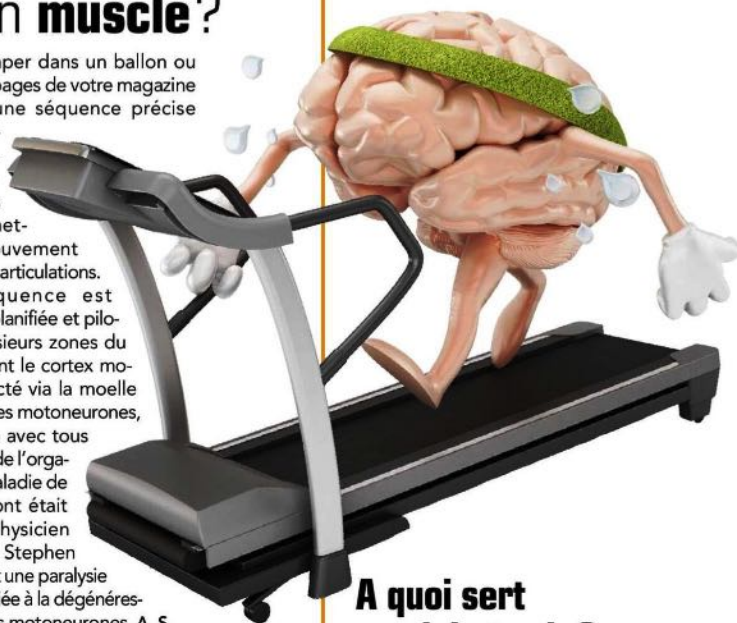


l'air plus longs que la normale. Les premiers travaux d'une équipe française alliant spécialistes de la biométrie et neurologues ont démontré que l'analyse

Le cerveau est-il un muscle ?

Non, même si de nombreux jeux de logique, de mémorisation ou de calcul mental sont présentés comme de l'entraînement cérébral permettant de « muscler » sa matière grise. Contrairement aux cellules des muscles, organisées en longues fibres qui se contractent et coulisent les unes par rapport aux autres pour créer le mouvement, les cellules neurales fonctionnent en développant des connexions pour chaque nouvelle tâche dont elles commandent l'exécution. Le parallèle avec l'entraînement sportif peut s'expliquer par le fait que la répétition d'une activité permet de solliciter plus rapidement des réseaux de neurones déjà établis. Mais vous ne sentirez jamais votre cerveau se contracter comme un biceps ! En revanche, le cerveau commande toutes les contractions musculaires volontaires. Attraper

un objet, taper dans un ballon ou tourner les pages de votre magazine nécessite une séquence précise de contractions et de décontractions de plusieurs muscles, mettant en mouvement membres et articulations. Cette séquence est construite, planifiée et pilotée par plusieurs zones du cerveau, dont le cortex moteur, connecté via la moelle épinière à des motoneurones, à l'interface avec tous les muscles de l'organisme. La maladie de Charcot, dont était atteint le physicien britannique Stephen Hawking, est une paralysie progressive liée à la dégénérescence de ces motoneurones. A. S.



A quoi sert une lobotomie ?

A détruire, avec un pic à glace, les fibres nerveuses qui relient les lobes frontaux au reste du cerveau. Elle fut mise au point dans les années 1930 pour soigner la schizophrénie. 500 000 patients auraient été lobotomisés aux États-Unis. L'intervention est irréversible et ses effets secondaires sont dramatiques : perte des émotions, de la personnalité, de la créativité. Bannie des hôpitaux français, la lobotomie a quand même fait des petits : la cingulotomie contre les dépressions sévères ou la capsulotomie contre les troubles obsessionnels compulsifs, deux opérations qui consistent à rompre chirurgicalement la communication entre deux zones du cerveau. L. R.

ALEXANDRE GUYOT/ISTOCKPHOTO



de la signature d'une personne sur tablette numérique permet de détecter les premiers signes de neuro-dégénérescence dans plus de 76 % cas.

... notre sourire ?



L'un des signes caractéristiques permettant de reconnaître un accident vasculaire cérébral (AVC) est l'affaissement d'une moitié du visage.

La paupière, la joue et la lèvre deviennent subitement tombantes et la personne a un sourire déformé et des difficultés d'élocution. Il faut de toute urgence injecter à la personne un médicament pour dissoudre le caillot qui obstrue la circulation sanguine dans l'artère irriguant le cerveau. Chaque minute, près de 2 millions de neurones sont détruits. La vitesse de réaction des proches est capitale pour limiter les séquelles.

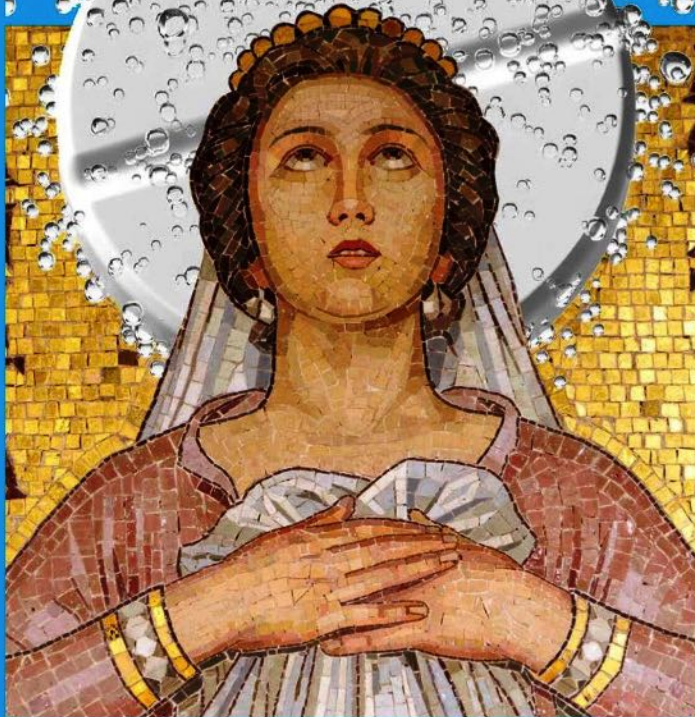
... notre mèche de cheveux ?

Fin 2019, des neuroscientifiques japonais ont découvert que les schizophrènes présentent un taux anormalement élevé d'une enzyme produisant du sulfure d'hydrogène dans les follicules de leurs cheveux. Non seulement une piste de dépistage précoce se dessine, mais le sulfure d'hydrogène ouvre aussi des pistes thérapeutiques. Son rôle de protection de l'organisme contre le stress inflammatoire laisse penser que la schizophrénie pourrait être une séquelle d'un stress intense durant le développement et que des médicaments limitant la production du sulfure d'hydrogène dans le cerveau devenu adulte pourraient être efficaces. A. S.



Faut-il prescrire des placebos ?

L'efficacité des placebos, médicaments sans principe actif, ou de « faux traitements » a été mise en évidence par plusieurs études, dont une, célèbre, porte sur une opération du genou (*New England Journal of Medicine*, 2002). 180 personnes souffrant d'arthrose ont été réparties en trois groupes pour subir trois interventions différentes : élimination sous arthroscopie des corps étrangers dans l'articulation, opération plus simple sous forme de lavage articulaire, et chirurgie totalement placebo – seule l'incision était réelle. Résultats : la fausse intervention a été tout aussi efficace, aussi bien en termes de douleur que de motricité ! Le fait de tromper le malade étant contraire à l'éthique, cette pratique n'est autorisée que dans les essais cliniques. Cependant, l'effet placebo ne repose pas que sur le leurre, cela fonctionne dans certains cas même si le patient en est informé. C'est pourquoi un certain flou entoure la prescription d'un placebo. Selon une étude de la Société française d'étude de la douleur, 35 % des médecins et 53 % des infirmières affirment y avoir recours. Certains misent aussi sur les effets de la relation médecin-patient : il est démontré que plus un soignant est convaincu de l'efficacité d'un produit, médicament ou placebo, plus le patient en tire des bénéfices. Un mécanisme bien connu des psychothérapeutes. Comme l'explique



PAKET / RICHARD MCGURK/GETTY IMAGES/STOCKPHOTO/ MONTAGE PHOTO: MURIELLE GÉRAUD

France Haour, de l'Inserm, « les différents types de psychothérapie ont en commun avec l'effet placebo d'avoir une efficacité en partie attribuable au conditionne-

ment du patient ou à son "attente-conviction" vis-à-vis de la thérapeutique ou du thérapeute ». Et là, rien de contraire à l'éthique ! C. C.

Vous avez dit BiZaRRe ?

Il fait une vraie fausse OVERDOSE

L'homme participait à un essai clinique ayant pour but d'évaluer l'efficacité d'un antidépresseur. Comme dans toute étude dite en « double aveugle », une moitié des participants ingère le médicament à tester, et l'autre, un placebo. Et personne ne

sait à quel groupe il appartient. Notre homme, vraiment dépressif, décide de mettre fin à ses jours en avalant 29 comprimés qu'il croit être des antidépresseurs. L'instinct de survie étant plus fort, il appelle à l'aide et se retrouve aux urgences. En état critique, sa ten-

sion est au plus bas malgré les soins. Il ne retrouvera ses esprits que quand les médecins lui annonceront qu'il a avalé 29 pilules... de placebo.

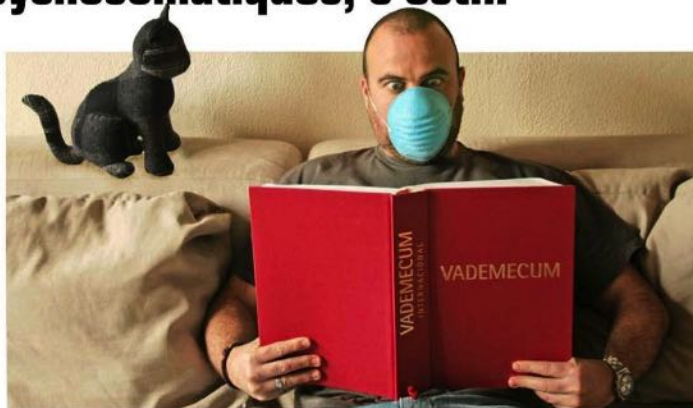
EXPLICATION Les symptômes bien réels de cette overdose sont en fait le résultat de l'ef-

fet « nocebo ». Convaincu que son geste suicidaire allait provoquer de graves effets secondaires, l'homme a finalement induit ses effets d'origine purement psychologiques. Trompé par des informations erronées, le cerveau réagit de manière... erronée. C. C.

NEURO-MYTHE

Réponses

d'Aurélien Beloïlid

Neurologue, hypnothérapeute,
vice-président du Forum européen
de bioéthique.Auteur de Non, ce n'est pas que dans
votre tête (éd. Marabout, 2019).Les maladies
psychosomatiques, c'est...

GETTY IMAGES

... DES MALADIES IMAGINAIRES ?

Non. Les affabulateurs sont très rares. Personne n'a intérêt à se bourrer de médicaments, à déprimer, à se couper de son entourage ! Les maladies psychosomatiques se manifestent par des symptômes bien réels. Si certains, y compris des médecins, ne croient pas en l'existence des maladies psychosomatiques, c'est d'abord parce que le terme même génère l'incrédulité. Dans la culture occidentale, corps et esprit sont inconciliables.

... DES MALADIES QUI N'ONT PAS
D'ORIGINE IDENTIFIÉE ?

