POUR LA SCIENCE
HORS-SÉRIE
HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE
À LA RECHERCHE DE L'INCONSCIENT
AOÛT-SEPTEMBRE 2020 - Nº 108

GRAND TÉMOIN
Stanislas Dehaene

À LA RECHERCHE DE L'INCONSCIENT

LES NOUVELLES THÉORIES DES NEUROSCIENCES

PUBLICITÉ
LA VÉRITÉ SUR LES IMAGES SUBLIMINALES

STATISTIQUES
LE CERVEAU, UNE MACHINE PRÉDICTIVE

LIBRE ARBITRE
AVONS-NOUS TOUJOURS LE CHOIX ?

L 13264 - 108 H - F: 7,90 € - RD
Édition française de Scientific American

BEL: 9,40 € - CAN: 13,20 CAD - DOM/S: 9,40 € - ESP: 8,95 € - GR: 8,95 € - LUX: 8,95 € - MAR: 105 MAD - TOM/A: 2400 XPF - TOM/S: 1320 XPF - PORT. CONT: 8,90 € - CH: 17,10 CHF

POUR LA SCIENCE - HORS-SÉRIE - AOÛT-SEPTEMBRE 2020 - N° 108

Une plongée captivante
dans les secrets de nos maisons

En librairie

puf

POUR LA SCIENCE HORS-SÉRIE

www.pourlascience.fr
170 bis boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. 01 55 42 84 00

GROUPE POUR LA SCIENCE
Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE
Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin
Réviseuses: Maud Bruguière, Anne-Rozenn Jouble, Caroline Vanhoove

POUR LA SCIENCE
Rédacteur en chef: Maurice Mashaal
Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier
Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe
Community manager: Aela Keryhuel

Conception graphique: William Londiche
Directrice artistique: Céline Lapert
Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy
Réviseuse: Anne-Rozenn Jouble
Marketing & diffusion: Charline Buché
Cheffe de produit: Eléna Delanne
Direction du personnel: Olivia Le Prévost
Secrétariat général: Nicolas Bréon
Fabrication: Marianne Sigogne et Zoé Farré-Vilalta
Directeur de la publication et gérant: Frédéric Mériot
Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry et Philippe Boulanger
Conseiller scientifique: Hervé This

PRESSE ET COMMUNICATION
Susan Mackie
susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France
stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS
Abonnement en ligne: http://boutique.pourlascience.fr
Courriel: pourlascience@abopress.fr
Tél.: 03 67 07 98 17
Adresse postale:
Next2C – Service abonnements Pour La Science
26 bd Président Wilson
CS 40032
67085 Strasbourg Cedex

Tarifs d'abonnement 1 an (16 numéros)
France métropolitaine: 79 euros – Europe: 95 euros
Reste du monde: 114 euros

DIFFUSION
Contact kiosques: À Juste Titres ; Stéphanie Troyard
Tél. 04 88 15 12 48
Information/modification de service/réassort:
www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN
Acting editor in chief: Curtis Brainard
President: Dean Sanderson
Executive Vice President: Michael Florek

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 162 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris.
© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».
En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

Origine du papier : Italie
Taux de fibres recyclées : 0 %
« Eutrophisation » ou « Impact sur l'eau » : Ptot 0.008kg/tonne
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources

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

LOÏC MANGIN
Rédacteur en chef adjoint

Libérer l'inconscient

En 1920, au sortir de la guerre qui l'avait profondément marqué, André Breton publie avec Philippe Soupault *Les Champs magnétiques*. Ce livre est né de l'écriture automatique, une des techniques phares du surréalisme, avec le cadavre exquis, destinées à libérer l'inconscient et à échapper aux contraintes de la logique. Le procédé séduira aussi les peintres du mouvement, dont Max Ernst.

À la fin du XIXe siècle, l'écriture automatique avait déjà été au centre des travaux du psychologue, philosophe et médecin Pierre Janet, créateur du terme « subconscient », un concept regroupant des sensations et des perceptions traitées de façon non conscientes. Les idées de Janet inspireront grandement Sigmund Freud, dans l'élaboration de son triptyque « conscient-subconscient-inconscient », qui passionna Breton.

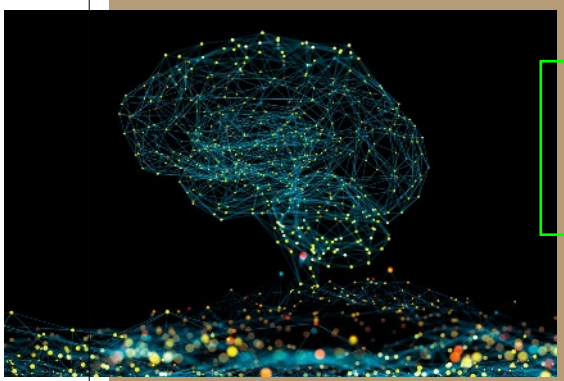
De cette période émergea une distinction profonde entre l'inconscient et la conscience. Cette dichotomie a encore la vie dure et reste bien ancrée dans les croyances. Pourtant, elle n'est pas fondée. La frontière entre les deux est bien plus floue. Plus encore, la seconde est le prolongement du premier. Aujourd'hui, l'inconscient n'est plus vu comme un sanctuaire d'idées refoulées, mais plutôt comme l'ensemble des processus automatiques de traitement des informations dans notre cerveau avant que certaines ne parviennent à la conscience.

C'est la conclusion à laquelle parviennent les plus récents travaux décrits dans ce numéro. Elle est la fois étayée par des réflexions théoriques issues des sciences de l'information, mais aussi par des investigations expérimentales permises par l'avènement de la neuroimagerie, dont beaucoup d'appareils exploitent d'intenses… champs magnétiques !

Paul Valéry, contemporain de Freud et de Breton, l'avait déjà compris : « L'inconscience c'est le jeu même de la connaissance, son fonctionnement incessant et son entraînement. » ■

SOMMAIRE

À LA RECHERCHE DE l'inconscient



LA VISION CONTEMPORAINE DE L'INCONSCIENT

P. 6
Repères
Glossaire, schémas, chronologie… l'indispensable pour apprécier ce numéro.

P. 8
Avant-propos

STANISLAS DEHAENE

« La métaphore de l'ordinateur fait du cerveau un dispositif de traitement inconscient de l'information »

P. 14
Portrait-robot de l'inconscient
Axel Cleeremans et Adélaïde de Heering
On imagine souvent que l'inconscient domine notre vie mentale. Qu'en est-il vraiment ? La psychologie expérimentale et les neurosciences répondent.

P. 22
Le pouvoir des habitudes
Nicolas Gauvrit
Pour beaucoup d'entre nous, notre inconscient est une sorte d'entité psychique mystérieuse, enfouie au fond de nous. Mais cela pourrait n'être qu'une illusion.

P. 28 Entretien
« Le vrai travail de l'esprit reste inconscient, seul ce qu'il produit apparaît à notre regard intérieur »
Peter Carruthers

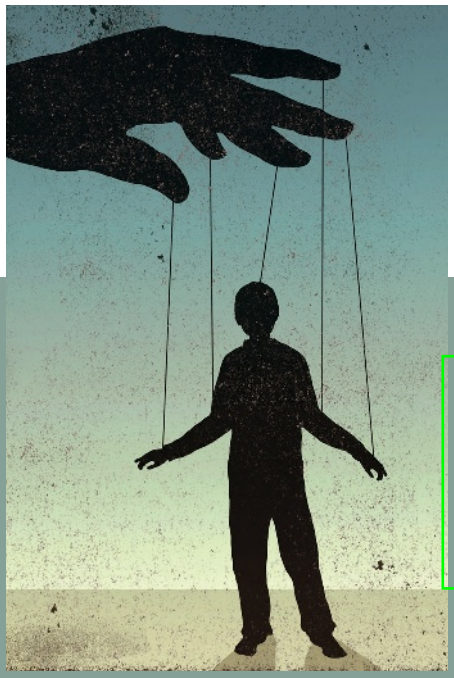
P. 32
Notre pilote automatique
Steve Ayan
En anticipant les résultats de nos actions et en vérifiant s'ils sont conformes aux prédictions, notre inconscient améliore notre cognition !

P. 38 Entretien
« Sommes-nous condamnés à être libres ? »
Pierre Jacob et Gilles Lafargue

P. 44
Un inconscient bayésien ?
Hugo Bottemanne et Stéphane Mouchabac
Selon un modèle fondé sur un théorème en statistique, l'inconscient repose sur l'architecture fonctionnelle du cerveau. Grâce à elle, nous minimisons l'incertitude du monde !

POUR LA SCIENCE HORS-SÉRIE

N° 108
Août-septembre 2020



CET INCONSCIENT QUI NOUS GOUVERNE

P. 52
Empêcher l'inconscient de dicter sa loi
John Bargh
Choix politiques, amitiés, altruisme... tout cela serait dicté par des mécanismes cérébraux qui nous échappent en grande partie. Comment reprendre la main ?

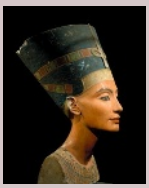
P. 60
La vérité sur les images subliminales
Jean-Baptiste Légal
Les images subliminales sont auréolées de mystère. Ont-elles, ou non, le pouvoir d'influer sur nos comportements ? Oui, alors, ouvrez les yeux !

P. 68
Le pouvoir occulte des publicités
Didier Courbet, Marie-Pierre Fourquet-Courbet et Julien Intartaglia
Les publicités sont partout, à tel point que nous n'y faisons plus attention. Mais même lorsque nous ne les percevons pas consciemment, elles agissent sur nos choix.

P. 76
Dans la tête du consommateur
Arnaud Pêtre et Sébastien Bohler
Le neuromarketing cible les leviers cérébraux du désir d'acheter. Les neuroscientifiques en étudient les effets réels et potentiels.

P. 84
Instincts : la marque de l'évolution
Nassim Elimari et Gilles Lafargue
Nombre de comportements inconscients ont été façonnés par la sélection naturelle pendant des millions d'années. Et aujourd'hui, ils se heurtent à la modernité du monde.

P. 90
À lire en plus



RENDEZ-VOUS
par Loïc Mangin

P. 92
Rebondissements
Aux frontières de la lumière interdite • Les Amérindiens de Sibérie • Au fond aussi, ça se réchauffe • La matière manquante retrouvée •

P. 94
Données à voir
La peste, le choléra... et les autres

P. 96
Art & Science
Le bleu dans les yeux

Constituez votre collection de *Hors-Séries Pour la science* Tous les numéros depuis 1996

pourlascience.fr

L'inconscient à la loupe

Depuis les premières ébauches du concept, au XVIIIe siècle, l'inconscient n'a cessé d'être exploré, d'abord par des expériences sur des patients, puis par des investigations en neuro-imagerie. Aujourd'hui, on connaît de mieux en mieux son fonctionnement, les aires cérébrales qu'il sollicite et comment il est relié à la conscience.

L'inconscient en quelques dates

1714 — Leibniz, dans sa *Monadologie*, distingue perception (inconsciente) et conscience.

1867 — Hermann von Helmholtz développe l'idée d'inférences inconscientes.

1884 — Aux États-Unis, Charles Sanders Peirce et Joseph Jastrow effectuent des expériences mettant en évidence une perception inconsciente.

1899 1900 — Sigmund Freud publie *L'Interprétation du rêve*.

Expériences sur l'héminégligence (Edoardo Bisiach et Claudio Luzzatti) et la vision aveugle (Lawrence Weiskrantz, Ernst Pöppel, Douglas Frost…).

Les mots-clés de l'inconscient

Amorçage
Il consiste à observer comment des stimuli très brefs ou masqués influencent la pensée, les sentiments ou les actions des personnes.

Espace de travail neuronal global
Les informations circulent et sont traitées de façon inconsciente au sein d'un réseau d'aires cérébrales distantes avant que n'émerge un état de conscience dans le cortex préfrontal.

Héminégligence
Ce trouble de l'attention se manifeste par la « disparition » de la moitié du champ visuel. Pour l'expliquer, on postule qu'une partie des informations reste à l'état inconscient.

Inconscient cognitif
Il s'agit de l'ensemble des processus de traitement de l'information et des représentations mentales dont le sujet n'a pas conscience, mais qui influencent néanmoins son comportement.

Mémoire de travail
La mémoire de travail contient toutes les perceptions, souvenirs et intentions qui sont présents à notre esprit à l'instant. De nombreux chercheurs considèrent le contenu de la mémoire de travail comme le strict équivalent de la conscience.

Théorie bayésienne
Le cerveau produirait à partir de modèles de la réalité (des *a priori*) des prédictions d'entrées sensorielles qui sont confrontées au réel. En cas de décalage, les modèles sont corrigés.

Subliminal
Stimulus trop bref pour parvenir à l'état de conscience, il influe néanmoins sur le comportement.

Vision aveugle
Vision résiduelle qui persiste malgré des lésions dans les aires corticales visuelles : elle confirme l'idée d'un traitement inconscient des informations avant qu'elles n'accèdent au niveau conscient.

© Marie Marty

1974 1983

Publication d'études de psychologie expérimentale d'Anthony Marcel, où est mise en œuvre la technique de l'amorçage.

1998

Première étude de Stanislas Dehaene et ses collègues sur les mécanismes neuronaux de l'amorçage subliminal.

2018

Avec ses collègues, Vincent Taschereau-Dumouchel montre que l'on peut contrôler intentionnellement l'activation d'une représentation inconsciente.

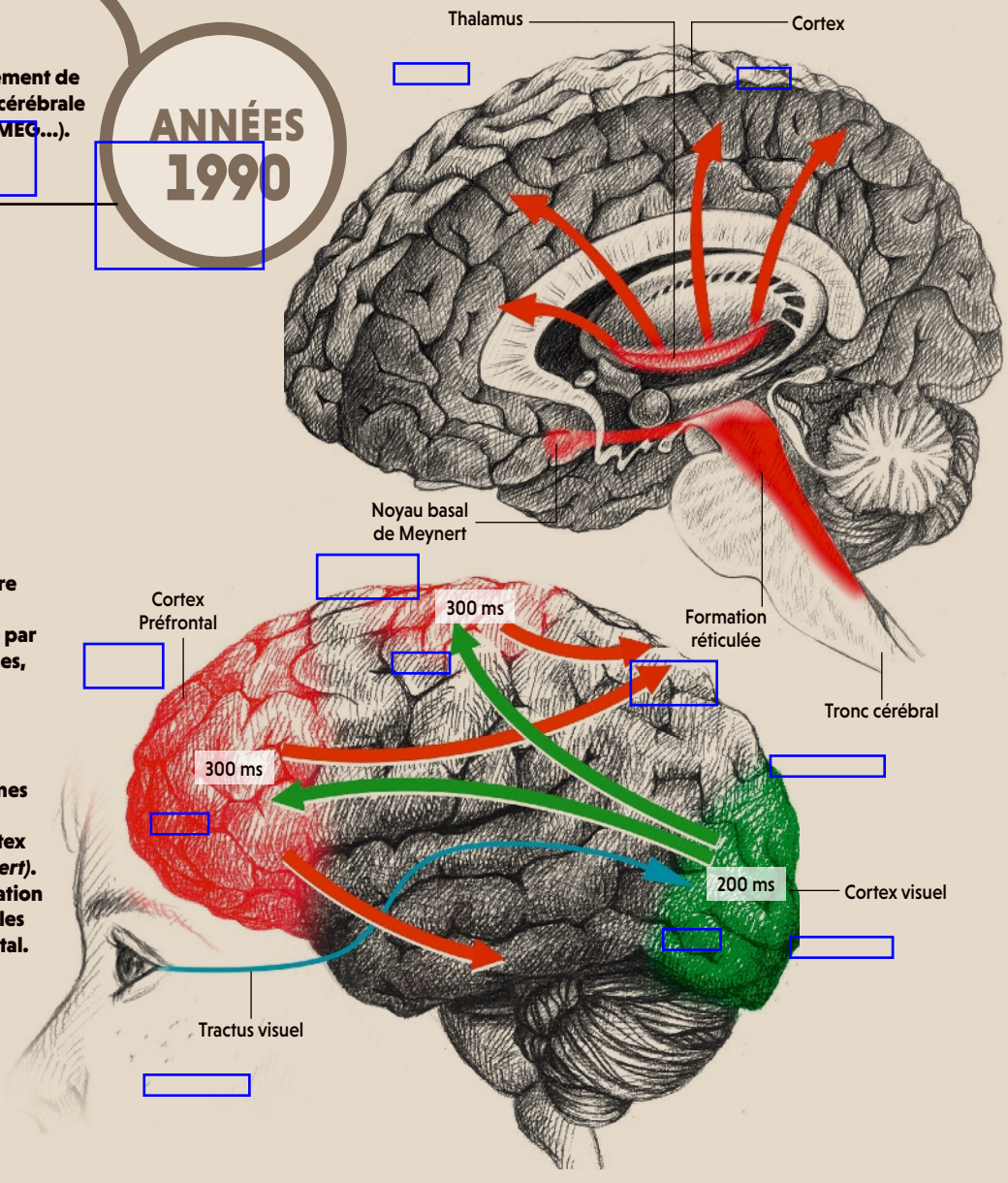
ANNÉES 1970

Développement de l'imagerie cérébrale (IRM, TEP, MEG...).

ANNÉES 1990

De l'inconscient à la conscience

Notre niveau de conscience est modulé par l'activité de la formation réticulée, une structure nerveuse enfouie dans le tronc cérébral *(ci-contre, en haut)*. Alimentée en permanence par des informations sensorielles (auditives,visuelles, tactiles...) restant inconscientes, elle module, avec le noyau basal de Meynert, l'activité de centres supérieurs comme le thalamus ou le cortex, créant les conditions nécessaires pour que nous soyons conscients de nous-mêmes et de ce qui nous entoure.
L'image d'un événement excite d'abord le cortex visuel *(ci-contre)* sur un mode inconscient *(en vert)*. Quelque 300 millisecondes plus tard, l'information commence à s'étendre à d'autres aires cérébrales *(en rouge)*, articulées autour du cortex préfrontal. L'accès conscient à l'événement est ainsi conditionné par la communication entre ces différentes aires distantes.



STANISLAS DEHAENE

« La métaphore de l'ordinateur fait du cerveau un dispositif de traitement inconscient de l'information »

À quand remonte l'idée d'inconscient ?

Stanislas Dehaene : Sans être historien, je pense qu'on trouve déjà dans la philosophie grecque, chez Démocrite par exemple, l'idée que nous n'avons pas connaissance de toutes nos sensations, ni ne sommes maîtres de tout ce que nous faisons.

Dans *Le Code de la conscience*, j'évoque aussi Descartes. On retient surtout du philosophe du XVII^e^ siècle l'idée de dualisme, c'est-à-dire l'opposition entre le corps et l'âme. Certes, il défend cette idée dans ses lettres, mais on se demande toujours avec quel niveau de sincérité. N'essayait-il pas surtout d'échapper aux critiques de l'Église qui venait de condamner Galilée ?

En tout cas, en regardant de plus près ses écrits, on se rend compte qu'il n'est dualiste que pour une petite partie des opérations mentales. Selon lui, tout ce qu'il y a de commun entre les humains et les animaux relève d'opérations mentales purement mécaniques, échappant aux capacités de verbalisation. Il établit donc déjà une distinction entre ce que nous sommes capables d'énoncer, ce qui fait de nous des êtres humains, et toute une série d'opérations automatiques, effectuées de façon machinale et qui incluent la vision, les réflexes et même l'attention et la mémoire.

BIO EXPRESS

12 MAI 1965
Naissance à Roubaix.

2003
Développe avec Jean-Pierre Changeux et d'autres la théorie de l'« espace de travail neuronal global ».

2005
Professeur au Collège de France, chaire de psychologie cognitive expérimentale.

2018
Président du conseil scientifique de l'Éducation nationale.

Si je comprends bien, tout ce qui est commun aux animaux et aux humains correspondrait à ce que l'on peut qualifier d'inconscient ?

Stanislas Dehaene : Je ne crois pas qu'il ait utilisé le mot « inconscient », mais c'est ainsi que Descartes le conceptualise, me semble-t-il. Ce n'est cependant pas tout à fait la même distinction que nous faisons aujourd'hui entre les opérations conscientes, c'est-à-dire présentes à notre esprit, et inconscientes qui se déroulent à notre insu, en arrière-plan.

Même le traitement des mots peut échapper à la conscience !

Après la philosophie, passons à la physiologie : dans ce domaine, qui sont les pionniers de l'inconscient ?

Stanislas Dehaene : Durant le siècle qui a précédé Freud, énormément de recherches ont été menées en physiologie, en neurologie et en psychologie, notamment en France par Pierre Janet, qui avait largement anticipé les idées de Freud.

On peut également citer Hermann von Helmholtz. Au XIXe siècle, ce physiologiste et physicien prussien s'est beaucoup intéressé à la perception, et il est le premier à avoir compris qu'elle fait appel à des « inférences inconscientes » : ce que nous percevons est le résultat d'une longue série de calculs sophistiqués et néanmoins inconscients, qui tirent des inférences statistiques à partir de données sensorielles imparfaites. Il y a donc une forme de logique de la perception : elle conclut à l'hypothèse la plus probable expliquant nos entrées sensorielles.

Toujours dans une perspective historique, plusieurs observations de cas pathologiques ont mis en évidence un traitement inconscient de l'information. C'est notamment le cas de la vision aveugle. De quoi s'agit-il ?

Stanislas Dehaene : Ces personnes, à la suite d'une lésion du cortex visuel primaire, affirment être devenues aveugles. Dans la vie quotidienne, elles se comportent effectivement comme telles. Pourtant, des expériences de laboratoire montrent qu'elles voient encore certaines stimulations, notamment le mouvement, sans s'en rendre compte : elles disposent d'une vision résiduelle inconsciente. Pour simplifier, je dirais que, si une mouche vient les embêter, elles font un geste le plus souvent dans la bonne direction pour se débarrasser de l'insecte. Le terme de « vision aveugle », *blindsight* en anglais, a été forgé par l'équipe de Lawrence Weiskrantz au milieu des années 1970, mais le phénomène avait été étudié auparavant par Ernst Pöppel.

Certains philosophes, entraînés par leur élan, ont considéré que cette vision aveugle validait l'idée de « zombie philosophique », c'est-à-dire une personne chez qui le traitement de l'information serait strictement normal, et à qui manquerait « seulement » la conscience. Cette idée me paraît absurde. En tout cas, la vision des patients avec *blindsight* n'a rien de normal. Pour l'immensité majorité des comportements, ils sont aveugles. Il ne subsiste que quelques réactions visuelles élémentaires. Ce n'est pas une vision complète inconsciente.

Ces observations confortent l'idée d'un morcellement du traitement de l'information. Lorsque les aires visuelles du cortex sont endommagées, des circuits sous-corticaux, notamment le colliculus supérieur, continuent de traiter certaines informations de position ou de mouvement sans qu'elles puissent accéder à la conscience.

Comme dans l'héminégligence ?

Stanislas Dehaene : Ce trouble est plus complexe et implique des circuits corticaux de plus haut niveau, particulièrement dans le cortex pariétal. Les patients héminégligents n'orientent plus convenablement leur attention d'un côté de l'espace, typiquement le gauche. En conséquence, quand ils regardent une scène, ils ne prennent conscience que de la partie droite.

La théorie est qu'ils souffrent d'un déficit des signaux descendants, sans que les signaux montants ne soient affectés. Un stimulus présenté du côté gauche peut entraîner une cascade d'activité corticale initialement normale, ce qui distingue l'héminégligence de la vision aveugle, mais reste inconscient, car il ne reçoit pas en retour le soutien de signaux attentionnels. Ces patients démontrent combien il est important d'avoir à la fois des entrées montantes, mais aussi un retour descendant attentionnel afin de prendre conscience de l'information reçue.

En fait, le modèle bayésien de l'inconscient permet une sorte de réconciliation entre inné et acquis

De très belles expériences ont été menées dès les années 1970 et 1980. Par exemple, on montre à un patient deux maisons identiques, sauf que dans l'une, toute la partie gauche est en feu. Le sujet ne constate aucune différence, car il ne voit que les parties droites. Pourtant, quand on lui demande dans quelle maison >

> il préférerait vivre, il choisit toujours celle qui ne brûle pas. Des informations ont donc été traitées, mais inconsciemment.

Outre l'étude des dysfonctionnements, qu'est-ce qui a fait progresser les connaissances sur le fonctionnement de la conscience ?

Stanislas Dehaene : La révolution des sciences cognitives est en grande partie due à l'arrivée d'idées précises sur la computation. Les travaux d'Alan Turing en particulier, avec la machine portant son nom préfigurant l'ordinateur, et ceux de Claude Shannon sur la théorie de l'information ont bouleversé notre vision de ce qu'est un calcul. Ils montraient que des opérations mentales complexes pouvaient être effectuées par une machine.

La perspective s'est renversée. Schématiquement, avant Turing, l'inconscient était un mystère parce qu'on n'imaginait pas comment autant d'opérations pouvaient s'effectuer dans notre esprit sans que nous en ayons la moindre introspection. Après, ce sont les opérations inconscientes qui deviennent la norme. Et l'énigme est désormais : Qu'est-ce c'est que la conscience ? Et même, en a-t-on vraiment besoin ?

De là serait née l'idée d'inconscient cognitif. Quelle est-elle ?

Stanislas Dehaene : Le principe est simple : pratiquement toutes les opérations cognitives sont inconscientes. Le paradigme des sciences de la cognition est inspiré de la métaphore de l'ordinateur qui fait du cerveau un dispositif de traitement de l'information opérant de façon mécanique, non consciente.

D'ailleurs, au début des sciences cognitives, on a voulu chasser l'idée de conscience. La distinction entre conscience et non-conscience apparaissait trop grossière, « préscientifique ». Seule comptait la nature des opérations mentales effectuées dans chaque cas particulier, notamment lors de la perception visuelle. C'est seulement depuis une vingtaine d'années que l'on est revenu sur cette idée, car on s'est aperçu qu'à stimulus identique, il y a tout de même une grande différence de traitement cognitif des informations selon que le sujet rapporte en avoir pris conscience ou non. Cela influe notamment sur ce qu'il peut faire de ces informations.

Par exemple ?

Stanislas Dehaene : Dans nos expériences, on présente des chiffres ou des mots de façon extrêmement brève à des sujets qui tantôt les voient, tantôt ne les voient pas. Les mots masqués accèdent au lexique mental, sont partiellement compris, ont une influence sur nos décisions, nos choix… Cependant, lorsque le sujet voit les mots, la liste des opérations disponibles s'agrandit. Le sujet peut les mémoriser à long terme, les intégrer dans de longues phrases, les lire à haute voix… Autant de tâches impossibles tant que les mots restent inconscients.

La révolution des sciences cognitives est en grande partie due aux travaux d'Alan Turing et de Claude Shannon sur ce qu'est un calcul

Avec l'imagerie cérébrale, nous avons montré qu'entre percevoir inconsciemment et consciemment, on a affaire à un changement de type « tout ou rien » très important : c'est soit l'un, soit l'autre, de façon binaire, sans niveau intermédiaire entre les deux états. Un seuil distingue le conscient du non-conscient.

Toujours dans le domaine expérimental, une grande étape a été franchie lorsqu'on s'est rendu compte de la diversité des paradigmes qui manipulent la conscience chez le sujet normal. À ce propos, je cite souvent Bernard Baars, de l'institut de neurosciences de San Diego, qui, dans son livre *A Cognitive Theory of Consciousness*, en 1988, constate que l'on dispose de nombreux paradigmes expérimentaux, comme le masquage de mots ou d'images et bien d'autres illusions visuelles, où l'aspect subjectif, ce qui accède à la conscience du sujet, et l'aspect objectif, le stimulus réellement reçu, sont dissociés. C'est le cas dans la rivalité binoculaire : on présente à chaque œil une image différente et, alors que rien ne change dans ce stimulus objectif, les images alternent dans la conscience subjective.

Un autre exemple est celui de « cécité attentionnelle » mis au point en 1999 par Christopher Chabris et Daniel Simons, de l'université Harvard. Une expérience maintes fois répétée. Des participants sont invités à regarder une vidéo montrant un match de basket et à porter leur attention sur le nombre de passes du ballon. Soudain, un homme déguisé en gorille traverse le terrain en gesticulant au milieu des joueurs. Pourtant, environ la moitié des participants ne le voient pas, tellement ils sont occupés à compter les passes !

La théorie bayésienne est un des modèles pour étudier cet inconscient cognitif. Que stipule-t-elle ?

Stanislas Dehaene : On retrouve ici les idées de Helmholtz. Notre cerveau recèlerait des modèles génératifs de haut niveau qui essaient de capturer les aspects les plus abstraits du monde extérieur, et que l'on utilise pour prédire les entrées sensorielles que l'on reçoit à un instant donné. À partir de ce qu'il sait du monde, votre cerveau anticipe ce que vos yeux vont voir, par exemple, qu'il est beaucoup plus probable de voir un visage à l'endroit plutôt qu'à l'envers. Dans ce contexte, percevoir c'est comprendre quel est le modèle de haut niveau compatible avec les informations reçues, tandis que l'ensemble des modèles constituerait une forme d'inconscient bayésien.

À la base de cette théorie se trouve le théorème de Bayes, une formule mathématique qui permet de faire des projections inverses et de déterminer la probabilité qu'un modèle interne soit correct, à partir de l'observation de ses conséquences sur le plan sensoriel. On estime que, dans le cerveau, les modèles sont organisés de façon hiérarchique. Les signaux descendants projettent ces modèles d'un niveau à l'autre jusqu'à prédire les entrées sensorielles du plus bas niveau, puis cette prédiction est comparée aux entrées sensorielles effectivement reçues, et les signaux d'erreurs remontent en sens opposé pour corriger ces modèles internes.

Votre cours au Collège de France, en 2012-2013, portait justement sur ces modèles étudiés chez les bébés. En quoi sont-ils pertinents dans ce cas ?

Stanislas Dehaene : L'hypothèse bayésienne rend assez bien compte de l'apprentissage du bébé, et des connaissances innées du cerveau. En fait, le modèle bayésien permet une sorte de réconciliation entre inné et acquis. L'inné, ce sont les *a priori*, ces modèles internes inconscients déjà structurés, mais dotés de millions de paramètres libres. L'acquis, c'est l'utilisation des signaux du monde extérieur pour contraindre ces paramètres libres. La combinaison des deux permet d'apprendre de façon extrêmement rapide.