Je ne crois ni à la magie ni aux lésions imaginaires. Notre état de santé varie en fonction de notre état émotionnel, et cette intrication repose sur une extraordinaire complexité, quasiment inexplorable. L'organe psychique influence

le fonctionnement du système nerveux et réciproquement. De très nombreuses fonctions peuvent être modifiées. Des troubles de la vision, de l'audition, de l'odorat, du goût et de l'équilibre apparaissent sans qu'il y ait la moindre lésion observée. Le problème, c'est que la médecine refuse d'admettre qu'une situation pathologique n'est pas démontrable physiquement.

... MARGINAL ?

Nous estimons que 30 % des motifs de consultation ont une origine psychosomatique. Le DSM, qui recense les troubles mentaux, a effacé l'origine psychosomatique, considérant que dans vingt ou trente ans celle-ci sera découverte. Ces affections-là comptent parmi les plus fréquentes, les plus invalidantes et les plus coûteuses qui soient. C. C.

... magnétiser
des malades ?

Franz Anton Mesmer. Ce médecin austro-hongrois du XVIII^e siècle était convaincu que le mouvement des planètes avait une influence sur notre organisme et que la maladie découlait d'une rupture d'harmonie entre les corps célestes et le corps humain. Pour la rétablir, Mesmer s'est inspiré de certains de ses pairs adeptes de la médecine dite magnétique, et a développé une thérapeutique re-

posant sur le concept de « magnétisme animal ». Son traitement consistait donc à restaurer la libre circulation de ce fluide magnétique dans tout le corps grâce à l'imposition de ses mains, des incantations mais aussi avec des barres de fer auxquelles s'agrippaient les malades. Ces derniers pris de convulsions affirmaient être guéris. Après avoir connu un vif succès en Europe, le magnétiseur s'est heurté à la communauté

scientifique. En 1784, une commission de la Société royale de médecine conclut que les

effets du magnétisme animal n'étaient dus qu'à l'imagination des patients. C. C.



SCIENCE PHOTO LIBRARY / AIG-IMAGES

C'est quoi
ce bug ?

L'anosognosie

Ce trouble neuropsychologique fait qu'une personne n'est pas ou peu consciente de sa maladie ou de sa perte de capacités. Symptôme fréquent chez les patients atteints d'Alzheimer, il explique pourquoi ils ont tendance à oublier qu'ils oublient. L'anosognosie peut aussi apparaître brutalement après un accident vasculaire cérébral ; l'une des fonctions cognitives du malade est objectivement touchée mais il ne s'en rend pas compte. Sa cause est encore assez mal comprise, mais elle semble liée à une atteinte cérébrale, ce qui la différencie du déni, mécanisme de protection psychologique. A. S.

Jean Dujardin incarne Hubert Bonisseur de la Bath, alias OSS117, dans la série éponyme de Michel Hazanavicius. La sortie du troisième opus de ce pastiche de James Bond, *Alerte rouge en Afrique noire*, est prévue en 2021.



Comment les ESPions jouent-ils double « je » ?

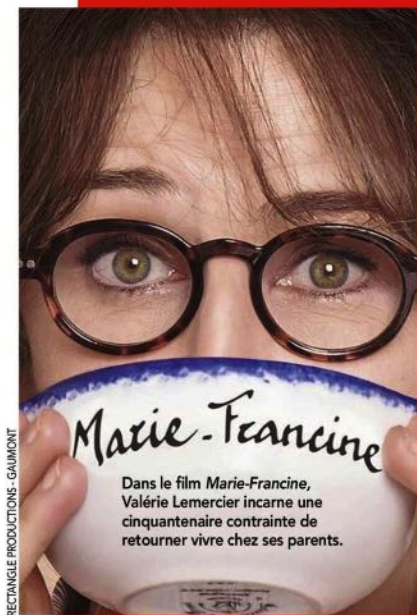
En mentant comme ils respirent, y compris à leurs proches. C'est ce qu'ont découvert Tim et Alex Foley, deux adolescents canadiens le 27 juin 2010.

Ce jour-là, le FBI défonce la porte de la maison familiale et arrête leurs parents, Donald Heathfield, cadre dans un cabinet-conseil à Boston, et Tracey Foley, agent immobilier, pour espionnage. Les deux garçons apprennent, éberlués, que ceux qui les ont mis au monde sont en fait deux agents russes : Andreï Bezroukov et Elena Vavilova. Ils avaient usurpé l'identité de deux Canadiens décédés et menaient une existence de façade, tout en jouant les espions pour le compte de Moscou dans le cadre d'un programme secret baptisé « Les clandestins ». Vingt ans de mensonges et de dissimulations

venaient de voler en éclats ! Comment leurs parents ont-ils réussi à duper Tim et Alex ? En mettant leur cortex préfrontal en action avec brio. Ainsi que l'ont montré des chercheurs de l'Université de Saint-Petersbourg en 2017, lorsqu'on ment, une connexion se crée entre le gyrus frontal médian et le gyrus frontal inférieur, situés dans l'hémisphère gauche. C'est le signe que le cerveau hésite entre un discours mensonger et des propos honnêtes. Chez les espions, le fonctionnement est le même, mais ceux-là excellent dans l'art de cacher les signes non verbaux qui peuvent trahir le menteur – transpiration, gorge sèche, mains moites... Une aisance acquise à force d'entraînement. « Mentir, ça s'apprend. On fait des exercices, puis on ment de façon de plus en plus naturelle », confie Olivier Mas (c'est un pseudonyme), auteur

de *Profession espion* (Hoëbeke, 2019) et ancien de la DGSE, qui a passé trois ans sous couverture. Rien d'étonnant à cela. Le cerveau semble s'habituer au mensonge. Une étude menée par l'Université de Genève a mis en évidence qu'un premier mensonge active fortement l'amygdale, centre des émotions du cerveau qui réagit lorsqu'on est apeuré et qu'on sent une menace. Mais cette activation diminue quand l'imposture se répète, comme si le cerveau avait de moins en moins peur des possibles effets de ces simulacres. On comprend alors comment nombre d'espions parviennent à tromper les détecteurs de mensonges. Ainsi d'Aldrich Ames, un agent de la CIA, arrêté en 1993 pour avoir espionné son pays au profit du KGB. Il avait pourtant par deux fois « brillamment » passé les tests du polygraphe... M. G.

Pourquoi a-t-on la tête de son prénom ?



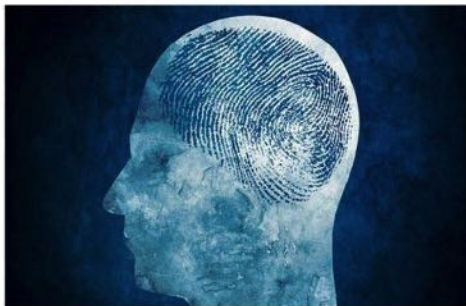
Dans le film *Marie-Francine*, Valérie Lemercier incarne une cinquantenaire contrainte de retourner vivre chez ses parents.

Parce qu'on finit par ressembler aux stéréotypes qui y sont attachés ! Des volontaires à qui l'on a proposé de deviner le prénom de vingt inconnus parmi une liste de propositions ont cité le bon résultat dans près de 30 % des cas (*Journal of Personality and Social Psychology*, 2017). Et quand c'est un logiciel qui passe le test, la proportion de réponses justes avoisine les 60 %. Comment expliquer ce phénomène ? Chaque prénom est associé à des idées reçues, des attentes sociales. Il est probable que les parents élèvent inconsciemment leur enfant en projetant sur ce dernier les caractéristiques qu'ils attribuent à un prénom. Résultat : Constance, jugée calme et bonne élève, et Amandine, considérée comme intrépide, finiraient par ressembler à ce qu'on attend d'elles. En intériorisant ce jugement social, elles adop-

teraient des postures, des expressions, des coiffures correspondant à ces stéréotypes. Constance raffolant des carrés bien lisses tandis qu'Amandine osera les couleurs flamboyantes. Le pouvoir des mots sur notre apparence et notre comportement ne s'arrête pas au prénom. Ainsi, une étude publiée en 1996 a montré qu'après avoir manié de nombreux termes évoquant la vieillesse (retraité, Loto, sage, solitaire, vieux...), les cobayes (des étudiants) marchaient moins vite, comme s'ils avaient intériorisé la lenteur qui accompagne le grand âge. Si on lui répète qu'elle est intrépide, Amandine finira donc par se comporter de la sorte. Reste que cette loi selon laquelle on a la tête de son prénom ne franchit pas les frontières. Faute de connaître les préjugés attachés à tel ou tel prénom, un étranger ne saura pas distinguer Constance d'Amandine. M. G.

Peut-on être indentifié par son « empreinte cérébrale » ?

Oui, avec une précision de 90 %. C'est ce à quoi sont parvenus des chercheurs de l'Université de Zurich après avoir observé sous IRM le cerveau de 191 individus âgés de 64 à 85 ans, sur une période de deux ans. Ils ont pu identifier une combinaison de caractéristiques anatomiques (parmi 490) propre à chacun, dont certaines très générales comme le volume total du cerveau ou l'épaisseur du cortex. La disposition des sillons et des crêtes du cerveau est aussi unique que le sont les empreintes digitales : les chercheurs ont



montré qu'elle est modelée par les gènes et l'expérience – la pratique d'une activité, comme la musique, le golf ou les échecs, des événements de courte durée comme l'immobilisation

d'un membre pendant deux semaines. Mais l'IRM étant coûteuse et chronophage, il est toutefois peu probable que ce procédé remplace à l'avenir les capteurs d'empreintes digi-

tales. En revanche, des systèmes d'identification des ondes cérébrales sont en développement. Aux États-Unis, la société d'origine belge Aerendix affirme avoir mis au point une technique biométrique basée sur le signal électrique émis par le cerveau et transmis par les nerfs jusqu'aux mains. Capté et analysé par un smartphone, ce signal cérébral, unique, permettrait de sécuriser les identités numériques. L. H.



C'est du bluff?

LES TESTS DE PERSONNALITÉ

«Vous avez besoin d'être aimé et admiré, et pourtant vous êtes critique avec vous-même.» Cette phrase, extraite d'une expérience menée par le psychologue américain Bertram Forer en 1948, est un énoncé suffisamment général, contradictoire et globalement flatteur pour que chacun considère qu'il s'applique à son

propre caractère. Notre cerveau, dupé, trouve rapidement des exemples de situation étayant ces traits de personnalité. En psychologie sociale, ce biais cognitif est appelé effet Barnum, ou effet de validation personnelle. C'est sur lui que reposent les horoscopes et autres analyses graphologiques, mais aussi de nombreux

tests de personnalité rapides, utilisés en entreprise et en développement personnel. Les psychologues ont plutôt recours à des batteries de tests plus complexes, à la fois auto-administrés et par le professionnel lui-même qui analyse comment la personne répond, ce qui peut être aussi éclairant que la réponse. A. S.

Les vrais jumeaux ont-ils le même cerveau?

Non, même si les jumeaux monozygotes (un même ovule fécondé qui s'est ensuite divisé en deux) partagent au départ le même génome. Car dès les premières semaines de grossesse, lorsque les cellules se divisent pour former les deux embryons, des mutations aléatoires pour chacun d'entre eux peuvent se produire dans l'ADN, et donc différencier leur cerveau. Tout au long de la vie, deux processus vont ensuite accentuer ces différences. D'une part, l'expression de l'ensemble des gènes du corps est influencée par l'environnement, l'alimentation ou encore les expériences vécues – on parle de modifications épigénétiques. D'autre part, les capacités d'apprentissage et de mémorisation du cerveau en font un organe en perpétuelle transformation. Sa plasticité lui permet de créer de nouveaux neurones et de nouvelles connexions selon l'expérience et les besoins de chacun : la pratique d'un instrument de musique, l'apprentissage d'une langue étrangère...