On naîtrait avec les lois de la physique déjà inscrites inconsciemment dans notre cerveau ?

Stanislas Dehaene : Une partie du moins, ainsi que probablement certaines lois de la causalité. Plus on étudie le cerveau des bébés, plus on se rend compte qu'une architecture extrêmement robuste est présente dès la naissance. Tous les grands faisceaux de connexions sont là. Quant à la conscience, on n'est pas absolument certain que le bébé y ait accès dès la naissance, mais après quelques mois de vie, on observe déjà les signaux cérébraux correspondant à l'état conscient chez l'adulte.

Le bébé devenant un élève, ces théories du cerveau peuvent-elles aider à améliorer l'apprentissage à l'école ?

Stanislas Dehaene : Sur bien des points ! Mentionnons ce que j'avais désigné dans mon livre *Apprendre* comme le pilier de l'apprentissage n° 4, «l'automatisation». Au départ, presque tous les apprentissages nécessitent de l'attention, de la concentration et de l'effort. Et puis, à force d'entraînement, les automatismes s'installent et le comportement change complètement : il n'y a plus besoin de prendre conscience de ce que l'on fait. Il en va ainsi de la lecture. Au début, l'enfant est obligé de déployer son attention lettre par lettre, B, A.. de les reconnaître une à une, puis de les assembler consciemment pour former un mot. Et, au terme de l'apprentissage, il lit sans déchiffrer et la lecture s'appuie désormais sur des mécanismes inconscients. J'insiste beaucoup sur l'importance de cette transition et la façon de l'optimiser. On sait aujourd'hui faciliter cette automatisation, par exemple en entrecoupant les phases d'apprentissage explicite avec des tests. Par ces derniers, on vérifie, nous en parlions, l'écart entre ce que l'on a prédit inconsciemment et ce que l'on obtient.

Le succès du modèle bayésien montre l'importance de la théorie.

Stanislas Dehaene : Je crois en effet beaucoup au rôle de la théorie en neurosciences cognitives. D'ailleurs, c'est l'arrivée de théories formelles qui a débloqué la situation. Par exemple, avec Jean-Pierre Changeux et Lionel Naccache, sur la base de beaucoup d'observations, nous avons développé au début des années 2000 l'idée d'«espace de travail neuronal global» qui justement prévoit l'effet de seuil mentionné. Schématiquement, l'idée est que des informations inconscientes circulent au sein d'un réseau d'aires cérébrales éloignées avant que l'une d'entre elles n'accède à la conscience en étant amplifiée dans le cortex préfrontal et les aires associatives qui lui sont connectées. Cette théorie a récemment reçu une confirmation grâce à des expériences sur le singe.

Quelle sera la prochaine étape ?

Stanislas Dehaene : Les expériences actuelles mettent en évidence des corrélations entre activité neuronale et prise de conscience. Reste à démontrer leur rôle causal. La démonstration ultime serait de stimuler une assemblée de neurones pour imposer à l'animal la prise de conscience d'une image que l'on aurait choisie. En stimulant des neurones dans le cerveau d'un singe, on lui ferait «voir» une banane qui n'existe pas ! C'est une expérience cruciale qui reste encore à faire pour valider nos théories sur le passage de l'inconscient au conscient. Mais les outils se développent pour y parvenir.

Les retombées seraient réelles, notamment en médecine, pour comprendre le coma et peut-être un jour restaurer la conscience des patients atteints. Grâce à des interfaces cerveau-machine, on voudrait communiquer avec les patients inconscients en état végétatif et créer un système qui soit capable à la fois de décoder l'état de conscience pour le transmettre à l'extérieur, et de transmettre au patient des informations qui deviendraient conscientes. Cette interface bidirectionnelle sera une révolution ! Elle n'est pas encore là, mais ça vient. Et ce serait un retour utile aux patients par qui l'étude de l'inconscient avait commencé… ■

PROPOS RECUEILLIS PAR LOÏC MANGIN

BIBLIOGRAPHIE

B. VAN VUGT, The threshold for conscious report: Signal loss and response bias in visual and frontal cortex, *Science*, vol. 360 (6388), pp. 537-542, 2018.

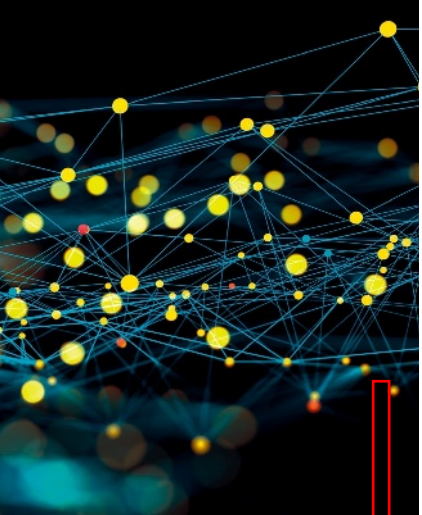
S. DEHAENE, *Apprendre ! – Les talents du cerveau, le défi des machines*, Odile Jacob, 2018.

S. DEHAENE, *Le Code de la conscience*, Odile Jacob, 2014.

S. DEHAENE, Vers une science de la vie mentale, *Leçons inaugurales du Collège de France*, Fayard, 2007.

LA VISION CONTEMPORAINE DE L'INCONSCIENT

Qu'est-ce que l'inconscient ? Depuis plusieurs siècles, philosophes et scientifiques s'interrogent sur une activité « cachée » de notre cerveau. Le grand public s'est emparé de l'idée avec les écrits de Sigmund Freud, mais sa vision psychanalytique ne résiste pas à l'épreuve des faits expérimentaux. Aujourd'hui, l'inconscient est vu comme l'ensemble des traitements des informations, notamment sensorielles, avant que certaines ne deviennent conscientes. Il n'y a donc pas d'entité psychique particulière tapie au fond de notre cerveau. C'est rassurant, car nous conservons, en partie du moins, notre libre arbitre !



© MF3d / GettyImages.com

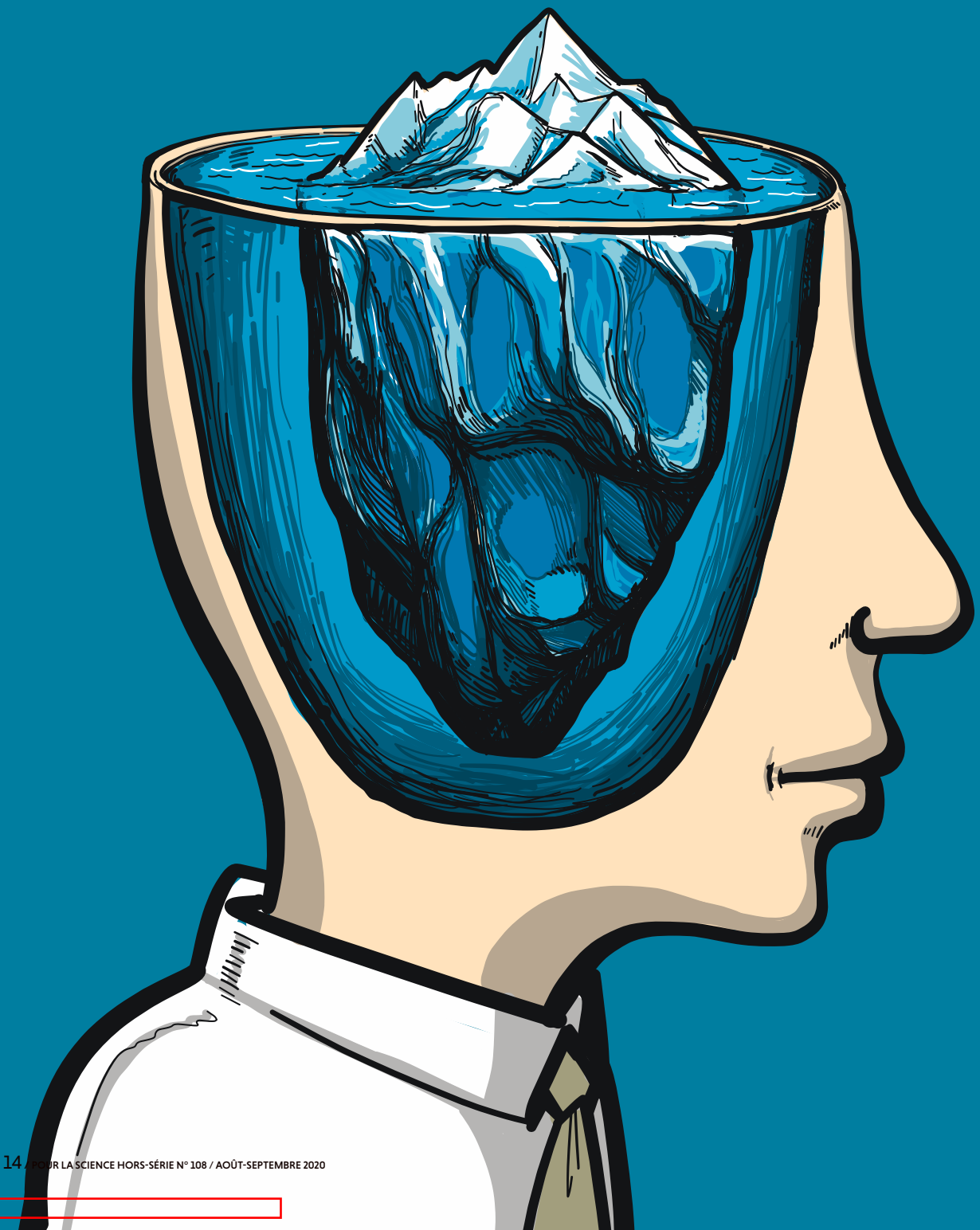
L'ESSENTIEL

- Le cerveau peut traiter certaines informations de façon inconsciente.
- Une question se pose alors : l'inconscient joue-t-il un rôle cognitif, qui ferait de lui un acteur important de la vie mentale ?
- Cette question a fait l'objet de nombreuses études qui se heurtent cependant à de grandes difficultés méthodologiques.
- Ces travaux dessinent un inconscient qui constitue plutôt la base neuronale de la conscience, et non une partie cachée de notre vie mentale.

LES AUTEURS

AXEL CLEEREMANS
est directeur de l'Institut de neurosciences de l'université libre de Bruxelles, en Belgique.

ADÉLAÏDE DE HEERING
est postdoctorante à l'Institut de neurosciences de l'université libre de Bruxelles.



© Honza Hruby/Shutterstock.com

Portrait-robot de l'inconscient

On imagine souvent que l'inconscient domine notre vie mentale. Qu'en est-il vraiment ? Les recherches en psychologie expérimentale et en neurosciences nous amènent à repenser profondément l'inconscient et son rôle, notamment par rapport à la conscience.

De toutes les métaphores de l'esprit, la plus célèbre est sans aucun doute l'image de cet iceberg flottant dans la mer et dont la partie émergée, représentant la conscience, est bien plus petite que la partie submergée, représentant, elle, les profondeurs de l'inconscient. Ce sont bien sûr les écrits de Sigmund Freud qui se trouvent à l'origine de cette image qui fait maintenant partie de la culture populaire.

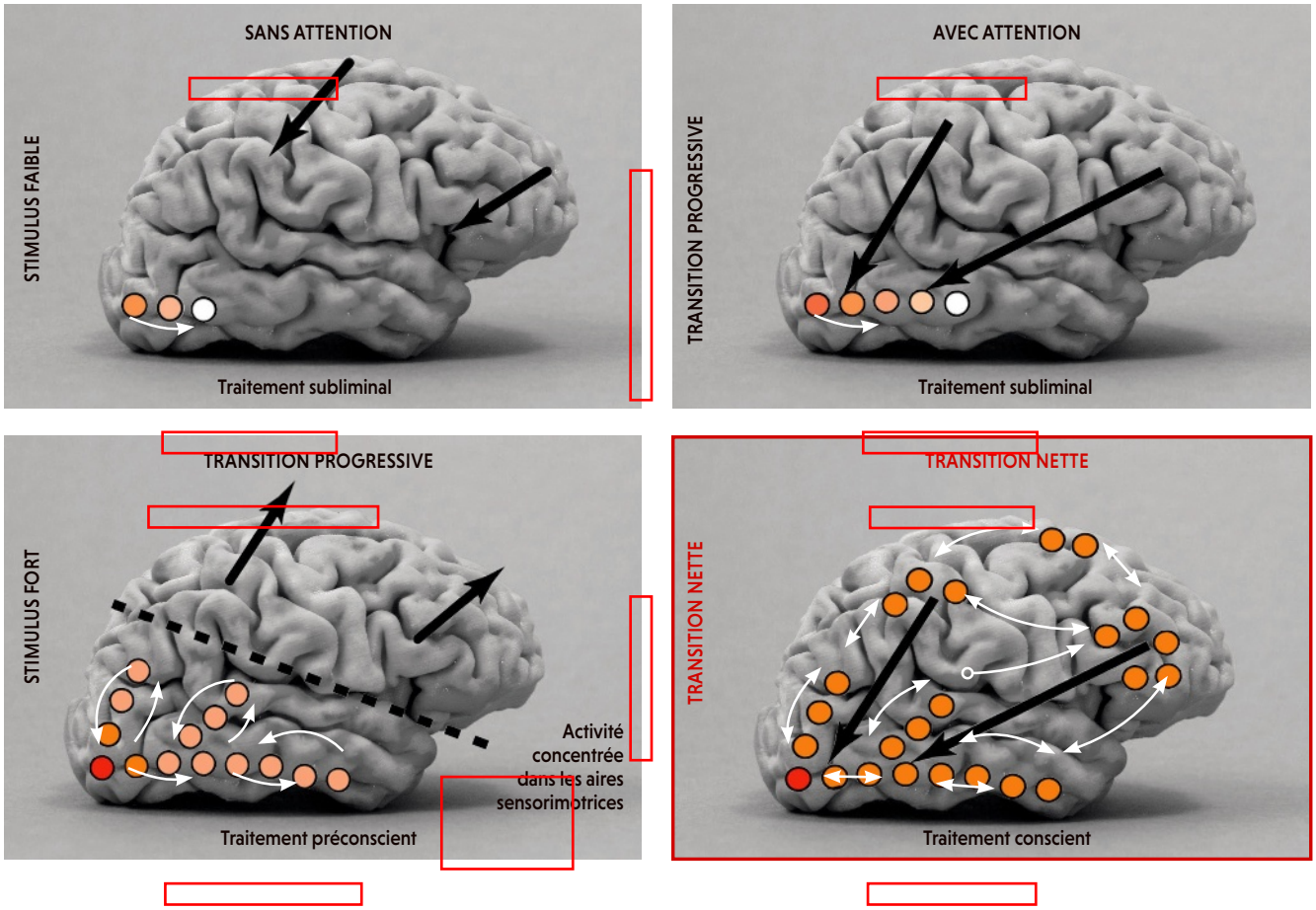
Aujourd'hui, différents champs de connaissance se sont approprié l'inconscient : la psychologie clinique évidemment, et en particulier les approches psychodynamiques, mais aussi les champs de la psychologie sociale, de la sociologie, des neurosciences cognitives, ou encore du marketing. Il est devenu commun d'entendre que c'est l'inconscient qui domine notre vie mentale et nos comportements, impression par ailleurs renforcée par le développement d'intelligences artificielles dénuées de conscience, mais capables de performances surhumaines dans des domaines tels que les jeux de go ou d'échecs. La conscience que nous avons du monde ne serait alors plus qu'une sorte d'épiphénomène dont les forces causales deviennent difficiles à discerner.

L'inconscient est donc aujourd'hui dans l'air du temps… De l'hypnose aux zombies en passant par les vampires, nous semblons adorer les histoires qui nous donnent le sentiment de ne pas être maîtres de nos actes. Nous craignons également d'être manipulés par des forces que nous ne contrôlons pas.

On se rappellera, dans ce contexte, la fameuse étude de l'Américain James Vicary qui, en 1957, prétendit avoir démontré que des images subliminales glissées lors de la projection d'un film avaient incité les spectateurs à consommer davantage de Coca-Cola et de popcorn. Si Vicary révéla plus tard que son étude n'était que pure invention, l'idée qu'il est possible de manipuler les gens, à leur insu, a marqué les esprits. Elle mena notamment, à la fin des années 1980, des parents à intenter un procès au chanteur britannique de rock Ozzy Osbourne, à qui il fut reproché d'avoir inséré sur la bande-son d'une de ses chansons un message satanique qui, écouté à l'envers, aurait incité leur fils à mettre fin à ses jours. À la même époque s'est aussi développée toute une industrie de « cassettes subliminales » dont les messages inaudibles, superposés à une bande sonore à caractère relaxant, auraient donné l'espoir à leurs auditeurs d'arrêter de fumer, d'apprendre le chinois ou de perdre du poids.

Au-delà de ces fumisteries, de nombreuses études sont venues soutenir l'idée que le traitement inconscient d'informations, même complexes, est possible. Les exemples les plus clairs proviennent de la pathologie, et un cas frappant est celui du syndrome de la vision aveugle. >

L'inconscient, partie immergée de l'iceberg représentant la vie mentale ? Cette idée répandue ne correspond pas à ce que les neurosciences nous disent.



Stanislas Dehaene et ses collègues ont proposé en 2006 ce schéma qui distingue les principaux états du cerveau lorsqu'il traite un stimulus visuel à mesure que son intensité s'accroît. Plus il est fort, plus son traitement est global dans le cerveau, et plus ce dernier est conscient. L'intensité de couleur des ronds reflète l'intensité de l'activité dans les aires locales du cerveau. Les petites flèches incurvées illustrent les interactions de ces aires. Les flèches noires en gras indiquent la direction globale de l'attention (vers le stimulus, ou s'en écartant).

© Pour la Science, d'après S. Dehaene et al., Trends in Cognitive Sciences, vol. 10(5), pp. 206, 2006

Ce syndrome a été documenté pour la première fois chez le macaque dans les années 1970 par le chercheur britannique Nicholas Humphrey, puis chez l'humain par un autre Britannique, Larry Weiskrantz. Il survient souvent à la suite d'un accident vasculaire cérébral et est caractérisé par la destruction partielle ou totale du cortex occipital où se trouvent les aires visuelles primaires. Les patients rapportent être devenus aveugles, mais se révèlent souvent capables de performances qui semblent exiger la vision consciente: éviter des obstacles qui se trouvent devant eux; adapter la forme de leur main à la forme des objets qu'ils cherchent à saisir et qu'ils disent néanmoins ne pas percevoir...

Ces données spectaculaires montrent que de nombreuses fonctions associées à la vision peuvent se déployer sans conscience. Mais qu'en est-il chez le sujet sain? Et plus généralement, au-delà du traitement de certaines informations, l'inconscient joue-t-il un rôle cognitif faisant de lui un véritable acteur de notre vie mentale?

L'INCONSCIENT COGNITIF

Le concept d'inconscient en tant que tel est apparu assez tardivement, avec les travaux de Freud bien entendu, mais aussi avec le philosophe allemand Eduard von Hartmann et sa *Philosophie des Unbewussten* (1869) qui nourrira, trente ans plus tard, *L'Interprétation des rêves* de Freud. Il intéressera par ailleurs les chercheurs dès les débuts de la psychologie scientifique.

Ainsi, Charles Sanders Peirce et Joseph Jastrow, deux pionniers de la psychologie expérimentale américaine, ont conduit en 1884 une étude dans laquelle ils se sont mutuellement demandé si la pression exercée sur un doigt était plus ou moins forte que la pression exercée sur un autre doigt. Les participants (eux-mêmes donc!) étaient en outre amenés à indiquer la confiance qu'ils avaient en leur décision en utilisant une échelle à quatre points. Peirce et Jastrow démontrèrent ainsi que la capacité à distinguer de petites différences de pression était meilleure que le hasard ne l'aurait prédit, même quand la personne rapportait n'avoir aucune confiance dans sa décision; autrement dit, la perception peut être précise même en l'absence de conscience.

Quelques années plus tard, en 1898, le psychologue d'origine russe Boris Sidis mit au point une expérience similaire pour laquelle il demanda à ses participants de juger si un stimulus visuel vu de loin était une lettre ou un chiffre. Il constata que, bien que les sujets rapportaient ne pas être capables de discerner le

stimulus, leurs réponses, quand on leur demandait de choisir même s'ils avaient le sentiment de ne rien voir, étaient souvent exactes.

Il faudra attendre les années 1970 pour que de nouvelles études alimentent ce champ de recherche déjà controversé (*voir à ce propos les revues critiques de Charles Eriksen, en 1960, et de Norman Dixon, en 1971*). Le psychologue anglais Anthony Marcel en sera le pionnier. Ses études utilisent une technique bien connue de la psychologie expérimentale, celle de l'«amorçage». Le principe en est simple et se fonde sur l'observation que la réponse à un stimulus quelconque est facilitée par la présentation préalable de ce même stimulus ou d'un autre stimulus qui lui est associé. Par exemple, décider si la chaîne de caractères DOCTEUR est un mot ou pas sera facilité par la présentation, quelques centaines de millisecondes auparavant, de la chaîne INFIRMIÈRE. Le mot «infirmière» est en effet associé au mot «docteur» par son sens et amorce donc le traitement de ce dernier.

En utilisant cette méthode, Anthony Marcel a montré que l'amorce est susceptible d'influencer le traitement de la cible même quand elle n'est pas perçue consciemment par le sujet. Afin d'assurer que l'amorce soit invisible, il a recouru aux techniques de masquage, qui consistent à faire suivre l'amorce d'un masque visuel typiquement composé de morceaux de lettres enchevêtrées. Nous reviendrons sur ce point plus loin, ainsi que sur la question centrale de savoir comment s'assurer que les participants n'ont pas conscience de l'amorce; il s'agit là de défis fondamentaux qui ont poussé le psychologue belge Daniel Holender à publier, en 1986, un article critique dans lequel il remit en cause le bien-fondé méthodologique des recherches d'Anthony Marcel, discréditant son travail ainsi que l'ensemble de la littérature consacrée à la perception subliminale.

L'arrivée des méthodes d'imagerie cérébrale dès le milieu des années 1980 changera les choses. En 1998, Stanislas Dehaene et ses collaborateurs, en France, publièrent la première étude répondant à la question des mécanismes neuronaux sous-jacents au phénomène d'amorçage subliminal. En 2005, John-Dylan Haynes et Geraint Rees, de l'University College de Londres, montrent qu'il est possible de décoder l'activité cérébrale suscitée dans le cortex visuel par un stimulus que le sujet dit ne pas avoir perçu, avec suffisamment de précision pour déterminer quel stimulus, choisi parmi deux, lui a été montré. Et comme l'ont démontré en 2008 Marcel Brass, de l'université de Gand, et ses collègues, on peut de la même façon prédire le choix d'un participant jusqu'à dix secondes avant qu'il ne prenne lui-même conscience de sa décision…

De telles études suggèrent qu'il est possible de reconstruire la perception même subliminale d'un sujet, voire d'en prédire le comportement futur, à partir de l'analyse de son activité cérébrale. Faut-il s'en étonner? Si notre vie mentale est intégralement causée par l'activité du cerveau en interaction avec lui-même, le monde et autrui, il va de soi que l'on doit s'attendre à retrouver dans l'activité du cerveau lui-même les prémices de notre conscience.

De nombreuses études de psychologie sociale ont également contribué à l'idée que la plupart de nos comportements sont enracinés dans des mécanismes non conscients. Par exemple, les chercheurs américains Lawrence William et John Bargh ont montré en 2008 que le simple fait de tenir une tasse contenant un liquide chaud ou froid dans la main influençait l'impression que nous avions de la personne en face de nous. En 2012, une autre étude, d'Asael Sklar et ses collègues, à l'université hébraïque de Jérusalem, a suggéré que nous sommes capables de réaliser des opérations arithmétiques simples sur des nombres que nous rapportons pourtant ne pas percevoir. Dernier exemple: selon une étude publiée en 2006 par le chercheur néerlandais Ap Dijksterhuis, on prend de meilleures décisions quand on évite de réfléchir consciemment à un choix complexe, comme acheter un appartement ou une voiture.

IL EST POSSIBLE DE RECONSTRUIRE LA PERCEPTION MÊME SUBLIMINALE D'UN SUJET

UN INCONSCIENT ROI ?

De telles études ont amené certains chercheurs à défendre l'idée que nous sommes capables de «penser inconsciemment». On pourrait ainsi conclure que l'inconscient est un système capable d'effectuer le même traitement de l'information que la conscience. En particulier, il serait capable de manipuler des représentations symboliques telles que des nombres ou des mots et d'en déterminer la signification. De la même manière que la psychanalyse nous a amenés à considérer que l'inconscient constituerait un vaste réservoir de pulsions, de désirs inassouvis, de souvenirs traumatisants, tous refoulés dans le but de préserver l'intégrité des procédés conscients, les sciences cognitives et la psychologie sociale nous dépeignent parfois l'inconscient comme un «système» à part entière, dont l'activité autonome serait elle aussi susceptible d'influencer notre comportement.

Cette perspective d'un inconscient «puissant» a fait l'objet de nombreuses critiques, tant méthodologiques que conceptuelles. Ainsi, de très nombreuses études du domaine n'ont jamais été répliquées avec succès, ce qui jette évidemment un doute sur leur validité. Ce sont ces échecs qui se trouvent à l'origine de la crise de la réplicabilité en psychologie.

Mais l'idée d'un inconscient fort a également suscité des attaques conceptuelles. Par exemple, dans son ouvrage de 1992 *The Rediscovery of the Mind* («La Redécouverte de >

l'esprit»), le philosophe américain John Searle a directement attaqué la conception freudienne d'un inconscient symbolique, en arguant qu'il est absurde d'imaginer un inconscient qui fonctionnerait exactement comme le conscient, mais sans la conscience. Selon John Searle, la seule conception possible d'une représentation inconsciente est celle d'une représentation disposée à devenir consciente; c'est ce qu'il appelle le «principe de connexion».

Plus récemment, le psychologue cognitiviste Nick Chater, de l'université de Warwick, en Grande-Bretagne, s'est lui aussi attaqué à l'idée d'un inconscient «profond»; pour lui, au contraire, «l'esprit est plat», ce par quoi il veut dire que chaque acte mental est une création instantanée qui émerge de l'activité du cerveau plutôt que le résultat d'un traitement inconscient. Dans son livre *Le Nouvel Inconscient* (2006), le neurologue français Lionel Naccache a, tout en défendant l'idée d'un inconscient riche et élaboré, aussi remis en cause les idées de Freud, non pas en les rejetant dans leur intégralité, mais plutôt en argumentant que des concepts tels que le refoulement ou un inconscient véritablement symbolique sont incompatibles avec les acquis actuels des neurosciences cognitives.

DIFFÉRENTES THÉORIES

Ces différents points de vue sur l'inconscient reviennent en quelque sorte à poser la question suivante: à quoi pourrait donc bien servir la conscience si l'inconscient est capable de réaliser exactement les mêmes fonctions qu'elle? Répondre à cette question exigerait que l'on connaisse précisément tant les fonctions de la conscience que ses mécanismes. Or c'est loin d'être le cas aujourd'hui. Différentes théories s'affrontent sans que l'on parvienne à concevoir des expériences susceptibles de les départager une fois pour toutes.

Il est impossible ici de faire le tour des positions en présence, mais il est utile de distinguer entre théories «de premier ordre» et théories «de second ordre». Les premières sont fondées sur l'idée que la conscience est une propriété de certaines représentations neuronales, comme leur stabilité dans le temps ou la présence de boucles récurrentes. Ces théories ont bien du mal à expliciter quelles sont les différences entre traitement avec et sans conscience.

À l'inverse, les secondes sont fondées sur l'idée que la conscience dépend de mécanismes particuliers. Il en est ainsi de la théorie de l'espace de travail neuronal, probablement celle qui réalise le meilleur consensus aujourd'hui; elle suppose qu'une représentation devient consciente à partir du moment où son traitement prend place dans un réseau cérébral distribué dans le cortex et dont la fonction essentielle est de rendre cette représentation globalement accessible au cerveau. L'inconscient est alors tout simplement relégué à l'ensemble des traitements qui restent en dehors de cet espace de travail neuronal. La théorie distingue cependant entre traitement « subliminal » ou « inconscient », pour lequel le stimulus traité n'a pas suffisamment d'énergie pour engager l'espace de travail neuronal, et le traitement « préconscient », pour lequel le traitement d'un stimulus, suffisamment intense pour être traité consciemment, est cependant empêché par manque d'attention.

La théorie des pensées d'ordre supérieur, que l'on doit au philosophe américain David Rosenthal, suppose quant à elle qu'une représentation mentale est consciente à partir du moment où le sujet est conscient de cette représentation. Autrement dit, chaque représentation mentale consciente le serait en raison de l'existence (inconsciente!) d'une «pensée d'ordre supérieur» selon laquelle «je suis conscient d'être dans cet état mental». Dans cette perspective, la conscience fonctionnerait comme une sorte de système de surveillance qui analyserait en permanence, un peu à la manière d'un radar, la dynamique de l'activité cérébrale.

Cette question des rapports entre conscient et inconscient, ainsi que celle de l'étendue de l'inconscient et de sa structure, sont donc loin d'être résolues. Une enquête informelle réalisée récemment auprès de 87 spécialistes par Megan Peters et Hawkan Lau, de l'université de Californie à Los Angeles, montre par exemple que si 94% d'entre eux pensent qu'il est possible de traiter des informations sans conscience, un tiers seulement se dit convaincu que l'existence de tels traitements subliminaux a bel et bien été prouvée expérimentalement...