A. S.

20 mois

C'est l'âge moyen de la prise de conscience de soi chez l'enfant. Plus jeune, il prend son reflet dans le miroir pour un autre. En pédopsychiatrie, on considère ce test du miroir comme l'une des premières étapes de la construction de l'identité.

Comment prédire le caractère d'un adulte?

En observant ses traits de caractère quand il est bébé (PNAS, 2020). Des chercheurs américains ont suivi jusqu'à leurs 26 ans une centaine d'individus, identifiés dès leurs 14 mois comme présentant un tempérament d'inhibition comportementale (IC) – prudence et crainte face à des situations nouvelles. Ils sont devenus des adolescents puis des adultes introvertis, avec moins de relations sociales et plus de risques de développer des troubles anxieux. En revanche, cela ne les empêche pas d'avoir une vie affective et professionnelle accomplies. Attention toutefois au risque d'étiquetage! En 2006, en France, un collectif intitulé «Pas de 0 de conduite pour les enfants de 3 ans» avait protesté contre un rapport de l'Inserm préconisant le repérage de troubles du comportement dès la crèche et la maternelle. K.H.





Qui a osé...

... peser la cervelle des criminels ?

Cesare Lombroso, un médecin italien convaincu que la criminalité est une prédisposition innée. Mieux, selon lui, il serait possible de la repérer grâce à certains traits physiques spécifiques et héréditaires. Pour accréditer sa thèse, développée dans *L'Homme criminel*, paru en 1876, il a étudié le crâne de 35 repris de justice, dont celui de l'Italien Giuseppe Villella (ci-dessus), condamné pour vol. Il les a mesurés, pesés, a noté les asymétries, les microcéphalies, a détaillé la taille des mâchoires, des orbites... jusqu'à obtenir un cahier des charges concluant que le cerveau des criminels, 1455 g en moyenne, serait moins lourd que celui des individus honnêtes (de 1475 à 1550 g). Cette théorie, très en vue à la fin du XIX^e siècle, va être finalement battue en brèche, et la criminalité sera expliquée par des causes sociologiques plutôt qu'anthropométriques. **M.G.**

MURÉE LOMBROSO

Combien de fois par jour change-t-on de tempérament ?

Impossible de donner un chiffre précis, mais en étudiant les tweets de 2,4 millions de personnes dans 84 pays pendant deux ans, Scott Golder et Michael Macy, chercheurs à l'université de Cornell (Etats-Unis), ont constaté que, de façon générale, les individus se réveillent de bonne humeur et celle-ci se détériore au fil de la journée (*Science*, 2011). Nous sommes aussi, selon eux, sensibles au travail et à la saison (durée du jour) car plus positifs le week-end et l'été. Nos émotions, notre motivation, notre attention, notre efficacité etc. sont autant d'états cognitifs qui varient au cours de la journée. D'où l'intérêt de développer des méthodes d'apprentissage qui prennent en compte ce processus

pour de meilleurs résultats. Les Cogni'classes s'inspirent ainsi des recherches sur les mécanismes neurologiques pour expérimenter des approches pédagogiques : découper les séances en fonction de l'attention des élèves, proposer des temps de relaxation, ou replacer les émotions au centre de l'enseignement pour renforcer son acquisition. Même chose au travail, où certaines entreprises commencent à s'adapter au fonctionnement cérébral. Les responsables sont encouragés à utiliser la spécificité des neurones miroirs, qui nous poussent à imiter notre interlocuteur, pour véhiculer des émotions positives ou pour se projeter dans le futur et générer de la motivation. **T.C.**

Possible ou pas ?

Télécharger nos pensées

Quelque 86 milliards de neurones, dotés chacun de 7000 synapses ! Vouloir copier le cerveau humain est déjà en soi une tâche ambitieuse. En 2019, les chercheurs du Human Brain Project, un projet européen qui vise à modéliser le cerveau, annonçaient avoir informatisé depuis 2013 une architecture à 200 000 neurones, soit le cerveau... d'une mouche ! N'en déplaise aux post-humanistes, un transfert de la vie mentale sur un ordinateur relève donc de la science-fiction.

En revanche, l'association cerveau-machine est déjà une réalité. Des interfaces permettent d'enregistrer les signaux électriques émis par les neurones lors d'une pensée particulière et de piloter un ordinateur ou une prothèse. Ainsi, en 2019, le centre de recherche biomédicale Clinelec (Grenoble) a permis à un patient tétraplégique de se déplacer grâce à une neuroprothèse qui recueille, transmet et décode en temps réel les signaux cérébraux pour contrôler un exosquelette. **L. H.**

*S'approuve vos recherches, Louis.
Mais pourriez-vous copier votre
cerveau ailleurs qu'au bureau ?*



Qui est le coupable, moi ou mon cerveau ?



Le cerveau d'Averell Dalton, une circonstance atténuante à ses nombreux délits ?

A en croire certains verdicts de jugement, le cerveau. Pour déresponsabiliser leurs clients des faits qui leur sont reprochés, des avocats n'hésitent pas à présenter des dossiers neurologiques, une pratique autorisée en France dans le cadre judiciaire. Entre 2005 et 2015, aux États-Unis, où des statistiques sont disponibles, leur utilisation a quadruplé, et dans 20% des cas ont eu une influence en faveur de l'incriminé, à l'exemple de John McCluskey. Alors qu'il venait de s'évader de prison, cet homme en cavale a abattu un couple de retraités. A son procès, en 2013, ses avocats lui évitent la peine de mort en invoquant plusieurs anomalies cérébrales (des différences avec les moyennes de la population générale), qui l'auraient empêché de contrôler ses actes. Pour étayer leur argumentation, les avocats peuvent aussi compter sur les découvertes récentes des neurosciences, qui révèlent les mécanismes cérébraux complexes de la prise de décision et interrogent la notion de libre arbitre. En 2019, des chercheurs ont en effet réussi à prédire les décisions de participants, dont l'activité cérébrale était observée par IRMf, onze secondes avant que ces derniers en aient conscience ! Notre identité se résumerait-elle à des fonctions cérébrales ? C'est ce que pense le professeur en sciences du comportement Nick Chater, auteur de *Et si le cerveau était bête ?* (éd. Plon 2018). Selon lui, nos choix, nos sentiments, ne seraient tributaires que de la structure de notre cerveau et de son réseau de connexions synaptiques, modelés par l'ADN d'une part, notre environnement et notre expérience d'autre part. Le subconscient ou la personnalité n'existeraient pas. Ce serait la vitesse d'exécution du cerveau qui donnerait cette impression de profondeur, de l'existence d'un « moi » immatériel. Cette approche matérialiste est loin de faire consensus, mais les recherches en neurosciences ne permettent pas de trancher sur l'existence ou non d'une âme. T. C.

Notre métier déforme-t-il notre cerveau ?

Aujourd'hui, il est établi que la déformation professionnelle qui souvent nous caractérise a une réalité neurologique. Elle est due à la plasticité de notre cerveau, capable de modifier sa structure et son activité tout au long de la vie en fonction des expériences vécues. Les ornithologistes, les radiologues... présentent tous, par exemple, des modifications au niveau des aires de reconnaissance visuelle du cerveau liées à un sens de l'observation particulièrement développé de par l'exercice de leur métier. Pour détecter ces particularités,

les chercheurs utilisent l'imagerie par résonance magnétique (IRM), qui permet de visualiser les réseaux de neurones mobilisés, l'épaisseur du cortex ainsi que les faisceaux synaptiques permettant à l'information de circuler. Cependant, avec une résolution de 1 mm – le corps d'un neurone est de dix à cent fois plus petit –, et des résultats délicats en termes d'interprétation, ces différences cérébrales ne sont pour l'instant détectables que pour des personnes expertes dans un domaine et dont les compétences sont suffisamment spécifiques et éloignées de celles du plus grand nombre. T. C.



SEANSHOT / GETTY IMAGES/STOCKPHOTO

Le parfumeur

Plus il est entraîné à distinguer des odeurs, par milliers, plus son cortex piriforme, engagé dans l'olfaction, ainsi qu'une région orbitofrontale avoisinant le sillon olfactif sont développés (*NeuroImage*, 2013). De plus, l'activité dans les régions olfactives et mnésiques (liées à la mémoire) de son cerveau diminuent du fait d'une communication neuronale probablement plus rapide et ciblée. Ce sont peut-être ces différences qui lui permettent, rien qu'en l'imaginant, de sentir une fragrance alors qu'elle est absente et de créer ainsi de nouveaux parfums par la seule pensée.

L'interprète

L'interprétation simultanée nécessite la maîtrise de plusieurs langues ainsi que la capacité de traduire ce qui vient d'être dit, tout en mémorisant et analysant ce qui est en train de l'être. Des chercheurs suisses et américains ont ainsi mis en évidence, chez 34 étudiants interprètes, un développement des régions cérébrales impliquées dans la perception du langage et la formulation d'un discours mais aussi dans la mobilisation de la mémoire et le contrôle attentionnel. Avec l'expérience, une partie de la tâche semble aussi s'automatiser, permettant de libérer plus de ressources cognitives pour une meilleure formulation.



OSCARA / GETTY IMAGES/STOCKPHOTO



A.B. IMAGES / GETTY IMAGES/STOCKPHOTO

Le chauffeur de taxi

En suivant un groupe de 79 aspirants chauffeurs de taxi, des chercheurs de l'University College London ont observé que les 39 participants qui avaient réussi leur examen de conduite dans les 25 000 rues labyrinthiques de la capitale britannique avaient l'hippocampe postérieur plus volumineux que ceux qui l'avaient raté. Cette zone du cerveau impliquée dans la mémorisation et la navigation spatiale était de taille similaire chez tous les candidats avant qu'ils ne débutent leur apprentissage. Il s'avère que les lauréats s'étaient deux fois plus entraînés que les autres.



Le sportif professionnel

Si certains changements neurologiques, comme l'automatisation du mouvement du pied chez le footballeur Neymar (*Frontiers*, 2014), proviennent de l'entraînement physique, d'autres sont provoquées par les capacités cognitives que les sportifs mobilisent. L'analyse continue de la situation sur le terrain de foot amène, par exemple, à une activation plus importante de l'aire visuelle (*Neuroimage*, 2018). Il a d'ailleurs été montré dans plusieurs études que plus des athlètes évoluent à un haut niveau de compétition, plus leurs compétences cognitives sont importantes.

La question PIÈGE

Pourquoi le cerveau des astronautes ne tourne pas rond ?

- ☐ A Il est sous pression.
- ☐ B Il fuit.
- ☐ C Il grossit.

RÉPONSES : A B C.

En microgravité, le fluide qui circule dans les espaces vides du cerveau et de la moelle épinière se répartit mal et a tendance à stagner au niveau de la tête, ce qui peut provoquer une surpression. Des clichés réalisés avant et plusieurs fois après leur séjour dans l'espace (*Radiology*, 2020) ont révélé une expansion de la matière blanche du cerveau (composée des fibres synaptiques) juste après leur retour sur Terre, suivie de sa diminution au cours du temps. Les chercheurs font l'hypothèse que le liquide cébrospinal sous pression se serait infiltré dans la substance blanche puis, une fois la surpression disparue, s'en serait retiré. La possibilité de séquelles neurologiques est actuellement étudiée. T. C.

Le pouvoir monte-t-il à la tête ?

Bokassa, qui se proclame empereur lors d'une cérémonie délirante en 1976. Trump (ci-contre), qui refuse de reconnaître sa défaite en 2020. Louis XIV, qui s'autoproclame Roi-Soleil. Les exemples sont légion : le pouvoir peut faire perdre la raison et transformer une personnalité. Ce phénomène, le syndrome d'hubris, a été identifié par David Owen, médecin et ancien ministre des Affaires étrangères britannique. Toute-puissance, orgueil démesuré, confiance excessive en son propre jugement et mépris des critiques, souci disproportionné de son image et son apparence, sentiment d'invulnérabilité... Il dénombre treize symptômes – dont certains relèvent aussi d'autres pathologies, comme

la personnalité narcissique, hystérique ou anti-sociale. La présence de trois d'entre eux permet de poser le diagnostic. Un chef de rayon ou votre collègue qui vient d'avoir une promotion peuvent aussi être touchés. Même les poissons n'y échappent pas ! Chez les cichlidés du lac Tanganyka, en Afrique, étudiés par le neuropsychologue Ian H. Robertson, le mâle dominé, s'il vient à remplacer le mâle alpha (le dominant), subit une modification de son organisme causée par une réaction hormonale. On observe aussi ce phénomène chez l'être humain : la dopamine inonde le cerveau, entraînant une addiction et modifiant son fonctionnement. Pour s'en préserver ? Choisir son entourage qui saura rester critique. M. G.



BRIAN SYNDER/REUTERS

NEURO-MYTHE

Réponses de
Thomas Boraud

Neurobiologiste, directeur de recherche au CNRS, directeur de l'Institut des maladies neurodégénératives.

... UNE DISCIPLINE SCIENTIFIQUE ?

Non. C'est une thérapie, dont l'objectif est de modifier nos représentations mentales. Elle utilise des techniques de suggestion verbales et corporelles, auxquelles on ajoute une couche de neurologie, pour lui donner de la légitimité. Cependant, les postulats de départ sont flous et son efficacité n'a jamais été démontrée scientifiquement. Pour changer ses comportements, il n'y a pas de miracle, il faut de la persévérance.

La programmation neurolinguistique, c'est...

... MODIFIER SA PERSONNALITÉ ?

Le concept de personnalité est compliqué à définir. Un individu n'est pas constant dans ses comportements, qui peuvent varier selon son état émotionnel et ses besoins du moment. Si la PNL génère la modification d'une réponse comportementale, ce n'est pas lié à une « reprogrammation » mais simplement à une déviation du cadre de référence interne, que chacun se construit pour interagir avec son environnement. Cela relève davantage de l'autosuggestion, les structures cérébrales restent, elles, inchangées.

... REFORMATER LE CERVEAU ?

Non, on ne peut pas, comme dans un ordinateur, faire tourner un nouveau programme à la demande. Très plastique, le cerveau est en évolution permanente. Dès que l'on fait un nouvel apprentissage ou acquiert une nouvelle habitude, il se modifie. Mais ces changements sont lents, surtout si les habitudes sont anciennes et activent les circuits de la récompense, comme le tabac ou l'alcool. Il existe tellement de variables que l'on ne peut prétendre modifier le cerveau par suggestion. **Propos recueillis par F. B.**

C'est quoi ce bug ?

La dysphorie de genre

Il s'agit de la détresse psychologique ressentie par les personnes transgenres, qui expérimentent des situations d'inadéquation entre leur genre vécu et le sexe assigné à leur naissance au vu des organes génitaux. Cette dysphorie, qui peut avoir des conséquences dramatiques et mener au suicide, est classée comme un trouble psychiatrique, situation que les intéressé(e)s jugent très stigmatisante. En France, ce type de dysphorie doit être diagnostiqué par un professionnel pour que la personne puisse bénéficier, si elle le souhaite, d'une chirurgie d'affirmation de genre. A. S.

Vous avez dit BiZaRRe?

Après un **ACCIDENT À LA TÊTE**, il change de caractère

Phineas Gage est un jeune contremaître de 25 ans, sérieux, attentionné, sociable et organisé. Il travaille à la construction des chemins de fer aux États-Unis en pleine conquête de l'Ouest. Le 13 septembre 1848, il est victime d'un accident : lors d'une explosion, une barre à mine de 3 cm de diamètre et

1 m de long lui perfore le crâne, le traversant de la pommette gauche au sommet du crâne. Il survit à l'accident et n'a, semble-t-il, pour toute séquelle physique, qu'un œil en moins. En revanche, son humeur est changeante, il est devenu agressif, vulgaire, capricieux. Selon ses amis, «Gage n'était plus Gage».

EXPLICATION. Le cas de Phineas Gage a fait l'objet de plusieurs interprétations. On conclut à l'époque que le lobe frontal est touché et qu'il est «le siège de l'âme». La barre pourrait aussi avoir endommagé des connexions entre les deux hémisphères impliquées dans les émotions et la prise de décision. Malgré les

tentatives de reconstitution du traumatisme, les sources étant lacunaires, on ne connaît pas l'étendue réelle des dégâts et il est difficile de poser un diagnostic. Toujours est-il que cette histoire, devenue un cas d'école en neurologie, démontre pour la première fois le lien entre le cerveau et la personnalité. M. D.

Homme et femme ont-ils le même cerveau ?

Rien ne permet de distinguer à l'œil nu si un cerveau est celui d'un homme ou celui d'une femme. Même la différence de volume – les hommes ont un cerveau en moyenne un peu plus gros et plus lourd – n'est pas assez nette pour être indicative. Au cours de la grossesse, le développement cérébral n'est pas di-

rectement gouverné par les chromosomes sexuels X et Y, les structures doivent donc se mettre en place indifféremment, même si les scientifiques manquent de données d'IRM chez les nouveau-nés pour l'attester. Sur le plan fonctionnel, cependant, il est certain que l'hypothalamus et l'hypophyse, deux zones agissant comme des chefs d'orchestre des fonctions reproductives, ne sécrètent pas les mêmes hormones ni les mêmes quantités selon le sexe du fœtus. La période de l'enfance, durant laquelle des milliers de nouveaux neurones et surtout de nouvelles connexions entre ces derniers se développent, transforme le cerveau au gré des apprentissages, des sollicitations de l'environnement, des expériences vécues... qui peuvent se révéler très différentes entre une petite fille et un petit garçon, mais aussi entre deux enfants du même sexe. Dans son ouvrage *Le cerveau a-t-il un sexe ?*, paru en

janvier 2020, la neuroscientifique israélienne Daphna Joël répond que cet organe serait plutôt intersexué, c'est-à-dire jamais typiquement féminin ou typiquement masculin. Elle décrit ainsi notre cerveau comme une mosaïque singulière, tant pour la structure de l'organe que pour son fonctionnement et les traits de caractère qui y sont corrélés. A. S.



Peut-on



Le dispositif Dormio mis au point par le MIT enregistre les données physiologiques (tonus musculaire, rythme cardiaque, conductance de la peau) et réveille le dormeur quand il entre dans le stade le plus précoce du sommeil, l'hypnagogie, pour lui suggérer un mot et lui demander à quoi il pense. Cet état de semi-conscience permet en effet de répondre à un stimulus alors qu'on est déjà en train de rêver.

prendre le contrôle de ses RêVeS ?

On peut en influencer le contenu en pensant fortement, avant de s'endormir, à ce que l'on souhaite y voir. Par exemple, un « arbre ». Le mot a été suggéré oralement à des volontaires, avant et pendant la phase d'endormissement, par le dispositif Dormio mis au point cette année par l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT). À l'issue du test, 67% des participants confirmaient la présence d'un arbre d'une façon plus ou moins explicite dans leurs songes. D'autres études sur ce que l'on appelle le « rêve lucide » ont montré des résultats impressionnants. « Contrairement aux rêveurs classiques, les rêveurs lucides, bien que complètement endormis, se rendent compte qu'ils sont dans un rêve, et les plus expérimentés sont capables, par la volonté, d'en changer de petits détails », décrit Delphine Oudiette, chercheuse à l'Institut du cerveau. Environ la moitié d'entre nous avons eu un rêve lucide au moins une fois dans notre vie, une personne sur cinq en réalise au moins un tous les mois, et 1% de la population, plusieurs par semaine (*Consciousness and Cognition*, 2016). Il est possible de s'y entraîner, notamment en effectuant plusieurs réveils forcés au petit matin et en s'imaginant faire un rêve lucide (autosuggestion) avant de se rendormir, une technique que ne recommande pas Delphine Oudiette,

car pouvant dérégler le cycle du sommeil. Mettant à profit les compétences de ces rêveurs particuliers, la chercheuse et son équipe leur ont demandé, avant qu'ils ne s'endorment, de provoquer une situation d'apnée dans leur rêve, par exemple en orientant le scénario autour d'une plongée sous-marine. L'équipe a alors observé, au moment du rêve, via des mesures physiologiques, une réelle pause respiratoire jusqu'à dix secondes, confirmant le contrôle effectif des participants sur leur songe ainsi que la manifestation de réactions physiques, bien que le corps soit totalement endormi.

L'étape suivante a été de communiquer directement avec les rêveurs pendant leur sommeil. Alors que des mots et pseudo-mots sans aucun sens étaient joués durant leurs songes, les participants devaient, en fonction de leur sens, froncer les sourcils ou sourire. Ce qu'ils ont effectivement fait, même si à leur réveil ils ne se souvenaient pas forcément des mots prononcés ni même, pour certains, d'avoir rêvé. Ces études, au-delà de montrer la possibilité de contrôler les rêves, visent à de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau pendant le sommeil et le rôle des rêves. T. C.



C'est quoi ce bug?

La crise d'absence

Cette brève perte de conscience, où l'élève garde le regard fixe pendant cinq à vingt secondes, est souvent prise pour un trouble de l'attention par l'enseignant. Il s'agit en réalité d'une forme rare de crise d'épilepsie, sans tremblements caractéristiques, durant laquelle le cerveau se met en pause avant de se reconnecter, sans même que la personne n'en ait conscience. Ces épilepsies-

absences sont probablement d'origine génétique. Elles concernent 10 % des enfants épileptiques, avec un pic d'apparition autour de 6 ans. Un traitement anti-épileptique est dans la plupart des cas nécessaire, malgré le jeune âge des patients et les effets secondaires (prise de poids), car ces crises peuvent se reproduire jusqu'à une centaine de fois par jour. A. S.

24 500 C'est le nombre moyen de clignements des paupières que nous effectuons chaque jour.

Bien plus qu'il n'en faut pour lubrifier la cornée. Selon des chercheurs japonais, cela serait aussi l'occasion pour le cerveau de faire des micropauses. Les zones liées à l'attention et le cortex visuel s'inactivent un instant et se reconnectent lorsque les yeux se rouvrent.

Un somnambule peut-il tondre sa pelouse?