De fait, au-delà de la pathologie, qui offre des démonstrations incontestables de la possibilité

LE DÉFI EXPÉRIMENTAL PRINCIPAL EST DE DÉMONTRER L'ABSENCE DE CONSCIENCE

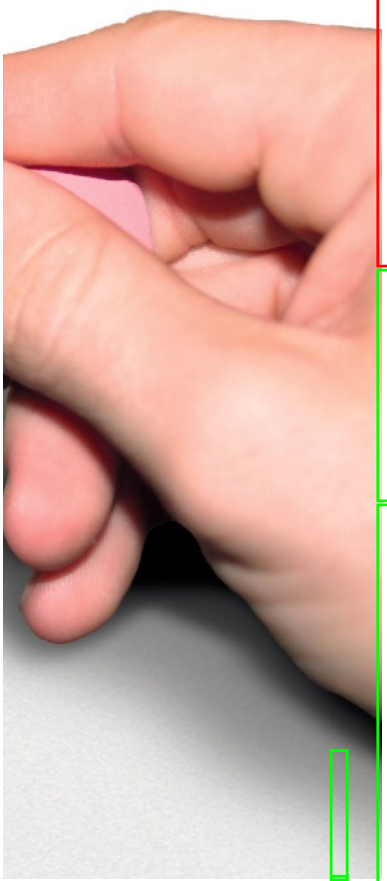
de traitements inconscients complexes, les données expérimentales récoltées auprès de sujets sains sont peu convaincantes. Cela tient notamment au fait que l'étude de la cognition inconsciente pose des défis méthodologiques.

Le défi principal auquel sont confrontés les chercheurs est celui de devoir démontrer l'absence de conscience. Or il est tout simplement impossible de prouver l'absence puisque l'absence d'une preuve ne constitue en rien une preuve de l'absence. En outre, on oublie parfois qu'il est impossible, chez le sujet sain, «d'éteindre la conscience» – la conscience des participants est toujours engagée, même quand on tente de faire en sorte qu'ils ne perçoivent rien. Il est donc illusoire d'imaginer qu'il est possible de concevoir une situation expérimentale dans laquelle les sujets se comporteraient comme de purs zombies: chaque tâche implique nécessairement des processus conscients et des processus inconscients.

Un deuxième défi est de s'assurer que les tests que l'on utilise afin de déterminer si le sujet était conscient d'un état de choses sont suffisamment sensibles. Il faut ici distinguer entre rapports subjectifs et mesures objectives. Les rapports subjectifs, *via* lesquels on demande aux participants de rapporter leur expérience subjective du stimulus (vu/pas vu), présentent l'inconvénient d'être difficilement quantifiables et sujets à des biais individuels. En outre, comme l'on fait remarquer les psychologues sociaux américains Richard Nisbett et Timothy Wilson dès 1977, nous avons souvent tendance à affabuler les rapports verbaux que nous fournissons à propos de nos propres états mentaux – constat qui remet en cause le statut accordé à ce que disent les participants quand on les interroge à propos de leurs propres états mentaux.

Ces difficultés ont amené de nombreux chercheurs à adopter une autre manière d'établir si un stimulus est effectivement inconscient: on demande aux participants de réagir de façon comportementale à la présence d'un stimulus, par exemple en indiquant par une pression de touche si un nombre présenté très rapidement est plus grand ou plus petit que 5.

Une épineuse question supplémentaire se pose cependant tant pour les mesures subjectives qu'objectives de la conscience: ces mesures sont-elles bien exclusives et exhaustives? Autrement dit, est-on certain que la mesure de la conscience que l'on a choisie ne mesure d'une part que les contenus conscients (exclusivité) et d'autre part qu'elle mesure bien tous les contenus de la conscience (exhaustivité)? Un rapport verbal, par exemple, est susceptible de ne pas être exhaustif. À l'inverse, une mesure objective, telle que la discrimination forcée, est susceptible quant à elle d'être influencée tant par des contenus conscients que par des contenus inconscients...



© joshblake / GettyImages

Différents paradigmes expérimentaux font appel à différentes manières d'éliminer certaines informations de notre conscience. On peut distinguer trois stratégies, toutes fondées sur l'idée que la conscience est un système de surveillance ressemblant grossièrement à un radar aéronautique. Comment tromper un tel radar? Une première stratégie consiste à affaiblir le signal en déployant, par exemple, un avion suffisamment petit pour qu'il ne soit pas détecté. Une deuxième stratégie consiste à détourner l'attention de l'opérateur radar en déployant, par exemple, de nombreux leurres. Une troisième stratégie consiste à changer le récit en faisant par exemple croire à l'opérateur du radar, non pas qu'il n'y a rien là-bas, mais plutôt que ce qui existe ne correspond pas à ce qu'il pense. Examinons ces trois stratégies tour à tour.

AFFAIBLIR LE STIMULUS

Les expériences de Sidis évoquées plus haut illustrent qu'un stimulus dit « subliminal », donc non perçu par le sujet, est susceptible d'influencer ses réponses, et donc d'exercer un effet causal sur son comportement. Une telle démonstration revient à prouver que la perception ne nécessite pas forcément de conscience. Une manière de faire, et la plus usitée, consiste à affaiblir le stimulus, ce qui peut être obtenu en en réduisant le contraste (par rapport au fond sur lequel il est présenté) ou la durée de sa présentation à l'écran (quelques millisecondes), ou encore en le faisant précéder ou suivre dans un intervalle de temps très bref par d'autres stimuli nommés «masques», comme dans les expériences d'Anthony Marcel.

D'autres techniques de masquage consistent à présenter en même temps que le stimulus lui-même des stimuli distracteurs qui l'entourent, ou encore à présenter à un œil une configuration dynamique d'éléments colorés très lumineux alors que le stimulus d'intérêt lui-même est présenté à l'autre œil. Contrairement aux autres, cette dernière méthode présente l'intérêt de masquer le stimulus pendant plusieurs secondes.

Un problème essentiel soulevé par ce type d'études est le « dilemme force-efficacité »: comment s'assurer que l'amorce est suffisamment dégradée pour être inaccessible à la conscience, mais suffisamment efficace pour influencer le comportement? La question reste sans réponse claire...

Afin d'explorer les effets d'une présentation subliminale sans recourir au masquage, nous avons récemment développé, à l'université libre de Bruxelles, un équipement permettant d'afficher des stimuli visuels sur un écran pendant des durées aussi courtes que 20 microsecondes. Ce dispositif permet donc de « flasher » une image tellement rapidement que le sujet ne prend pas conscience de sa présence à l'écran et ce, sans utilisation d'aucun masque. Qu'observe-t-on alors dans une situation d'amorçage? >

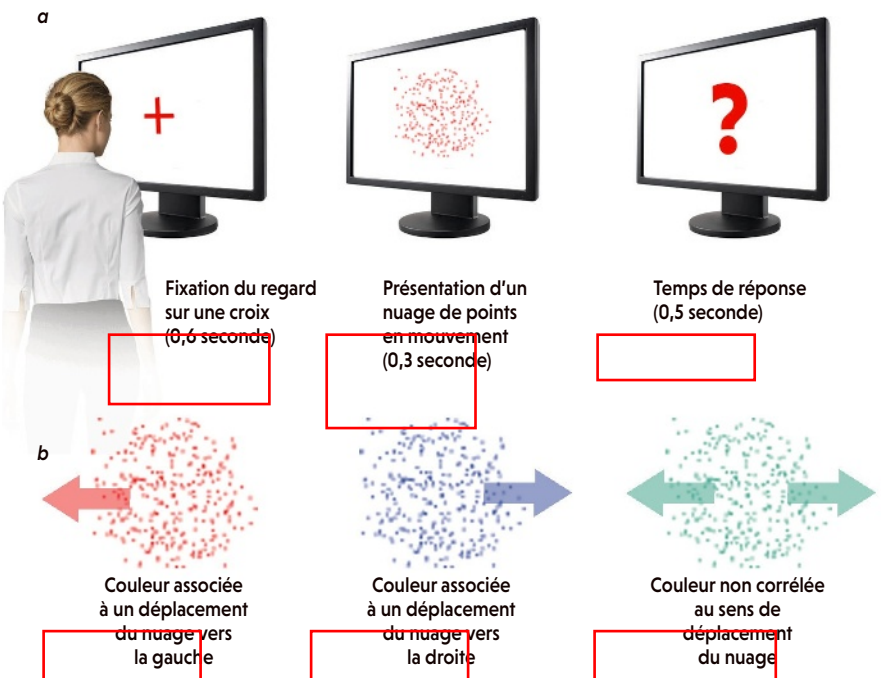
Nos premiers résultats suggèrent que dans de telles conditions expérimentales, les effets comportementaux suivent la visibilité : on n'observe un effet d'amorçage que lorsque les sujets disent avoir perçu le stimulus. De façon surprenante, l'écart entre absence de perception et perception est très faible : à 175 microsecondes, il n'y a ni visibilité ni amorçage, alors qu'à 350 microsecondes, le stimulus est rapporté comme visible et on observe dans ce cas un effet d'amorçage. Cela suggère que l'effet d'un masque serait un effet attentionnel plutôt qu'un effet de la dégradation du stimulus.

Une deuxième stratégie permettant de rendre un stimulus invisible consiste tout simplement à détourner l'attention du sujet. On sait que la perception consciente dépend à la fois des qualités du stimulus (sa durée, son contraste) et de l'attention qu'on porte à une situation. Le phénomène de « cécité au changement » (par exemple quand on ne perçoit pas qu'un objet s'est rajouté à une scène dans un film) est sans doute l'illustration la plus claire de l'importance de l'attention dans la prise de conscience.

LE GORILLE INVISIBLE

Ainsi, dans une expérience devenue célèbre, les chercheurs américains Daniel Simons et Christopher Chabris ont, en 1999, demandé à leurs participants de visionner un film dans lequel on voit deux équipes de trois joueurs (trois habillés en noir, trois habillés en blanc) s'échanger une balle de basket dans un espace confiné. On leur demande de compter le nombre de fois que les joueurs habillés en blanc s'échangent leur balle. À l'insu des sujets, un septième acteur portant un costume de gorille pénètre lentement le champ de la caméra par la droite et s'arrête au milieu de la scène pour s'y battre la poitrine avant de ressortir du champ par la gauche. À la grande surprise de tous, seuls quelques participants rapportent avoir remarqué quoi que ce soit d'inhabituel. Or il suffit de leur demander de visionner à nouveau le film sans compter les échanges de balle pour que tous perçoivent immédiatement l'intrus ! Cette expérience dite « du gorille invisible » a maintenant fait le tour du monde dans d'innombrables formations visant à faire prendre conscience aux gens qu'ils ont du mal à admettre que leur perception du monde est incomplète.

Il est également possible de faire disparaître un stimulus *via* d'autres méthodes, comme le clignement attentionnel : on manipule directement l'attention du sujet en lui demandant de repérer, dans une séquence de stimuli présentés les uns après les autres (entre 6 et 20 items par seconde), deux stimuli particuliers, qui se distinguent des autres par leur couleur ou par leur identité. Quand deux cibles se succèdent à intervalle de temps suffisamment court (quelques centaines de millisecondes), les participants n'ont pas conscience de la deuxième cible.



Des expériences menées par Andrea Alamia et ses collègues ont mis en évidence un processus d'apprentissage inconscient. Les participants devaient fixer une croix sur un écran, puis déterminer la direction globale, droite ou gauche, dans laquelle se déplace un nuage de points animés de mouvements divers *(a)*. À leur insu, la couleur des points du nuage était associée à sa direction, sauf pour l'une des trois couleurs utilisées *(b)*. Les résultats des tests ont montré que les participants ont tout de même appris à associer la couleur à la direction, même s'ils n'en étaient pas conscients.

L'ensemble de ces études pose un second dilemme, dit « de l'observateur », qui se rapporte au fait de ne pouvoir poser la question au sujet de ce qui a été perçu qu'en fin d'expérience. L'interroger plut tôt attirerait en effet immédiatement son attention sur ce que l'on cherche précisément à maintenir hors de sa conscience.

CHANGER L'HISTOIRE

La troisième stratégie est plus subtile. Elle consiste à décrire la situation que le participant perçoit d'une manière différente de ce qu'elle est en réalité. On pense ici aux effets placebo, à la suggestion, ou à l'hypnose – autant de méthodes qui permettent de modifier la façon dont un sujet se représente les choses consciemment.

C'est une telle stratégie qui a été mise en œuvre dans une série d'expériences menées en 2016 (*voir la figure ci-dessus*) par Andrea Alamia, actuellement au Centre de recherche cerveau et cognition, à Toulouse, et ses collègues ; expériences qui ont mis en évidence un phénomène d'apprentissage inconscient. On demandait aux participants de détecter la direction (gauche ou droite) dans laquelle se déplaçait la majorité des points composant un nuage de points tous en mouvement dans diverses directions. Lors de

© Pour la Science

certains essais, l'ensemble des points était coloré de la même couleur (en vert, en rouge ou en bleu), et l'on demandait parfois aux sujets de rapporter cette couleur. Une information ignorée des sujets était que deux des trois couleurs étaient associées à la direction, c'est-à-dire à la réponse à fournir, tandis que la troisième était sans lien avec la direction. Il y avait donc un moyen très simple (observer la couleur) pour que les participants améliorent leurs performances dans ce test par ailleurs très difficile.

Or dans ces expériences, aucun sujet n'a déclaré avoir pris conscience du lien entre couleurs et réponses, mais les résultats montraient qu'ils avaient tous peu à peu appris (inconsciemment) l'association entre les deux. Si les sujets n'ont pas pris conscience de ce lien, c'est peut-être parce que la présence des couleurs était décrite aux participants comme une autre tâche, sans rapport aucun avec la première.

Que conclure de ce bref tour d'horizon? Face aux phénomènes de cognition inconsciente – de la perception subliminale à l'apprentissage implicite –, deux attitudes sont possibles. On peut tout d'abord nier en bloc l'existence de ces phénomènes et considérer que tout ce qui fait partie de notre vie mentale est nécessairement conscient. Bien que cette perspective paraisse peu plausible, certains chercheurs la défendent avec force, épinglant non sans raison les nombreuses incertitudes méthodologiques qui continuent d'empoisonner le domaine, et attribuant donc les résultats observés à l'utilisation de mesures peu sensibles ou à l'influence de facteurs insuffisamment contrôlés. S'il est indéniable que le cerveau est capable de traiter des informations sans conscience, comme le prouve la vision aveugle, l'existence de telles capacités n'implique en rien l'existence d'un inconscient cognitif au sens fort; autrement dit, on peut toujours considérer que de telles capacités relèvent non pas de la cognition, mais de simples facultés neuronales, automatiques en quelque sorte.

L'autre attitude consiste à reconnaître que certains contenus, sémantiques par exemple, peuvent être traités sans conscience. Mais se pose alors la question toujours non résolue de savoir quelles sont les limites de cet inconscient cognitif. Sur la base des données existantes, on peut sans doute répondre que si de tels traitements sans conscience existent bel et bien, ils sont éphémères, superficiels et en général sans effets sur le comportement. Il y a donc peu de raisons de s'inquiéter de la possibilité que nous soyons manipulés. Il est sans doute beaucoup plus simple de manipuler la conscience par la persuasion ou la suggestion que de manipuler directement notre inconscient. Si iceberg il y a, il faut penser ses profondeurs immergées comme le fondement neuronal de la conscience plutôt que comme une partie cachée de notre vie mentale.

Une façon d'avancer dans ce débat est de considérer que la frontière entre conscient et inconscient est fluide et susceptible d'être profondément modifiée par des processus d'apprentissage et de plasticité prenant cours tout au long de la vie.

UNE FRONTIÈRE FLUIDE ENTRE CONSCIENT ET INCONSCIENT

Considérons par exemple la conduite automobile. Aux efforts intentionnels et conscients des débuts se substitue progressivement un ensemble d'actions automatisées qui prennent place avec tellement de fluidité que le conducteur expert peut sans difficulté entretenir une conversation avec son passager tout en maintenant la voiture sur la route. La conscience, dans un tel cas, sans être totalement absente, semble être devenue optionnelle. Mais il s'agit là d'une situation fort différente de celle qui intéresse la perception subliminale. Il s'agit donc de repenser les rapports entre conscient et inconscient d'une manière qui reflète le fait que la conscience que nous avons du monde est un phénomène dynamique, à différentes échelles temporelles. Un peu à la manière d'une rivière dont le cours modifie son propre lit au fil du temps, l'automatisation modifie elle aussi les contours de l'espace mental dans lequel prend place notre activité.

Une autre façon de faire avancer le débat consiste à continuer à développer les techniques permettant de visualiser et de quantifier l'activité cérébrale. L'imagerie cérébrale, et en particulier certaines méthodes d'analyses permettant de «décoder» l'activité du cerveau, offrent aujourd'hui de fascinantes possibilités d'explorer les relations entre traitement inconscient et conscience.

Ainsi, Vincent Taschereau-Dumouchel, de l'Institut international de recherche sur les télécommunications avancées, à Kyoto (Japon), et ses collègues ont montré en 2018 qu'il était possible d'amener des patients souffrant d'arachnophobie à réduire leur anxiété en leur demandant tout simplement de tenter de contrôler par la pensée la taille d'un cercle présenté sur un écran tandis que leur activité cérébrale était enregistrée. Ce que les sujets ignoraient, c'est que la taille du cercle était déterminée à chaque instant par un algorithme capable d'identifier en temps réel dans leur cerveau la présence d'une configuration d'activité neuronale caractéristique des araignées... Autrement dit, par cette méthode de neurorétroaction élaborée, il est aujourd'hui possible de contrôler intentionnellement l'activation inconsciente de représentations arbitraires. De telles méthodes permettront sans doute de mieux cerner l'inconscient... mais aussi de mieux comprendre les mécanismes de la conscience elle-même. ■

BIBLIOGRAPHIE

A. ALAMIA *ET AL.*, Unconscious associative learning with conscious cues, *Neuroscience of Consciousness*, pp. 1-10, 2016.

A. CLEEREMANS, Connecting conscious and unconscious processing, *Cognitive Science*, vol. 38(6), pp. 1286-1315, 2014.

S. DEHAENE *ET AL.*, Conscious, preconscious, and subliminal processing : A testable taxonomy, *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 10(5), pp. 205-211, 2006.

L. NACCACHE, *Le Nouvel Inconscient*, Odile Jacob, 2006.

J. R. SEARLE, *La Redécouverte de l'esprit*, Gallimard, 1995.

© Alla - Din / shutterstock.com

L'ESSENTIEL

- Intuitivement, nous imaginons toutes sortes d'éléments enfouis au fond de notre esprit : des images mentales et des croyances, mais aussi un inconscient riche, doté d'une personnalité propre et d'une capacité à raisonner dans l'ombre.
- Toutefois, certains chercheurs en psychologie estiment que tous ces éléments sont largement le fruit de reconstructions immédiates et qu'il n'y a aucun besoin d'invoquer une sorte d'« entité psychique » cachée derrière notre conscience pour les expliquer.
- Notre réseau neuronal serait ainsi une prodigieuse machine créatrice. Il est lui-même sculpté par nos habitudes, ce qui nous laisse une grande liberté.

L'AUTEUR

NICOLAS GAUVRIT est psychologue du développement et chercheur en sciences cognitives à l'École pratique des hautes études à Paris.

Le pouvoir des habitudes

Pour beaucoup d'entre nous, notre inconscient est une sorte d'entité psychique mystérieuse, enfouie au fond de nous. Mais cela pourrait n'être qu'une illusion : nos comportements seraient surtout façonnés par nos habitudes. Rassurant ?

Pendant que vous lisez ce texte, il vous semble probablement que votre œil embrasse d'un coup la page entière, ou tout au moins un paragraphe. Vous sentez bien que vous ne captez de manière précise que quelques mots à la fois : ceux que vous êtes en train de lire. Le reste est plongé dans un brouillard, hors du champ de votre attention. Pourtant, vous savez que l'image est là, n'est-ce pas ? Accessible quoique brouillée, avec ses mots, ses couleurs le cas échéant. Bien sûr, vous passeriez à côté d'une faute d'orthographe placée ailleurs que sur la ligne que vous êtes en train de lire, mais si quelques plaisantins remplaçaient toutes les lettres par des « x » dans le reste de la page, cela vous sauterait aux yeux, certainement.

LE POUVOIR DE L'IMAGINATION

Eh bien, détrompez-vous. En 1975, les chercheurs américains George McConkie et Keith Rayner ont fait exactement cette expérience. Ils ont donné aux participants un texte à lire sur un écran d'ordinateur, tandis qu'un dispositif spécial mesurait où se portait leur regard et adaptait l'affichage en temps réel : seuls quelques mots, centrés autour du point précis qu'ils fixaient, restaient lisibles, les autres lettres de la page étant remplacées par des « x ». La quasi-totalité de la page était donc remplie de « x ».

Dans une telle configuration, aussi étrange que cela paraisse, la plupart des lecteurs ne remarquent rien : ils lisent la page entière sans jamais percevoir une quelconque bizarrerie. Surtout, ils sont convaincus que le texte est bien là, toujours disponible.

Ainsi, lorsque nous lisons, notre sentiment de voir une page entière est en grande partie >

illusoire. Nous n'apercevons pas du coin de l'œil la partie que nous avons déjà lue : notre cerveau la reconstruit sans que nous en ayons conscience. Quant à la partie non parcourue, au-delà du point où se fixe notre regard, c'est une pure création de notre imagination.

UN TIGRE INCOMPLET

Cet exemple fait intervenir une image dans le monde réel. Une image illusoire que nous nous figurons là, que nous croyons percevoir parce que notre esprit nous trahit. La même chose est-elle possible dans le monde intériorisé de l'imaginaire visuel ? La réponse est oui, et une simple expérience de pensée suffit à s'en rendre compte.

Imaginez un tigre. Dessinez-le dans votre esprit, de manière aussi précise que possible. Un vrai tigre, avec tous les attributs du félin. Maintenant, posez-vous la question suivante : comment sont disposées, exactement, les rayures de l'animal ? Le phénomène suivant pourrait bien se produire dans votre esprit : vous avez l'impression de « regarder » l'image solide et entière du tigre, mais par une étrange sorcellerie, les rayures sont instables, fuyantes. Peut-être n'en avez-vous qu'une idée vague, ou les voyez-vous différentes chaque fois que vous répétez l'exercice.

En réalité, nous n'avons pas d'image mentale du tigre, seulement une esquisse incomplète. Nous pouvons pourtant répondre à chaque question qu'on nous posera : comment sont les oreilles du tigre ? Voit-on dépasser ses canines ? Toutefois, nous n'y répondons pas en observant une image déjà présente, mais en inventant le morceau manquant au moment où nous nous interrogeons.

Dans le même ordre d'idées, Leonid Rozenblit et Frank Keil, psychologues du raisonnement à l'université Yale, ont découvert en 2002 un autre phénomène intrigant, qu'ils ont appelé « l'illusion de profondeur explicative ». Lors d'une expérience (*voir l'encadré ci-dessous*), ils ont demandé aux participants à quel point ils connaissaient le fonctionnement d'une chasse d'eau, d'une arbalète ou d'un hélicoptère. Étaient-ils capables d'en décrire les grandes lignes ? En maîtrisaient-ils les moindres détails ? Non, l'étude montre que nous avons tendance à surestimer notre compréhension de certains mécanismes, à imaginer que nous serions capables de les expliquer.

Cette histoire a quelque chose d'analogue à celle du tigre. Nous pensions avoir de l'animal une représentation précise, dans les profondeurs de notre imagination, prête à se laisser saisir. De même, nous sommes convaincus qu'il y a là, quelque part dans nos abysses mentaux, une sorte de manuel de la chasse d'eau ou de l'arbalète, qu'il nous suffirait de consulter. Pourtant, lorsque nous tentons de le faire, nous

L'ESPRIT EST-IL PLAT ?

Vous pensez connaître le fonctionnement des appareils ci-contre ? Vous imaginez avoir, tapies dans vos abysses mentaux, une sorte de notice explicative qu'il vous suffirait de consulter ? Faites donc l'expérience. Commencez par noter votre degré de compréhension de ces appareils sur une échelle de 1 à 7. Puis essayez de décrire leur fonctionnement. Maintenant, notez à nouveau votre compréhension. Vous devriez vous apercevoir que vous l'avez surestimée dans un premier temps. C'est l'illusion de profondeur explicative. Toute une série d'expériences de ce type ont ainsi montré que beaucoup d'éléments que nous imaginons enregistrés dans les profondeurs de notre esprit ne sont en réalité que des esquisses floues, sur lesquelles brode notre cerveau. Un phénomène qui fait dire au neuroscientifique Nick Chater que « l'esprit est plat ».

© Chasse d'eau : Rasulov ; hélicoptère : David Acosta Allely ; arbalète : Robert B. Miller / shutterstock.com

NOUS SOMMES CAPABLES DE CROIRE QUE NOUS AVONS RÉPONDU DANS UN SENS OU DANS L'AUTRE, MAIS AUSSI D'INVENTER SUR LE MOMENT UNE EXPLICATION COHÉRENTE POUR JUSTIFIER TOUT ET SON CONTRAIRE

découvrons qu'elle n'existe pas. Les explications que nous fournissons sont instables, partielles, et relèvent plus de l'invention sur le moment, de la construction créative, que de la récupération d'une information toute prête. Ce que nous avons en tête n'est en réalité qu'une esquisse imprécise, à partir de laquelle nous tentons tant bien que mal de reconstruire un récit cohérent.

CROYANCES OU CHIMÈRES ?

Peut-être nous leurrons-nous sur la qualité de nos images mentales ou la profondeur de notre compréhension d'un hélicoptère, mais des éléments plus intimes, comme nos valeurs, nos croyances, doivent certainement échapper au flou et à l'instabilité. Nos opinions politiques et nos convictions religieuses forment presque le cœur de notre identité. Elles nous définissent de manière solide et immuable, n'est-ce pas ?

Pas si sûr ! Certes, nous avons tendance à nous comporter de façon cohérente dans le temps. Pourtant, là encore, la recherche en psychologie conduit à revoir la conception naïve d'actions assises sur des valeurs et des croyances. Dans une expérience malicieuse, des psychologues suédois de l'université de Lund, rassemblés autour de Petter Johansson et Lars Hall, ont distribué des questionnaires de croyances politiques. Ils ont ensuite demandé aux participants d'expliquer certaines de leurs réponses… sauf qu'ils ne leur montraient pas les vraies !

Assez étrangement, plus de 75 % des personnes interrogées se sont laissé piéger. Convaincues d'avoir effectivement répondu ce qu'on leur présentait, quelques-unes ont affirmé qu'il s'agissait d'une erreur de leur part, mais beaucoup d'autres ont donné des explications parfaitement cohérentes avec leur idéologie générale. Si l'une d'elles s'était par exemple prononcée pour une augmentation de l'impôt sur le revenu, on lui demandait dans un second temps pourquoi elle pensait qu'il fallait baisser cet impôt. Elle expliquait alors sans sourciller qu'on devait effectivement le diminuer, mais en créant de nouvelles taxes sur les transactions financières, afin de ne pas léser les classes moyennes.

Nous sommes donc capables de croire que nous avons répondu dans un sens ou dans l'autre, mais aussi d'inventer sur le moment une explication cohérente pour justifier tout et son contraire sans remettre en cause notre identité. Certains spécialistes de ces questions en concluent que l'existence de valeurs et de croyances est tout simplement une illusion. Nous sommes relativement cohérents par la force de l'habitude, mais il n'y a derrière cette cohérence aucun principe profond, qu'il soit moral ou idéologique, conscient ou inconscient. Si nous savons expliquer nos discours et nos comportements, c'est parce que nous sommes très adroits pour inventer un emballage convaincant qui leur donne du sens, et non parce que nous parvenons à décrypter les profondeurs cachées de notre psychisme.

UN CHÂTEAU DE CARTES

Dans ces profondeurs ne gisent ni le manuel de la chasse d'eau, ni des convictions politiques stables, ni des valeurs morales quelconques. Au mieux peut-on y trouver de vagues esquisses imprécises et bruitées, la force des habitudes et une recherche de sens et de cohérence. Il y a pourtant un phénomène qui semble une manifestation directe de l'inconscient : l'intuition.

Les fulgurances de celle-ci ont été décrites par plusieurs mathématiciens exceptionnels, comme Henri Poincaré, dans de magnifiques textes introspectifs. Même sans avoir beaucoup étudié les sciences, il vous est peut-être arrivé de bloquer sur un problème, d'abandonner, et de voir subitement la solution jaillir comme par magie. Vous étiez désarmé, et les chemins logiques apparaissent brutalement dans leur évidence, la preuve n'attendant plus qu'à être écrite. Cela suggère fortement que votre inconscient a continué, en tâche de fond, à travailler sur le problème. Et, la solution trouvée, il l'a envoyée à la conscience, qui y a vu une évidence.

Là encore cette vision est un peu trop « romantique ». Non que l'intuition n'existe pas, mais rien n'indique qu'elle s'apparente à un raisonnement caché. Le travail qui se déroule en arrière-plan ne se fonde pas sur des règles logiques, n'est pas une réflexion à proprement parler. Notre inconscient produit plutôt des liens et des analogies de manière automatique. Au final, il ne nous envoie pas une solution clé en main, mais nous lance sur une piste de recherche ou nous indique un résultat possible, que nous tâchons de valider rationnellement après coup, de façon consciente.

Plus généralement, c'est toute notre faculté à raisonner qui semble moins stable qu'on ne pourrait le croire, comme l'illustrent les résultats obtenus par Hugo Mercier, de l'Institut des >

sciences cognitives de Lyon, et son équipe. Les chercheurs ont utilisé une procédure similaire à celle de Johansson et Hall sur les croyances. Ainsi ont-ils fait croire à des participants qu'ils avaient répondu, lors d'un test de raisonnement logique, à l'inverse de leur véritable réponse. Comme pour le cas des croyances, une bonne partie des participants, dupés par la procédure, a ensuite justifié au pied levé un raisonnement contraire à celui qu'ils avaient vraiment tenu. Cela montre au moins une chose: nous n'avons dans notre inconscient ni « principes immuables » sur lesquels s'appuierait la conscience pour raisonner ni bibliothèque de solutions où elle viendrait directement puiser.

NOS SOUVENIRS ? DES MIRAGES

Peut-être plus centrale encore que les valeurs, les croyances ou la pensée rationnelle dans la construction de notre identité: notre mémoire. Nous sommes l'empilement de nos souvenirs. Et nous avons l'impression que le temps n'a que peu d'effets sur au moins une partie d'entre eux – les plus vifs, les plus importants. D'une soirée mémorable, nous oublions quelques éléments périphériques, comme la couleur d'une robe ou l'heure de départ d'un convive. Mais l'idée générale reste là, pensons-nous, à la fois fiable et stable dans le temps, comme un enregistrement vidéo.