Ce n'est généralement pas le genre d'activités pratiquées par les 2 % d'adultes et 17 % d'enfants souffrant de ce trouble du sommeil, en grande partie d'origine génétique. Non pas que ce soit trop compliqué : « Certains somnambules arrivent à faire des choses mentalement élaborées, comme envoyer des textos ou, dans de rares cas, conduire », raconte Isabelle Arnulf, neurologue au CHU de la Pitié-Salpêtrière, à Paris. Mais leurs actions motrices surviennent généralement dans des contextes d'anxiété ; il leur faut fuir leur chambre pour échapper à un tsunami, à un camion fou... ils cherchent frénétiquement quelque chose dans leurs tiroirs, ou encore une pulsion alimentaire les mène jusqu'à la cuisine... Leur cerveau est à ce moment-là dans un état hybride. L'arrière, en particulier les

régions qui sont associées au contrôle du mouvement, est en état d'éveil complet. Tandis que l'avant, la zone dite frontale, où s'élabore la pensée, est profondément endormie. Ce qui explique l'état de confusion sévère dans lequel les personnes somnambules peuvent se réveiller. « Un patient avait ouvert et enjambé sa fenêtre avant de chuter du cinquième étage, illustre la spécialiste. Quand le Samu l'a trouvé vivant malgré de multiples fractures, il leur a dit laissez-moi dormir ! Même la douleur insoutenable n'avait pas suffi à le réveiller. » Cet exemple illustre également un aspect moins comique du somnambulisme, qui peut s'avérer dangereux. Mais la proportion des formes les plus agitées, comme celle-là, est méconnue. A. S.



PHOTO: GETTY IMAGES

Que fait notre cerveau quand on a la tête dans les nuages ?

L active le réseau dit du « mode par défaut » (MDP). Se perdre dans ses pensées représente entre 25 et 50 % de notre temps éveillé. Cette déconnexion est souvent involontaire, mais on peut aussi laisser notre esprit vagabonder intentionnellement. Dans les deux cas, les zones cérébrales de la mémoire, des émotions et de l'introspection s'activent et communiquent entre elles. « C'est en demandant à des participants de ne rien faire que l'on a découvert, sous IRM, ce réseau MDP », explique Michel Thiebaut de Schotten, directeur de recherche au CNRS. Le cerveau est incapable d'arrêter de produire des pensées – la méditation ne consiste pas à n'avoir aucune pensée, mais à se concentrer pour ne pas se laisser emporter par celle-ci. L'étude de ce réseau MDP permet de mieux comprendre l'évolution du cerveau. Les zones concernées sont en effet apparues au fil du temps et se sont probablement complexifiées. « De la même façon que la zone visuelle, capable de reconnaître les formes régulières,



est devenue celle dédiée à la lecture, on peut imaginer que ce réseau par défaut était d'abord voué à consolider la mémoire, et qu'il a progressivement donné naissance à l'imagination », propose le chercheur. Par ailleurs, en laissant ces zones se connecter librement, ces périodes de rêverie éveillée auraient un impact positif sur notre créativité. T. C.

Pourquoi voit-on des visages dans le ciel ?

Le cerveau a tendance à assimiler les nouvelles informations qu'il reçoit à ce qu'il connaît déjà pour en accélérer le traitement. Aussi repérons-nous dans le ciel, les rochers ou les objets des traits rudimentaires que nous relient à des visages. Selon des neuroscientifiques australiens, ce phénomène de paréidolie mobilise les mêmes réseaux cérébraux de la perception visuelle que ceux qui analysent les nouveaux visages que nous croisons, car il y a un avantage évolutif à détecter la présence d'autrui, qu'il s'agisse d'établir des liens sociaux ou d'échapper à un prédateur. A. S.



COURTESY OF THE ROYAL SOCIETY B

La question Bêtes

Les animaux bâillent-ils ?

Comme nous, tous les animaux vertébrés bâillent. Cette contraction réflexe des muscles faciaux et respiratoires, qui entraîne une profonde inspiration d'air suivie d'une expiration plus rapide, peut survenir dans des situations variées. Faim, fatigue, stress... Les facteurs déterminant ce phénomène restent, chez les animaux comme chez l'Homme, un mystère – contrairement à la croyance, il ne servirait pas à oxygéner le cerveau. La communication du bâillement est tout aussi mystérieuse. Il n'est contagieux que chez certaines espèces : les tortues, par exemple, restent

impassibles face au décrochage de mâchoires d'un congénère, alors que chez certains primates un bâillement communicatif a été observé. C'est le cas aussi chez les chiens lorsqu'ils observent un humain bâiller, selon une étude publiée en février dernier (*Proceedings of the Royal Society B*). Mais chez l'homme, la contagion semblerait se déclencher plus facilement dans certaines conditions de sociabilité, alors que le chien bâille en retour que ce soit avec une personne familière ou étrangère. La preuve, selon les chercheurs, que leur bâillement n'est pas lié à l'empathie. L. H.



MARTIN GALLAGHER/GETTY IMAGES/ISTOCKPHOTO

Pour le savoir, lisez ce texte :

L'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance ! Ce qui compte, c'est que la première et la dernière lettres soient à la bonne place. Le reste peut être dans un désordre total. Ceci gâche un peu les communications de votre cerveau : il attribue les mots à mesure que votre oeil avance en utilisant les incises visuelles rencontrées. Il s'agit ainsi une fraction de seconde avant votre conscience que le prochain mot du texte.

SOLUTION :

L'ordre des lettres dans un mot n'a pas d'importance. Ce qui compte, c'est que la première et la dernière lettre soient à la bonne place. Le reste peut être un désordre total. Ceci grâce aux procédés automatiques de votre cerveau : il anticipe les mots à mesure que vous avancez, en utilisant les indices visuels rencontrés. Il sait ainsi une fraction de seconde avant votre conscience quel sera le prochain mot du texte.



Fabriquer une conscience en labo

Des chercheurs de l'Université de Californie s'en rapprochent peut-être. L'année dernière, ils ont cultivé *in vitro* pendant dix mois (Cell Stem Cell, 2019) des cellules souches capables de se transformer en différentes cellules cérébrales dont des neurones. Au fil des mois, ces cellules ont évolué et se sont organisées pour produire des organoïdes, structures cellulaires similaires au cerveau mais un million de fois plus petites. En plus des réseaux de neurones, ces « mini-cerveaux » ont produit une activité électrique dont l'évolution, mois

par mois, était comparable sur certains points (intervalle entre deux pics d'activité, durée) à celle enregistrée chez les bébés prématurés. Durant d'autres expériences, on leur a ensuite ajouté des cellules sensibles à la lumière ou on les a reliées à un robot-araignée, qui était capable de bouger ses bras selon l'activité électrique. Si les chercheurs estiment l'organoïde du cerveau non conscient, ils sont moins catégoriques concernant un éventuel organoïde plus développé ayant des neurones sensibles à la douleur ou capables de mémoire. T. C.

C'est du bluff?

LA PLEINE CONSCIENCE BOOSTE LES PERFORMANCES

Résumée en la formule «ici et maintenant», la pleine conscience (*mindfulness* en anglais), ou «présence attentive», s'inspire de la méditation Vipassana bouddhiste et consiste à «aiguiser l'attention de façon qu'elle devienne stable et claire», écrit le moine Matthieu Ricard. Des études ont montré que le fait d'avoir conscience d'être conscient et

de porter son attention sur ses pensées, ses émotions et ses actions dans l'instant présent réduit le stress et augmente le bien-être. La pleine conscience a ainsi conquis l'Occident, où elle est présentée, à grand renfort de marketing, comme le remède à de nombreux maux. Manger, marcher, éduquer ses enfants, travailler en pleine

conscience... Appelée «McMindfulness», en référence à McDonald's, cette dérivation commerciale se fait au détriment de la substance spirituelle et de l'éthique de la pleine conscience. «Elle devrait traiter de compassion et d'harmonie, pas seulement du stress», estime le chercheur australien en psychologie Nicholas Van Dam. Selon lui,

cette pratique n'est par ailleurs pas adaptée à tout le monde : 10 % des pratiquants vivront une mauvaise expérience (réveil de tendances suicidaires, par exemple) et elle est totalement contre-indiquée aux psychotiques. **A. R.**

Que révèlent les lapsus ?

Bien que Freud les considère comme une manifestation de l'inconscient, les linguistes y voient une anomalie dans le mécanisme de production de la parole. Nous en produisons d'ailleurs tous les 600 à 900 mots. Les lapsus de langage (il en existe à l'écrit) consistent en une erreur au niveau d'une lettre (65 % des cas), d'une syllabe (5 %) ou d'un mot entier (30 %). Le linguiste Mario Rossi les trie en six catégories, les plus connues étant la substitution (le fichier d'empreintes « génitales » au lieu de « digitales ») et l'interversion (« la bourrique à frites » au lieu de la baraque à frites). Selon le linguiste François-Xavier Alario, les mots sont stockés en mémoire en pièces détachées, nous les reconstruisons à chaque fois que nous les utilisons. Il arrive donc au cerveau de les mélanger et de fournir un mot proche phonétiquement ou appartenant au même champ lexical. Le lexicologue Pierre Arnaud a observé que des pensées obsédantes peuvent faciliter l'apparition des lapsus. T.C.

MARJAN APSTOLVIC/GETTY IMAGES/STOCKPHOTO



GETTY IMAGES/STOCKPHOTO

Combien de choses peut-on faire en même temps ?

Tout dépend du type de tâches. Nous pouvons effectuer de manière simultanée plusieurs activités de motricité et de perception automatiques. Par exemple, marcher, mâcher un chewing-gum, écouter de la musique et regarder le paysage. En revanche, tout se complique avec celles qui nécessitent de l'attention et de la concentration : répondre au téléphone, écrire un courriel, apprendre une leçon, conduire sous la neige... Ces activités mobilisent le cortex préfrontal, impliqué dans les fonctions cognitives (attention, planification, raisonnement...). Est-il possible d'en accomplir plusieurs en même temps ? « Le cerveau peut traiter une tâche par hémisphère : parmi ces deux tâches, il y en a une en cours et une mise en attente, le cortex préfrontal en assure la coordination », explique Sylvain

Charron, ingénieur de recherche à l'Université de Paris-Descartes, à l'origine de ces découvertes avec Etienne Koechlin (*Science*, 2010). Le cortex passe tellement vite d'une tâche à l'autre (de l'ordre de la centaine de millisecondes) que nous croyons les effectuer en même temps. Au-delà de deux, il multiplie les erreurs. Existe-t-il des cerveaux « super-multi-tâche » ? Aucune étude ne prouve que des humains puissent réaliser trois actions dans un même laps de temps. Cependant, en 2010, des chercheurs de l'Université d'Utah ont identifié quelques sujets capables d'accomplir simultanément deux actions de manière plus efficace que les autres (2,5 % de l'échantillon, soit cinq personnes seulement). Leurs cortex préfrontal et cingulaire antérieur sembleraient plus performants. Mais les preuves manquent pour confirmer l'hypothèse. N. P.



Comment **sort-on** de son corps ?

Flotter hors de son corps et s'observer à distance : une personne sur dix vivrait cette expérience une fois dans sa vie. Elle survient lorsque l'on est allongé dans un état de relaxation profonde, proche du sommeil. Certaines techniques de méditation, d'hypnose, ou l'usage de drogues hallucinogènes peuvent favoriser le phénomène. Plus rarement, la sortie de corps apparaît après un stress intense ou

un traumatisme (viol, grave accident...). Que se passe-t-il dans le cerveau ? « Lors d'opérations, des neurochirurgiens ont découvert que la stimulation de certaines aires cérébrales provoquait un vécu de sortie hors du corps chez leurs patients éveillés », indique Thomas Rabeyron, professeur de psychologie clinique à l'Université de

Lorraine et auteur de *Clinique des expériences exceptionnelles* (Dunod, 2020). Ces aires se trouvent essentiellement au niveau de la jonction entre les lobes temporal et pariétal de l'hémisphère droit. Ainsi, le chirurgien suisse Olaf Blanke a découvert l'implication du gyrus angulaire droit, chargé d'intégrer les informations envoyées par nos sens. « Stimuler cette zone semble perturber le schéma corporel construit par le cerveau à partir des informations proprioceptives (en provenance des muscles, des articulations...) et visuelles », poursuit l'expert. Conséquence, le schéma corporel se déconnecte de la représentation que l'on a de soi, d'où cette dissociation entre soi, son corps et sa vision. N. P.