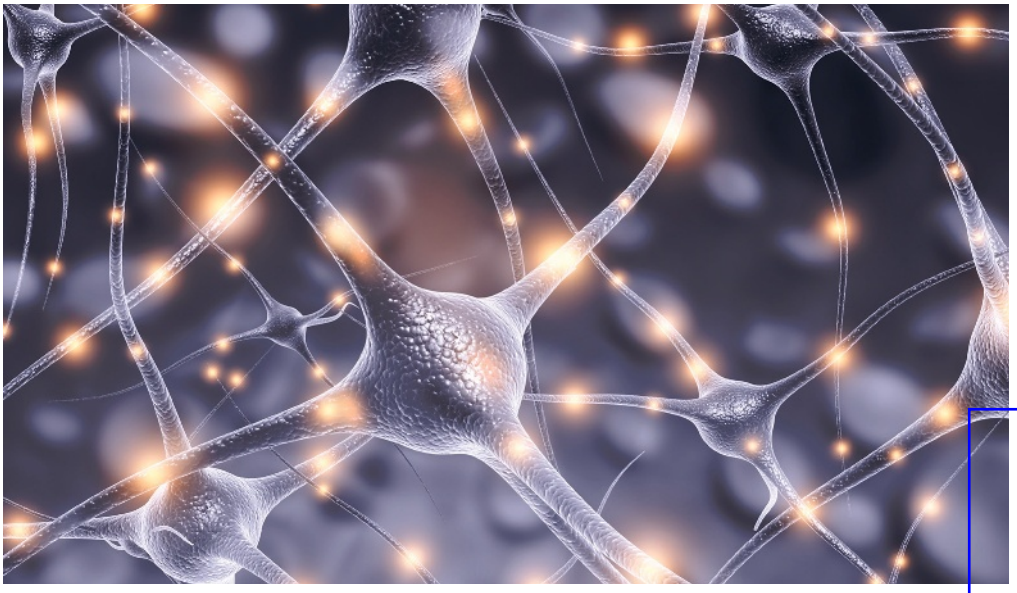
Qu'en disent les études? Elizabeth Loftus, professeure à l'université Stanford, a mené des expériences impressionnantes sur le sujet. Elle a d'abord montré qu'il était facile de modifier des points de détails, dans un souvenir, par une simple suggestion. Supposez par exemple que vous assistiez à une scène d'accident où une voiture jaune percute une voiture bleue; si on vous demande ensuite d'estimer à quelle vitesse roulait la voiture grise quand elle a percuté la verte, il y a de fortes chances pour que vous croyiez effectivement avoir vu une voiture grise et une verte.

Un mot suffirait à modifier le souvenir dans notre cerveau? Pas vraiment. La réalité est qu'il n'y a pas de souvenir au sens où on l'entend habituellement: notre esprit ne contient pas l'équivalent d'un enregistrement, mais plutôt une suite d'éléments plus ou moins fragiles qui permettent de reconstruire la scène à la demande. Chaque remémoration est une reconstruction créative, toujours nouvelle.

Les travaux de Loftus vont bien plus loin encore: elle a montré qu'on peut facilement, par des suggestions légères, implanter des souvenirs totalement faux dans l'esprit de beaucoup de personnes. Comme pour tout le reste, l'idée que nos souvenirs sont là, écrits indélébiles quelque part dans les profondeurs de l'esprit, ne résiste pas à l'analyse. Et comme pour le reste, la conclusion des scientifiques est que chaque remémoration, loin d'être l'équivalent de la lecture d'un enregistrement, s'apparente bien plus à une invention fondée sur quelques éléments instables, sur des indices, des esquisses et des émotions vagues.

Dans un récent ouvrage, Nick Chater, de la Warwick Business School, s'appuie sur cet ensemble convergent de travaux pour remettre en cause ce qui constitue pour lui une grande illusion, une trahison de notre esprit: la croyance en un inconscient doté d'une personnalité, de principes universels, d'une capacité à raisonner dans l'ombre.

Les psychologues ont cherché pendant des siècles à décrypter les messages de cet inconscient. L'intelligence artificielle (IA) a, de son côté, tenté de modéliser le comportement des experts en cherchant le réseau de connaissances profondément enfouies dans l'esprit de ceux-ci. Ce fut un échec dans les deux cas.



Voici à quoi ressemble votre inconscient. Notre réseau neuronal improviserait dans l'instant la plupart de nos émotions, pensées et réactions, à partir de quelques informations floues. Ce qu'il produit dépend du paramétrage de milliers de milliards de connexions, et non d'un « esprit inconscient » doté de règles explicites.

© bluebay / shutterstock.com

Certes, les IA battent les humains à beaucoup de jeux. Mais elles utilisent des stratégies bien particulières, comme le déroulement d'une quantité énorme de calculs pour prévoir plusieurs coups à l'avance. Elles ne se fondent donc pas sur un ensemble de règles et de connaissances présentes de façon plus ou moins consciente dans l'esprit des meilleurs joueurs. Selon Chater, ce revers ne tient pas au fait que l'on n'aurait pas trouvé ces précieux savoirs, qui seraient trop profondément enfouis, mais plus essentiellement au fait qu'on ait cru à tort à leur existence.

Comment les experts parviennent-ils à être si performants, dans ce cas? La réponse est peut-être à chercher du côté des succès récents des réseaux de neurones artificiels. Dans ces modèles, des cellules virtuelles mimant des neurones sont mises en lien, et s'activent ou se désactivent les unes les autres de manière purement automatique. En faisant varier la force des liens entre les neurones, on finit par créer des réseaux capables de prouesses inédites, comme la reconnaissance et la classification d'images. De même, le cerveau d'un champion d'échecs deviendrait de plus en plus efficace pour mener une partie, sans que cela ne soit formalisable par des règles logiques; cela se traduirait plutôt par des souvenirs diffus, par des habitudes et des réflexes bien plus performants que la moyenne, et par une capacité extraordinaire à imaginer des enchaînements de coups à partir de ces éléments.

Plus généralement, il n'y a dans les réseaux de neurones artificiels aucun principe universel inscrit au départ, aucune définition formelle des catégories, seulement un mécanisme dépourvu de sens, un réglage *ad hoc* des paramètres et beaucoup d'apprentissage. Le comportement apparemment intelligent qu'ils affichent est une «propriété émergente», certes observable de l'extérieur, mais qui n'est gravée nulle part. En réalité, lorsque le réseau fonctionne bien, on ne sait pas vraiment pourquoi: les paramètres sont juste correctement ajustés. Il n'empêche qu'une fois stabilisé, ce minicerveau artificiel agira de manière similaire d'une fois sur l'autre – de la même manière que nous avons une certaine constance dans nos réactions émotionnelles ou intellectuelles. Peut-on pour autant dire qu'il a des idées, des concepts stables, voire une personnalité? Probablement pas.

L'INCONSCIENT DES PSYS

Dans la quête des profondeurs de l'âme humaine, la psychanalyse a sans doute été l'erreur la plus têtue. Les pionniers de cette discipline ont imaginé un inconscient particulièrement riche. Loin de celui des cognitivistes, qui désigne simplement l'ensemble des processus qui se déroulent hors du champ de la conscience, l'inconscient des psychanalystes est complexe. Il s'agit pour ainsi dire d'un autre moi à l'intérieur de moi, avec sa personnalité, sa volonté propre, ses raisons. Un être capable de s'opposer à moi, de décider de me cacher des choses.

Par divers moyens, comme le rêve ou les associations libres, les psychanalystes pensent trouver un accès détourné à cette réalité des gouffres. Ces méthodes n'ont pourtant rien de scientifique, notamment parce que les mêmes observations peuvent être interprétées de façons différentes et souvent contradictoires. Si vous rêvez que vous avez peur d'une araignée, par exemple, tel psychanalyste y verra une angoisse d'ordre sexuel, là où tel autre le prendra comme un signe que vous avez du mal à assumer un rôle de dirigeant dans votre entreprise (car vous avez peur d'être appelé «à régner»...).

QUE NOUS N'AYONS PAS À SUBIR LA TYRANNIE IMPLACABLE D'UN AUTRE MOI CACHÉ AU FOND DE NOUS EST PLUTÔT RÉJOUISSANT, CAR CELA SIGNIFIE QUE NOUS AVONS LE POUVOIR DE CHANGER

On pourrait croire que l'échec du décryptage de l'inconscient tient au fait qu'il est si rusé qu'il ne nous laisse parvenir que des bribes insuffisantes. Mais il est plus probable que la raison soit plus profonde: si l'on échoue à découvrir les raisons cachées, les valeurs et les désirs de l'inconscient, c'est plus simplement parce qu'ils n'existent pas. Il y a bien sûr des processus inconscients complexes, des analogies automatiques, des mouvements émotionnels incontrôlés, des interprétations machinales – bref un traitement de l'information sophistiqué, mais opaque, comme dans un réseau de neurones artificiels. Pourtant, tout ceci n'est pas le fruit d'une personnalité riche gisant au fond de notre esprit.

Ce constat ne doit pas nous abattre. Que nous n'ayons pas à subir la tyrannie implacable d'un autre moi caché au fond de nous est plutôt réjouissant. Que nos habitudes façonnent plus nos comportements que des valeurs qui nous seraient inaccessibles est rassurant, car cela signifie que nous avons le pouvoir de changer, sans nous lancer dans la spéléologie psychologique: les habitudes peuvent être modifiées de manière très concrète par l'effort et la répétition. La volonté a son mot à dire, bien plus qu'un alter ego capricieux et insaisissable. ■

BIBLIOGRAPHIE

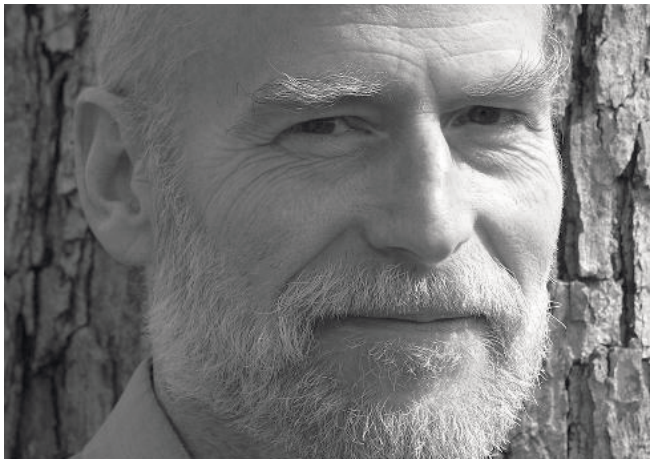
N. CHATER, *Et si le cerveau était bête?*, Plon, 2018.

E. TROUCHE *ET AL.*, The selective laziness of reasoning, *Cognitive Science*, vol. 40, pp. 2122-2136, 2016.

L. HALL *ET AL.*, How the polls can be both spot on and dead wrong : Using choice blindness to shift political attitudes and voter intentions, *Plosone*, vol. 8(4), e60554, 2013.

L. ROZENBLIT ET F. KEIL, The misunderstood limits of folk science : An illusion of explanatory depth, *Cognitive Science*, vol. 26, pp. 521-562, 2002.

PETER CARRUTHERS



« Le vrai travail de l'esprit reste inconscient, seul ce qu'il produit apparaît à notre regard intérieur »

Un de vos récents articles s'intitule : « L'illusion de la pensée consciente ». Qu'est-ce que cela signifie ?

Peter Carruthers : Tout simplement, que l'idée d'après laquelle nous pensons consciemment est selon moi une erreur. Cette impression subjective repose sur un phénomène que j'appelle « l'illusion d'immédiateté ». Le point de départ de mes réflexions a été une tentative pour cerner de façon plus précise deux approches de la théorie de la conscience.

D'une part, la théorie de l'espace de travail global (la *Global worspace theory*), défendue par les neuroscientifiques Stanislas Dehaene et Bernard Baars. La thèse centrale est qu'un état mental conscient doit être accessible à d'autres fonctions psychiques comme la mémoire de travail, la prise de décision ou le langage. Les états conscients, selon cette conception, rayonnent de manière globale sur l'ensemble du cerveau.

BIO EXPRESS

16 JUIN 1952
Naissance

1980
Thèse de philosophie au Balliol College d'Oxford, en Grande-Bretagne.

2001
Professeur de philosophie à l'université du Maryland, à College Park, aux États-Unis.

Selon une autre théorie, défendue notamment par le psychologue Michael Graziano, de l'université de Princeton, et le philosophe David Rosenthal, de l'université de New York, les états mentaux conscients sont simplement ceux que nous connaissons, auxquels nous avons accès de façon immédiate, sans avoir à lire nos propres pensées ou à les interpréter. Cette conception est aussi qualifiée de « théorie d'ordre supérieur » (*Higher order theory*). Mon argument est essentiellement le suivant : peu importe que l'on privilégie telle ou telle interprétation, nous restons incapables de saisir consciemment nos pensées, souhaits ou jugements. Ils ne sont ni à notre disposition dans notre mémoire de travail ni directement accessibles à notre conscience.

Les sources de notre pensée seraient alors inconscientes ?

Peter Carruthers : Chaque jour, nous disons naturellement des choses comme

« Oh, je viens d'avoir cette pensée » ou « Je viens de penser que… ». Nous désignons alors de cette façon notre petite voix intérieure qui se trouve au centre du flux de conscience. Nous en prenons conscience, c'est incontestable. Mais dans le domaine de la neurophilosophie, nous entendons un peu plus que cela par « pensée ». Nous englobons dans ce terme toutes sortes de représentations mentales, de jugements, d'intentions ou de buts. Il s'agit d'événements amodaux, abstraits, non sensoriels. Et les pensées ne deviennent jamais objet de notre mémoire de travail, de la « surface utilisable » de notre esprit. Elles ne sont donc pas conscientes.

La conscience a-t-elle toujours un fondement sensoriel ?

Peter Carruthers : Elle est en tout cas reliée à une modalité sensorielle, et possède toujours des composantes auditives, visuelles ou tactiles. Nous voyons les choses avec notre œil intérieur, nous entendons notre voix intérieure. On pourrait aussi dire que ce qui est conscient, ce sont des contenus, souvenirs, ou représentations, dont on peut faire l'expérience sensorielle, que l'on a présents dans notre mémoire de travail.

La conscience est-elle, selon vous, autre chose que l'attention ?

Peter Carruthers : C'est une question délicate. Certains chercheurs pensent que notre conscience est plus riche que ce que nous pouvons rapporter consciemment. Quand par exemple nous considérons le monde qui nous entoure, nous avons l'impression d'une grande richesse, tout semble étalé de façon visible devant nous, et nous n'avons qu'à regarder où nous voulons.

Mais de nombreuses expériences de perception ont montré, notamment dans le domaine de la cécité attentionnelle, que le faisceau de notre conscience est en fait très étroit. La perception subjective s'écarte donc clairement de ce que nous traitons réellement. Notre esprit construit probablement un résumé, une sorte d'expérience condensée de notre environnement. Mais les contenus mentaux qui parviennent à notre conscience, et c'est là un point décisif, ne nous sont pas accessibles de façon immédiate et directe. Pas plus que ceux des autres personnes. Nous interprétons nos propres états mentaux exactement de la même façon que ceux des autres.

Sur quoi fondez-vous cette affirmation ?