Vous avez dit BiZaRRe ?

Il se « RÉVEILLE » grâce à un somnifère

En septembre dernier, la revue *Cortex* rapportait le cas d'un Néerlandais de 37 ans qui avait perdu l'usage de la parole ainsi que sa capacité à réaliser des mouvements spontanés suite à un AVC huit ans plus tôt. Il n'exprimait plus d'émotions, ne parvenait ni à manger ni à boire et était incontinent. Il s'était étouffé avec un bout de viande, son cerveau s'était retrouvé privé d'oxygène, entraînant un trouble de l'éveil sévère. Mais, un jour, un neurologue lui administre une dose de 10 mg d'un somnifère, le zolpidem, et le voilà qui, vingt minutes plus tard, se remet

à parler ! Hormis une perte de mémoire et des troubles de l'audition, il est alerte.

EXPLICATION L'AVC semble avoir entraîné une augmentation pathologique de la connectivité fonctionnelle – l'activité spontanée synchronisée entre les groupes de neurones –, provoquant une inhibition des fonctions comportementales et des capacités cognitives. Le zolpidem aurait permis de réduire cette hyperconnectivité. Mais pour quelques jours seulement. Au-delà, il n'est plus efficace, sauf à faire une pause de trois semaines entre deux prises. L. H.

La question PIÈGE

Comment survivre à l'onde de la mort ?

RÉPONSE C : Après un arrêt de la circulation sanguine, les neurones cessent toute activité électrique afin d'économiser leur oxygène, et ce pendant de 13 à 266 s (soit 4,5 min max) (*Annals of Neurology*, 2018). Au-delà, les ions qu'ils ont emmagasinés commencent à fuir. Cela crée une onde cérébrale se propageant à une vitesse de 2 à 9 mm/min : « l'onde de la mort ». Si rien n'est fait, c'est le décès assuré. Cependant, en réoxygénant suffisamment rapidement les neurones, il est possible de sauver le patient. A l'Institut du cerveau, le Pr Stéphane Charpier et son équipe ont observé une autre onde, concomitante à la remise en activité progressive des neurones chez les personnes réanimées, « l'onde de la réanimation ». T. C.

- A** Impossible, cette onde cérébrale tue tous les neurones.
- B** En méditant pour éviter son apparition.
- C** En générant une onde de la vie.



GREG MATTER / HYPO VR

La réalité virtuelle remplace-t-elle l'anesthésie ?

Pour l'anesthésie locale ou loco-régionale, c'est possible. Le patient écoute un discours le menant à la transe hypnotique, tandis que des stimulations visuelles et musicales saturant ses capacités attentionnelles et cognitives. Son cerveau est leurré, il n'intègre plus les signaux douloureux. Grâce à la focalisation de l'attention induite par l'hypnose, le patient est très réceptif aux suggestions de confort, de diminution de l'inten-

sité douloureuse, des nausées ou de l'anxiété, ce qui allège aussi sa prise de médicaments en post-opératoire. « Mais ouvrir le thorax ou opérer à cœur ouvert nécessite des produits jusqu'à mille fois plus puissants que la morphine, qui mettent le patient dans un état proche du coma profond, que l'on ne peut atteindre avec l'hypnose », explique le Dr Denis Graff, anesthésiste-réanimateur et co-fondateur de la société HypnoVR. A.S.

Pourquoi un coup de poing met-il K.-O. ?

Lors d'un choc brutal, le cerveau, qui flotte dans le liquide céphalo-rachidien, est projeté contre les parois de la boîte crânienne. L'impact provoque une sorte de court-circuit, qui fait disjoncter les neurones. Mais ce n'est pas tout. Les différentes parties du cerveau – matière grise et matière blanche – n'ayant pas la même

densité, elles ne se déplacent pas à la même vitesse et glissent l'une contre l'autre. Ces forces de cisaillement peuvent interrompre l'influx nerveux, voire détruire les neurones. C'est ce qui explique l'altération de la vision, de l'équilibre, voire la perte de conscience du boxeur frappé à la tête ou à la mâchoire. M. D.



ZONCREATIVE/GETTY IMAGES/STOCKPHOTO



... tirer la langue d'un guillotiné pour le réanimer ?

Jean-Vincent Laborde, un médecin français. En 1879, il récupère la tête d'un guillotiné et à l'aide d'une pince tire sans relâche sur sa langue toutes les deux secondes pour voir s'il parvient à le « réanimer ». Convaincu qu'il existe une période de latence entre le moment où la mort s'empare du corps et celui où elle est définitive, il a mis au point cette technique de la traction de

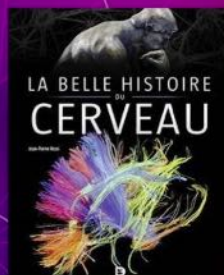
la langue pour faire revenir à la vie les personnes asphyxiées ou électrocutées. L'expérience fait chou blanc. Laborde n'est pas le premier à s'inquiéter du sort des condamnés à mort. Depuis l'invention de la guillotine, en 1792, les médecins se querellent pour savoir si oui ou non les têtes décollées continuent de penser et de sentir juste après l'exécution. Celle de Charlotte Corday, tuée le



17 juillet 1793, est citée en exemple : elle aurait repris des couleurs (rouges) quand le bourreau l'a touchée. Mieux, en excitant la moelle épinière restée attachée à la tête, les muscles du visage d'un guillotiné réagissent ! Pourtant, cette thèse est démontée par d'autres scientifiques, qui avancent le cas des oies continuant leur course malgré leur tête coupée, par l'action mécanique des muscles. M.G.

POUR ALLER PLUS LOIN...

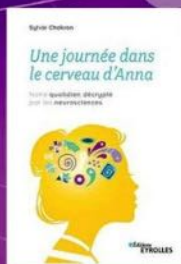
Notre sélection d'ouvrages pour approfondir vos connaissances sur cet organe incroyable qu'est le cerveau humain !



La Belle Histoire du cerveau

Jean-Pierre Rossi, éd. De Boeck, octobre 2020.

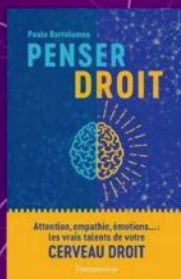
Cette encyclopédie richement illustrée propose un tour d'horizon des grandes étapes qui ont marqué l'histoire de la recherche sur le cerveau. D'Imhotep, fondateur de la médecine égyptienne au troisième millénaire avant notre ère, jusqu'aux découvertes les plus récentes.



Une journée dans le cerveau d'Anna

Sylvie Chokron, éd. Eyrolles, octobre 2020.

À travers le récit du quotidien d'Anna, 25 ans, l'auteur, neuro-psychologue, décrit la machinerie complexe qui se cache derrière chacun de nos choix, actes, pensées, souvenirs. On accompagne ainsi Anna à la table du petit-déjeuner, dans une salle de réunion, lors d'une virée shopping...



Penser droit

Paolo Bartolomeo, éd. Flammarion, février 2020.

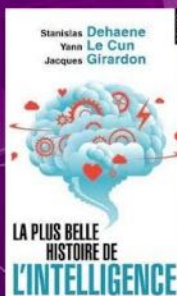
Plutôt cerveau gauche ou cerveau droit ? Le mythe de la dominance d'un hémisphère sur l'autre, l'un analytique, l'autre créatif, a la vie longue. Il provient de la mauvaise interprétation d'années de recherches montrant la latéralisation des fonctions cérébrales. Médecin et chercheur, Paolo Bartolomeo nous emmène explorer le fonctionnement du cerveau et en particulier la contribution de sa moitié droite.



La Science de la résurrection

Stéphane Charpier, éd. Flammarion, septembre 2020.

D'Anne Greene, ressuscitée après avoir été déclarée morte par pendaison en 1650, à ce jeune Italien réanimé neuf heures après un accident d'alpinisme en 2019, le Pr Stéphane Charpier relate des cas d'étonnantes expériences aux frontières de la mort. Une épopée scientifique qui fait écho à ses recherches sur la vie et la mort à l'Institut du cerveau.



La Plus Belle Histoire de l'intelligence

Stanislas Dehaene, Yann Le Cun, Jacques Girardon, éd. Points, nouvelle éd., septembre 2020.

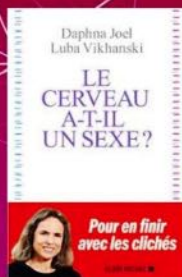
Cet ouvrage interroge la notion d'intelligence à travers un dialogue entre ceux qui étudient le fonctionnement des neurones de nos cerveaux et ceux qui s'en inspirent pour en fabriquer. Le neuroscientifique Stanislas Dehaene raconte ainsi l'évolution du monde des cellules nerveuses, et Yann Le Cun, chercheur en intelligence artificielle, celle des machines.



Petit cerveau deviendra grand

Bénédicte Salthun-Lassalle, éd. Prat, septembre 2020.

Apprentissage de la langue maternelle, conscience de soi, alimentation, sommeil... Un petit guide sur le développement des enfants, décrypté au regard des découvertes récentes en neurosciences et en psychologie.



Le cerveau a-t-il un sexe ?

Daphna Joel et Luba Vikhanski, éd. Albin Michel, janvier 2020.

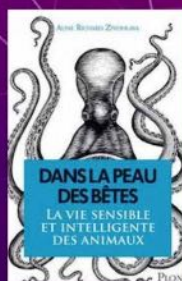
Nous sommes tous une mosaïque de traits de personnalité dont certains sont plus fréquents chez les femmes et d'autres plus répandus chez les hommes. Pour en finir définitivement avec les clichés, les neurosciences contredisent le mythe sexiste d'un cerveau masculin et un cerveau féminin.



Stress, hypersensibilité, dépression : et si la solution venait de nos bactéries ?

Pr. Gabriel Perlemuter, éd. Flammarion, octobre 2020.

Les milliards de bactéries qui peuplent notre intestin ont une incidence sur notre état d'esprit, notre bien-être et notre santé mentale. Anorexie, dépression, autisme... L'origine de ces troubles et leurs remèdes sont peut-être à chercher du côté de notre ventre.



Dans la peau des bêtes : la vie sensible et intelligente des animaux

Aline Richard Zivohr, éd. Pocket, octobre 2020.

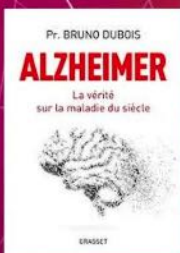
Tour à tour dans la peau d'un poulpe, d'un chien ou encore d'un moustique, l'auteur raconte la vie de douze animaux remarquables par leur passé évolutif, leur biologie ou leurs capacités cognitives et dont les scientifiques découvrent tous les jours de nouvelles habiletés.



La Symphonie neuronale : pourquoi la musique est indispensable au cerveau

Emmanuel Bigand, éd. Harmattan, septembre 2020.

La musique est bien plus qu'un simple passe-temps ou un art : c'est une nécessité biologique pour l'être humain. Découvertes scientifiques à l'appui, l'auteur explique comment la musique relie notre intelligence cognitive à notre intelligence affective et décrypte ses effets sur le développement et la santé de notre cerveau.



Alzheimer, la vérité sur la maladie du siècle

Bruno Dubois, éd. Grasset, septembre 2019.

Expliquer avec précision, pédagogie, conseils pratiques et mise en perspective historique ce que l'on sait et ce que l'on ne comprend pas encore pour moins redouter cette maladie. C'est le défi que relève le neurologue Bruno Dubois, qui a consacré toute sa carrière de chercheur à Alzheimer.

Suite du test

Que vaut votre mémoire à court terme ? (p. 25)

A partir de cette liste, reconstituez le contenu de chaque panier en écrivant la lettre correspondant à sa couleur à côté des mots (V, B, O).

Avocat
Baguette
Basilic
Café
Chocolat
Epinars
Gruyère
Lait
Moutarde
Riz
Rôti
Sardine

BIEN PLACER SON ARGENT, C'EST Capital.

ACTUELLEMENT EN VENTE
CHEZ VOTRE MARCHAND
DE JOURNAUX

Toute la presse est sur prismashop.fr



Avec **Capital**, vivez l'économie



Rémi FLAMENT

L'ŒIL ÉTAIT DANS LE TUBE...

Un spéléologue amateur prend la pose dans la galerie des Tubes, une section particulièrement photogénique de l'Event de Peyrejal (Ardèche). Ce réseau souterrain long de 8 km est connu pour ses « conduites forcées » rectilignes. Des boyaux creusés dans le calcaire par le passage de l'eau avec un débit puissant.

le journal de la curiosité

l'actu insolite

page 86

l'actu visuelle

page 88

vu, lu & entendu

page 94

l'actu insolite

Prendre le terreau par les cornes

Début novembre, les propriétaires du Château l'Ermitage, domaine de 80 hectares de vignes en costières-de-nîmes (Gard), enterrent 125 cornes de vache remplies de bouse de bovins bio. Au printemps, ils démouleront la matière et la dilueront pour l'épandre sur leurs terres à raison d'une centaine de grammes par hectare. Conformément aux préceptes de la biodynamie, inventée au début du ^{xx}e siècle par l'Autrichien Rudolf Steiner. En 1924, bien que n'ayant jamais travaillé la terre, ce philosophe épris d'ésotérisme donne des cours aux agriculteurs, fondés sur ses intuitions. Et livre la recette de huit préparations pour les sols, dont la fameuse «bouse de cornes». En France, quelque 500 exploitations recourent à la biodynamie, les deux tiers étant viticoles.



PHOTO: LE MIDI LIBRE/MICHAEL ANISSET/MAOPPP

257 150 yorkshires terriers présents dans les foyers en 2019 en font la race canine préférée des Français. La plus tendance est le berger australien (14 886 inscriptions au fichier LOF en 2019).

Une armée de science-fiction

Créé en 2019, le comité d'éthique de la Défense nationale a donné son feu vert à des recherches sur le «soldat augmenté». Le terme recouvre toutes les technologies susceptibles de booster les performances des combattants, des exosquelettes permettant aux hommes

de porter de lourdes charges, jusqu'aux implants électroniques dans le cerveau et dans les yeux. Ces dernières innovations «invasives» – nécessitant des opérations chirurgicales – sont toutefois pour l'instant exclues. Autre initiative futuriste, l'Armée constitue une Red Team, équipe

d'une dizaine d'auteurs de science-fiction chargés d'échafauder les pires scénarios en termes de menaces militaires, terroristes, technologiques ou environnementales pour les décennies à venir. Leurs visions prospectives sont consultables en ligne sur le site redteamdefense.org.

UN CHOUETTE CONTE DE NOËL

En installant le traditionnel sapin de Noël de la Rockefeller Plaza, au centre de New York, le 18 novembre, les ouvriers ont découvert une petite nyctale (*Aegolius acadicus*). Ce rapace nocturne apparenté

aux chouettes, était resté dans les branches de l'arbre, abattu à près de 300 km de là. Affamé, apeuré, l'oiseau rebaptisé Rocky a été recueilli par un centre de sauvegarde et revigoré avec force souris. Avant d'être rendu à la nature, fin novembre.



RAVENSBIRD WILDLIFE CENTER / APF

AHMED HASAN / AFP



Un trésor en Egypte

Les autorités égyptiennes ont annoncé, mi-novembre, la découverte de 100 sarcophages en bois peint de plus de 2 500 ans. Ils étaient enterrés dans trois puits funéraires de la nécropole de Saqqarah, au sud du Caire. Les dépouilles sont celles de prêtres et hauts respon-

sables de la Basse Époque (entre 700 et 300 avant J.-C.) et de la période ptolémaïque (de 323 à 30 avant J.-C.). Outre les cercueils, le trésor compte une quarantaine de statuettes en bois (photo) de Ptah-Sokar-Osiris, divinité composite, coiffée de cornes de bouc, qui veillait sur la nécropole.

DIRE M... AUX FRELONS !

Des entomologistes viennent de découvrir que des essaims d'abeilles au Vietnam et en Asie du Sud-Est, victimes d'attaques de frelons géants (de l'espèce *vespa soror*), s'en protègent en amassant à l'entrée de leur ruche des déjections animales (fiente de poule ou bouse de vache). L'odeur dégagée par celles-ci semble dissuader les prédateurs. Cette étonnante stratégie est le premier exemple de l'utilisation d'outils par les colonies d'hyménoptères.

GANGSTER CHIC

La maison de vente londonienne Kerry Taylor a mis aux enchères, en décembre, un accessoire ayant appartenu à Al Capone. Une paire de guêtres en laine – que les élégants de l'époque portaient sur leurs souliers vernis pour les protéger de la boue – dédiées par le célèbre gangster. Ce dernier les a offertes en souvenir à un mécanicien irlandais travaillant sur la Cadillac blindée qu'il avait commandée en 1928. La relique était restée dans la famille depuis. Après l'arrestation de Capone, en 1931, son véhicule, saisi par les autorités, a servi à transporter le président Roosevelt.



FERRARI/JUPA

FRED TANNIAU / AFP



LA FILIÈRE DES FILETS

Un employé de la société Fil&Fab trie par couleur des filets de pêche usagés dans les locaux de l'entreprise, à Plougonvelin (Finistère). Séparés de leurs cordages et flotteurs pour ne garder qu'un seul type de plastique, ils seront réduits en fibres et fondus. Le produit final, baptisé Nylo, est un granulé en polyamide destiné à produire des textiles et autres objets. Créé fin 2019 par trois jeunes designers, la start-up Fil&Fab est à l'origine de la première filière française de recyclage des filets. Chaque année, dans le monde, l'industrie de la pêche perdrait ou abandonnerait 640 000 tonnes de filets, lignes et autres cordages, ce qui représenterait environ 10 % de la pollution plastique des océans.

Boule de poils

Une femelle de lièvre variable (*Leptus timidus*) fait sa toilette sous la neige dans le parc national des Cairngorms, en Ecosse. Pour réussir ce cliché, le photographe Andy Parkinson a passé cinq semaines dans les intempéries à guetter les rares mouvements du rongeur. Emblématique des Highlands, le lièvre mue en hiver : son poil marron gris vire au blanc et s'épaissit. Cette photo est en lice pour le prix du public dans le cadre du plus prestigieux des concours de photo animalière : le Wildlife Photographer of the Year. Les internautes peuvent voter en ligne jusqu'au 2 février : www.nhm.ac.uk/wpy/peoples-choice





Cascade de couleurs

Hengifoss, dans le nord-est de l'Islande, est l'une des chutes d'eau les plus spectaculaires de ce pays, qui ne manque pas de panoramas époustouffants. La rivière Hengifoss se jette d'une hauteur de 128 mètres avant de rejoindre en contrebas le lac Lögurinn. Les couleurs étonnantes de la roche s'expliquent par la nature volcanique de cette formation géologique. Les couches noires sont constituées de basalte, des coulées de lave refroidies datant d'éruptions survenues il y a entre 5 et 6 millions d'années. Les strates rouges sont de l'argile qui s'est formée à partir de sédiments recouverts par les nappes de lave et dans lesquels le fer s'est oxydé.

MUHAMMAD ABULSHAKIR/CATERPILLAR







Gonflés, ces canards !

Des manifestants utilisent comme boucliers des bouées géantes en forme de canetons pour se protéger des tirs de canons à eau de la police anti-émeute, lors de manifestations pour la démocratie, à Bangkok, en novembre dernier. Initialement, ces accessoires étaient censés servir d'embarcations constituant une « force navale » à l'aide de laquelle les militants auraient traversé le fleuve pour atteindre le Parlement thaïlandais. Et ainsi faire pression sur les sénateurs et députés en train d'y débattre d'une réforme constitutionnelle. Après la riposte musclée des autorités, les bouées sont devenues la mascotte du mouvement.

WASON WANCHAKORN/APIS PA



vu, lu & entendu



DANIEL MARTIN
MUSEUM DE TOULOUSE

Batman, le chaman

Cet ornement en forme de chauve-souris est porté sur le dos par les chamans lors des danses rituelles chez les Yekuanas du Venezuela. Pour ce peuple autochtone, dont les quelques derniers milliers de représentants vivent aux confins nord de la forêt amazonienne sur les rives du fleuve Orénoque, il est chargé d'un pouvoir à la fois magique, curatif et spirituel. La chauve-souris évoque la symbolique de la nuit, et ses capacités senso-

rielles, lui permettant d'évoluer dans l'obscurité et de ressentir les vibrations, font directement écho à la transe chamanique vers l'inframonde et les esprits. Cet animal nocturne a une place importante dans le bestiaire des Yekuanas. La légende dit que l'un de leurs héros mythiques, Kawashidi, a été victime d'un sortilège : enfermé dans une grotte et contraint de vivre avec des chauve-souris dont il a fini par apprendre le langage.



À VOIR Magies, Sorcelleries, musée de Toulouse, jusqu'au 31 octobre 2021.

TRAVAIL D'ORFÈVRE

De toutes les boissons exotiques arrivées en France au ^{xvii}e siècle, le thé est longtemps resté la plus élitiste, préparée et dégustée dans des contenants d'exception. Ainsi cette bouilloire à bascule et tout le service à thé Courge, créés en 1891 par l'artiste Léon Mallet pour la maison Christofle, ont été sculptés, ciselés et polis dans du métal argenté jusqu'à faire apparaître la rondeur et les nervures caractéristiques des cucurbitacées. Le motif de la courge, inspiré des arts asiatiques, était très en vogue dans la seconde moitié du ^{xix}e, marquée tant dans les arts décoratifs qu'en peinture par le japonisme.

VINCENT THIBERT

À VOIR A table ! Le repas, tout un art, Musée national de céramique, Sèvres, jusqu'au 6 juin 2021.

MÉTIER D'AVENIR

Outre sa couleur, la toile de jean se caractérise par sa technique de tissage : le sergé. Le fil de trame (écru) passe au-dessous d'un puis au-dessus de trois fils de chaîne (bleus), en décalant d'un fil à chaque passage, ce qui laisse apparaître des côtes obliques sur le tissu.



À VOIR Jean, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, jusqu'au 22 janvier 2022.

PHILIPPE LEVY

Le sergé de Nîmes, ou denim, produit sur ce type de métier à tisser ancien est prisé par les puristes car plus résistant.

La plupart des industriels ont abandonné ces métiers, qui ne tissaient que des laizes de 75 cm, contraignantes pour la confection de vêtements.

Ca M'INTÉRESSE

Le magazine de la curiosité

Décryptez notre époque



Comprenez le monde qui nous entoure



Interrogez-vous sur des sujets étonnants



Près de
27%
de réduction
en vous abonnant
en ligne

12 NUMÉROS/AN

8 HORS-SÉRIES/AN

AVANTAGES

QUELS SONT LES AVANTAGES DE S'ABONNER EN LIGNE ?

En vous abonnant sur Prismashop.fr, vous bénéficiez de :



5%
de réduction
supplémentaire



Version numérique
+
Archives numériques
offertes



Paiement
immédiat et
sécurisé



Votre magazine
plus rapidement
chez vous



Arrêt à tout
moment avec l'offre
sans engagement !

Nature

et environnement,
psycho, société,
sciences, histoire,
SANTÉ...

Enrichissez
votre culture
générale pour
mieux décrypter
notre époque
ET LE MONDE
qui nous entoure !



Emportez votre
magazine **partout !**

La version numérique est **offerte**
en vous abonnant en ligne

BON D'ABONNEMENT RÉSERVÉ AUX LECTEURS DE



1 Je choisis mon offre :

☐ OFFRE SANS ENGAGEMENT
12 numéros + 8 hors-série par an
6,30€ par mois ⁽¹⁾
au lieu de ~~8,17€~~/mois *

23%
de réduction

☐ OFFRE ANNUELLE
1 an - 12 numéros + 8 hors-série
85€ par an ⁽²⁾
au lieu de ~~98€~~/an *

13%
de réduction

2 Je choisis mon mode de souscription :

☒ @ EN LIGNE SUR PRISMASHOP **-5% supplémentaires !**

1 Je me rends sur **www.prismashop.fr**



2 Je clique sur **Clé Prismashop**

* en haut à droite de la page sur ordinateur

* en bas du menu sur mobile

3 Je saisis ma clé Prismashop ci-dessous :

HCMD2A21

Voir l'offre

☒ PAR COURRIER

1 Je coche l'offre choisie

2 Je renseigne mes coordonnées** ☐ M^{me} ☐ M.

Nom** :

Prénom** :

Adresse** :

CP** :

Ville** :

3 À renvoyer sous enveloppe affranchie à :

Ça M'intéresse - Service Abonnement - 62066 ARRAS CEDEX 9

Pour l'offre sans engagement : une facture vous sera envoyée
pour payer votre abonnement.

Pour l'offre annuelle : je joins mon chèque à l'ordre de
Ça M'intéresse.

☒ PAR TÉLÉPHONE **0 826 963 964** Service 0,20 € / min + prix appel

*Par rapport au prix de vente au numéro. **Informations obligatoires, à défaut votre abonnement ne pourra être mis en place. (1) Offre sans engagement : Je peux résilier cet abonnement à tout moment par e-mail ou par courrier au service clientèle sans frais de résiliation. Les prélèvements seront aussitôt arrêtés. (2) Offre à Durée Déterminée : engagement pour une durée déterminée de mon abonnement. Offre réservée aux nouveaux abonnés de France métropolitaine. Photos non contractuelles. Le prix de l'abonnement est susceptible d'augmenter à date anniversaire. Vous en serez bien sûr informé préalablement par e-mail et aurez la possibilité de résilier cet abonnement à tout moment. Sous réserve de la loi sur la protection des données. Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique par le Groupe Prisma Média à des fins d'abonnement à des services de presse, de fidélisation et de prospection commerciale. Conformément à la loi informatique et libertés du 6 janvier 1978 modifiée, vous disposez à tout moment d'un droit d'accès, de rectification, d'effacement, de limitation de traitement de portabilité des données qui vous concernent, ainsi qu'un droit d'opposition au traitement pour des motifs légitimes, en écrivant au Data Protection Officer du Groupe Prisma Média au 13 rue Henri Barbusse 92230 Garches ou par email à dpo@prismamedia.com. Dans le cadre de la gestion de votre abonnement ou si vous avez accepté la transmission de vos données à des partenaires du Groupe Prisma Média, vos données sont susceptibles d'être transférées hors de l'Union Européenne. Ces transferts sont effectués conformément à la réglementation en vigueur, par le mécanisme de certification Privacy Shield ou par la signature de Clauses Contractuelles types de la Commission Européenne.

HCMD2A21



Peut-il neiger dans le désert ?

Oui ! Comme ici sur les hauts plateaux du Sahara. En janvier 2018, les habitants d'Ain Sefra, en Algérie, ont pu admirer le spectacle des dunes recouvertes de neige. Alors que dans la région les températures atteignent jusqu'à 38 °C l'été, des vagues de froid peuvent les faire chuter à - 6 °C l'hiver. La neige reste

toutefois un phénomène relativement rare, le désert étant par définition une zone très sèche, caractérisée par une faible pluviométrie. Or, pour qu'il neige, il faut de l'humidité dans l'air. Une dépression le long des côtes du Maghreb, chargée d'air froid, serait à l'origine de ce manteau blanc, qui aura tenu une journée.



PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK/SIPA



**Questions
& Réponses**

N°34

CHEZ VOTRE MARCHAND
DE JOURNAUX
DÈS LE 8 AVRIL 2021

et aussi

- Où poussent les arbres arc-en-ciel ?
- Que révèlent des pétales de fleur sous UV ? ■ Peut-on s'éclairer avec des algues ?
- A quoi reconnaît-on un arbre vénérable ?
- Comment tracter un iceberg ? ■ Quels médicaments poussent dans votre jardin ?
- Qui a inventé la courgette ? ■ Les plantes ont-elles des oreilles ? ■ Quelle est la puissance d'un geyser ?



**Questions
& Réponses**

RÉDACTION

13, rue Henri-Barbusse, 92230 Gennevilliers
Tél. : 01 73 05 45 45
E-mail : caminteresse@prismamedia.com
Pour joindre directement votre correspondant,
composez le 01 73 05 + les 4 chiffres suivant son nom.

RÉDACTEUR EN CHEF Fabrice Argelles (6322)
RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT DES HORS-SÉRIES
Philippe Bordes
RESPONSABLE ÉDITORIALE Marie Dormoy
DIRECTRICE ARTISTIQUE Valérie Fossey
RÉDACTRICE GRAPHIQUE Murielle Gérard
CHEF DE RUBRIQUE PHOTO Nathalie Pineau
RÉDACTRICE PHOTO Christelle Brière
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Véronique Cheneau
CHEF DE SERVICE Afsané Sabouhi
ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO Frédéric Boursicot,
Florian Cadu, Taïna Cluzeau, Cécile Coumau,
Marion Guyonvarch, Karine Hendriks, Laura Hendriks,
Caroline Pénau, Nathalie Picard, Adélaïde Robault.
SECRÉTARIAT DE DIRECTION
Katherine Montémont (5636)
FABRICATON James Barbet (5102),
Stéphane Redon (5101)

PUBLICITÉ & DIFFUSION

13, rue Henri-Barbusse,
92230 Gennevilliers
Tél. : 01 73 05 + les 4 chiffres suivant le nom.
DIRECTEUR EXÉCUTIF PRISMA MÉDIA SOLUTIONS
Philipp Schmidt (5188)
DIRECTRICE EXÉCUTIVE ADJOINTE PMS
Virginie Lubot (6448)
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ PMS PREMIUM
Thierry Dauré (6449)
BRAND SOLUTIONS DIRECTOR Véronique Pouzet (6468)
TRADING MANAGERS
Tom Mesnil (4881), Virginie Viot (4529)
DIRECTRICE DÉLÉGUÉE CREATIVE ROOM
Viviane Rouvier (5110)
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DATA ROOM
Jérôme de Lempdes (4679)
PLANNING MANAGERS Laurence Biez (6492),
Sandra Missue (6479)
ASSISTANTE COMMERCIALE Catherine Pintus (6461)
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ INSIGHT ROOM
Charles Jouvin (5328)
DIRECTRICE DES ÉTUDES ÉDITORIALES
Isabelle Demailly Engelsen (5338)
DIRECTRICE DE LA FABRICATION
ET DE LA VENTE AU NUMÉRO
Sylvaine Cortada
DIRECTEUR MARKETING CLIENT
Laurent Grolée (6025)
DIRECTEUR DES VENTES Bruno Recurt (5676)

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION Rolf Heinz
DIRECTRICE EXÉCUTIVE PÔLE PREMIUM
Gwendoline Michaels
DIRECTRICE MARKETING ET BUSINESS
DÉVELOPPEMENT Dorothee Fluckiger

Imprimé en Allemagne. Photogravure et Impression :
MCM-H Media Mehrdruck GmbH, Carl-Bertelsmann-Straße
161 M, 33311 Gütersloh, Allemagne

Provenance du papier : Allemagne - Taux de fibres recyclées : 0 %
Eutropisation : Phot 0,016 kgTo de papier

© 2013 PRISMA MEDIA -
Dépôt légal : janvier 2021
ISSN : 2265-2426
Création : février 2013
CPPAP : 0723 K 91910

AUDIPRESSE



La rédaction n'est pas responsable de la perte ou de la
détérioration des textes ou photos qui lui sont adressés pour
appréciation. La reproduction, même partielle, de tout
matériel publié dans le magazine est interdite.

Magazine trimestriel édité par

PM PRISMA MEDIA

13, rue Henri-Barbusse, 92230 Gennevilliers.
Tél. : 01 73 05 45 45.

Société en nom collectif au capital de 3 000 000 euros,
d'une durée de 99 ans, ayant pour gérants Gruner + Jahr
Communication GmbH. Ses trois principaux associés sont
Média Communication SAS, Gruner + Jahr Communication
GmbH et France Constanze-Verlag GmbH & Co KG.

TOUT CE QUE VOUS AIMEZ DANS
UN SEUL MAGAZINE !

Télé+ DE JEUX LISIBLE

Programmes du 19 décembre au 1^{er} janvier

NOUVEAU

0,85€
par semaine

14
JOURS DE
PROGRAMMES



SPÉCIAL FÊTES
Notre menu
simple et gourmand

MISS FRANCE
Découvrez les
29 candidates



EUROVISION
Toutes nos
infos sur
l'édition 2021 !

**INTERVIEW
EXCLUSIVE**

Sa participation à *Mask Singer* a été une révélation

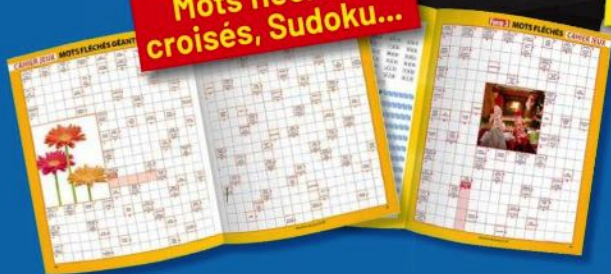
KARINE FERRI

**"Je ne m'interdis
plus rien !"**

Cahier **JEUX**

28
pages

Mots fléchés,
croisés, Sudoku...



Format XL !

À RETROUVER DÈS À PRÉSENT EN KIOSQUE !

A photograph of a rescue team in a red inflatable boat on the sea. Three crew members in helmets and life jackets are visible. One person is being hoisted out of the water by a crane. A large text overlay is centered over the image.

RÉPONDEZ À CE
SOS

SOS
MEDITERRANEE

Votre don est vital
pour sauver des vies.
don.sosmediterranee.org