Peter Carruthers : Prenez par exemple cette conversation entre nous. Vous êtes certainement conscient de ce que je suis en train de dire. Mais le travail d'interprétation, de déduction et de réflexion qui fonde votre compréhension échappe à votre conscience. Ce sont des opérations rapides, automatisées, que votre cerveau met en œuvre pour donner un sens à mes mots, et ces processus travaillent dans l'ombre. Seule l'écume de cette activité mentale parvient à votre conscience. C'est précisément de cela qu'il s'agit : le vrai travail de l'esprit reste inconscient, seuls ses produits apparaissent à notre regard intérieur.

Pourquoi avons-nous donc l'impression d'un accès direct à nos contenus conscients ?

Peter Carruthers : Je pense que les causes sont à rechercher du côté de l'évolution. Cette impression d'avoir des pensées conscientes vient selon moi du fait que nous assimilons le contenu de nos pensées à l'acte de penser.

L'illusion de l'immédiateté a l'avantage de nous permettre de comprendre les autres très rapidement. Distinguer les simples pensées de l'acte de penser en lui-même ne ferait que compliquer inutilement les choses. Cela demanderait beaucoup plus de travail d'interprétation pour comprendre nos semblables, et ce n'est pas un avantage.

QU'EST-CE QUE LA CONSCIENCE ?

Par conscience, on entend couramment le fait d'occuper un état mental ou de disposer d'un contenu mental, mais pas seulement ; il s'agit aussi de savoir que l'on occupe cet état ou que l'on possède ce contenu mental. Cela peut avoir trait à la perception du monde extérieur (« Il pleut ») tout comme à notre monde intérieur (« Je suis en colère »). Mais comment se produisent ces états conscients ? Selon la plupart des experts du domaine, on est encore loin de la réponse. Un consensus règne toutefois sur la nécessité de séparer plusieurs aspects de la conscience humaine. C'est ainsi qu'on distingue l'expérience phénoménale (ce que cela fait d'avoir un sentiment précis) de la représentation de contenus conscients. La première, le « comment » de la conscience, est décrite par les théories dites « de premier ordre » ; la seconde, le « quoi » de la conscience, se rapporte à des théories dites « représentationnelles », ou encore des théories d'ordre supérieur.
D'importantes caractéristiques de la conscience sont la subjectivité (elle m'appartient en propre), la continuité (elle se déroule sans rupture) et l'intentionnalité (elle est tournée vers un objet). D'après la théorie de l'espace global de travail, un contenu mental est conscient quand il devient accessible à d'autres fonctions comme la mémoire de travail, la capacité de décision ou le langage. Cette accessibilité reposerait sur un embrasement de l'activité cérébrale résultant de la synchronisation de l'activité des neurones de différentes zones du cerveau. La conscience n'est probablement pas le produit d'une aire précise, mais plutôt le résultat de l'activité de la quasi-totalité des 100 milliards de neurones de notre encéphale. Certains théoriciens pensent qu'elle n'est pas du tout produite par notre cerveau. Selon le philosophe américain Alva Noë, la conscience, à la différence de la digestion, n'est pas le produit d'un organe, mais plutôt le résultat de l'interaction entre plusieurs cerveaux…

Sur quels faits empiriques étayez-vous cette thèse ?

Peter Carruthers : Par exemple, sur les perturbations qui surviennent chez les individus autistes ou les schizophrènes. Chez ces personnes, les deux aptitudes semblent altérées à chaque fois : la compréhension des autres tout comme celle de leurs processus mentaux propres. S'il existait un accès privilégié au Soi, il devrait aussi exister des personnes qui auraient des problèmes à comprendre les autres, mais pas eux-mêmes, et *vice versa*. Mais à ma connaissance cela ne semble pas être le cas.

Les autistes font souvent des erreurs sur leurs propres processus mentaux, et les schizophrènes, réputés interpréter de façon erronée leur propre cognition, ont aussi d'importantes difficultés à appréhender les pensées d'autrui. Il n'y a qu'un mécanisme unique : une « lecture de pensée » que nous appliquons à notre environnement social tout comme à nous-mêmes.

L'illusion de la conscience immédiatement accessible a-t-elle d'autres effets secondaires cachés ?

Peter Carruthers : Oui, nous payons un prix pour cela : par exemple, nous avons l'impression subjective de disposer de beaucoup plus de connaissances sur nos états mentaux que ce n'est réellement le cas. Lorsque nous croyons être dans un état mental ou émotionnel donné, nous ne pouvons distinguer cette croyance de la réalité. Dès que je crois avoir faim, j'ai faim. Dès que je crois que je suis heureux, je le suis. Il existe une sorte de raccourci qui nous porte à supposer que le contenu de notre pensée est identique à notre acte de penser.

Pouvez-vous préciser ce que vous entendez par là ? Quelle autre possibilité y a-t-il ? Comment devrions-nous penser ?

Peter Carruthers : En théorie, nous devrions faire la distinction entre notre expérience d'une part, et nos jugements ou nos suppositions sur cette expérience de l'autre. Cela nous arrive dans de rares cas ; par exemple, quand je suis nerveux ou irritable et que je me rends compte au même instant que mon estomac gargouille, et que j'ai besoin d'avaler rapidement quelque chose.

Vous voulez donc dire qu'il serait plus juste d'affirmer : « Je pense que je suis énervé, mais ce n'est peut-être pas vrai » ?

Nous avons l'impression subjective de disposer de beaucoup plus de connaissances sur nos états mentaux que ce n'est réellement le cas

Peter Carruthers : Si vous voulez, oui. Il est très difficile d'instaurer cette distance vis-à-vis de ses propres impressions. Même après toutes ces années durant lesquelles je me suis consacré à la philosophie de la conscience, je n'y parviens qu'occasionnellement.

Les chercheurs sur le cerveau tiennent depuis longtemps à identifier les corrélats neuronaux de la conscience. Cette quête sera-t-elle un jour couronnée de succès ?

Peter Carruthers : Je pense que nous en savons déjà beaucoup sur le fonctionnement et la localisation de la mémoire de travail. Même les concepts philosophiques dont on se sert pour expliquer de quoi se compose la conscience sont bien mieux fondés empiriquement qu'il y a encore quelques décennies. Quant à savoir si nous comblerons un jour le fossé qui subsiste entre l'expérience subjective et les processus neurophysiologiques, je ne me prononcerai pas sur cette question.

Qu'en résulte-t-il pour notre conception du libre arbitre et de la responsabilité individuelle de chaque être humain ?

Peter Carruthers : Je suis d'avis que nous pouvons très bien conserver un libre arbitre et une responsabilité individuelle avec une machinerie mentale qui travaille en grande partie dans l'ombre. Le conscient et le non-conscient ne sont pas des domaines séparés, car les processus conscients influencent le traitement implicite, et réciproquement. Être libre signifie d'agir en accord avec ses motivations propres – que celles-ci soient conscientes ou non. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR STEVE AYAN

BIBLIOGRAPHIE

P. CARRUTHERS, *Human and Animal Minds : The Consciousness Questions Laid to Rest*, Oxford University Press, 2019.

P. CARRUTHERS, The illusion of conscious thought, *Journal of Consciousness Studies*, vol. 24, pp. 228-252, 2017.

P. CARRUTHERS, *The Centered Mind : What the Science of Working Memory Shows Us About the Nature of Human Thought*, Oxford University Press, 2015.

OFFRE D'ABONNEMENT 1 AN

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

2 FORMULES AU CHOIX

	FORMULE PAPIER + HORS-SÉRIE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier 12 numéros par an	✓	✓
Le magazine en version numérique 12 numéros par an		✓
Le hors-série papier 4 numéros par an	✓	✓
Le hors-série en version numérique 4 numéros par an		✓
Accès à pourlascience.fr actus, dossiers, archives depuis 1996		✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	**79 €** Au lieu de ~~114,40 €~~	**99 €** Au lieu de ~~174,40 €~~
	31 % de réduction *	**43 %** de réduction *

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Next2C – Service abonnements Pour La Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr

PAG20STDDOS

☐ **OUI, je m'abonne pour 1 an à POUR LA SCIENCE**

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)

☐ FORMULE **PAPIER + HORS SÉRIE** — **79€** Au lieu de ~~114,40€~~
- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier

PAG79E

☐ FORMULE **INTÉGRALE** — **99€** Au lieu de ~~174,40€~~
- 12 n° du magazine (papier et numérique)
- 4 Hors-série (papier et numérique)
- Accès illimité aux contenus en ligne

PIAG99E

2 / J'indique mes coordonnées

☐ M. ☐ Mme

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

.....

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

Téléphone |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Email : (indispensable pour la formule intégrale)

..... @.....

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / Je choisis mon mode de règlement

☐ **Par chèque à l'ordre de Pour la Science**

☐ **Carte bancaire**

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

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

Signature obligatoire :

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2021 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site https://boutique.pourlascience.fr. Photos non contractuelles.

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

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

L'ESSENTIEL

- Contrairement à ce qu'on a longtemps cru, l'inconscient n'est pas une force obscure qu'il faut museler.
- Son rôle est d'établir des prédictions sur notre environnement, et de guider l'action.
- L'inconscient ne cède la place à l'analyse consciente que lorsque ses prédictions sont invalidées par la réalité.

L'AUTEUR

STEVE AYAN est psychologue et journaliste scientifique.

Notre pilote automatique

Notre inconscient travaille à notre insu pour nous aider à déchiffrer le monde. En anticipant les résultats de nos actions et en vérifiant s'ils sont conformes aux prédictions, il améliore notre cognition !

À **Worcester, près de Boston sur la côte est des États-Unis, en septembre 1909, une rencontre entre cinq hommes s'apprête à imposer une idée nouvelle à la face du monde.** Le cerveau de cette petite bande est un certain docteur Freud, de Vienne. Il y a dix ans qu'il a proposé un nouveau traitement de l'hystérie dans un ouvrage intitulé *L'Interprétation des rêves*. Mais cet opus contient aussi une vision sulfureuse de la psyché humaine : d'après son auteur, des forces obscures bouillonnent continuellement sous la surface de la conscience. Des pulsions profondément enracinées, en premier lieu l'énergie sexuelle, ou libido, seraient péniblement tenues en respect par les principes appris de la morale et trouveraient des soupapes de décompression à travers lapsus, rêves et névroses. Autant de travestissements – de « sublimations », dans le langage de Freud – de l'inconscient.

Sur l'invitation du psychologue Stanley Hall (1846-1924), Freud tiendra cinq conférences à l'université Clark de Worcester. Parmi ses auditeurs, le philosophe William James (1842-1910) a fait spécialement le déplacement de Harvard. Après une promenade ensemble sur le campus, James aurait, dit-on, déclaré à l'analyste : « L'avenir de la psychologie vous appartient. » Il ne se trompait pas.

L'image de l'être humain comme gouverné par des puissances psychiques obscures, et qui >

© Tara Moore / GettyImages

n'est pas maître chez soi, fait aujourd'hui partie de la connaissance universelle. En nous se jouerait un combat permanent entre les exigences de la conscience et les désirs secrets de l'inconscient. Mais cette conception commet une erreur : en réalité, conscience et inconscient n'œuvrent pas l'un contre l'autre. Ce ne sont pas des concurrents qui se battent pour la prééminence au sein de notre psyché. En fait, ils ne représentent pas même des domaines clairement distincts, comme le suggérait la séparation faite par Freud entre le moi, le ça et le surmoi. Il y a bien plutôt un esprit où processus conscients et inconscients sont étroitement imbriqués.

Pour comprendre à quel point l'idée d'un inconscient obscur est ancrée dans la culture populaire, il suffit de voir le film de Pixar *Vice Versa*. L'inconscient y est représenté comme un lieu clos et mystérieux situé dans le poste de pilotage central de la tête d'un enfant. On peut difficilement faire plus irréaliste : l'inconscient est tout sauf un réduit où nous enfermerions nos pensées indésirables ou nos pulsions secrètes. Nous aimons voir les choses ainsi, parce que de notre point de vue seule la pensée consciente est censée diriger nos actions. Ce n'est que de cette façon, croit-on, que nous garderions notre destin en main. Mais ce n'est pas du tout ce que montre la recherche moderne : celle-ci indiquerait plutôt que l'ensemble de nos pensées et de nos actes sont en grande partie gouvernés par des séquences de réactions automatiques.

PRÉDICTIONS ET CHOIX

Ces dernières années, un contremodèle à la fantasmagorie freudienne a connu un succès grandissant. Il s'agit du concept de « *predictive mind* », ou d'esprit prédicteur. Cette théorie révolutionnaire attribue un rôle central aux automatismes de l'esprit. Ceux-ci auraient pour fonction de prédire les probabilités d'événements futurs avec rapidité et fiabilité. L'apprentissage, l'expérience et la conscience n'auraient finalement pas d'autre objectif que d'améliorer sans arrêt des pronostics implicites établis en continu par notre cerveau.

Les débuts de cette conception remontent au XIXe siècle. Le physicien et physiologiste Hermann von Helmholtz (1821-1894) avait alors émis l'hypothèse que des conclusions implicites sont constamment incluses dans nos perceptions. Un exemple très simple : le triangle imaginaire que notre cerveau reconstitue sur la figure ci-dessus, l'illusion de Kanizsa. Notre système visuel complète automatiquement, sans que nous le voulions, une figure qui n'existe pourtant pas dans la réalité. De telles illusions – utiles, bien souvent – indiquent que des mécanismes innés influencent l'image que nous avons du monde, sans que nous puissions rien y faire. Comme on l'a ensuite découvert, cela ne concerne pas que la perception sensorielle, mais aussi l'ensemble des processus mentaux, de la formation de nos jugements jusqu'à la prise de décision, en passant par la réalisation de nos actions.

FREUD PENSAIT QUE L'INCONSCIENT S'OPPOSAIT À LA CONSCIENCE. EN RÉALITÉ, LES DEUX TRAVAILLENT MAIN DANS LA MAIN

Un principe fondamental du fonctionnement de notre cerveau veut que celui-ci prenne en compte les résultats de nos actes. Il calcule et modélise ainsi les mouvements de notre corps à partir de nos impressions visuelles, ce qui explique pourquoi nous n'avons pas l'impression que le monde tourne autour de nous quand nous bougeons la tête. Pour la même raison, nous sommes incapables de nous chatouiller nous-mêmes : la zone du cerveau responsable du toucher est informée à l'avance du fait que les mouvements de nos propres doigts sont responsables de la stimulation tactile. L'effet de surprise est impossible, or il est crucial pour avoir la sensation d'être chatouillé.

Ce principe, dit « de réafférence », pose un défi de taille aux concepteurs des intelligences artificielles. Rien que le fait d'attraper une balle représente un problème immense pour une machine, car pour y arriver il faut que les informations visuelles et motrices soient actualisées et comparées à tout instant. Ce processus complexe se déroule, chez nous autres humains, sur un plan (heureusement !) totalement non conscient.

Le terme « inconscient » recouvre à vrai dire une réalité très vaste. Il désigne à la fois les perceptions subliminales, les mouvements

L'illusion de Kanizsa montre comment notre perception fonctionne d'après des conclusions implicites : le système visuel construit un triangle imaginaire pour « expliquer » la disposition des disques noirs.

Une délégation de psychanalystes, parmi lesquels Sigmund Freud *(premier rang à gauche)* et son élève Carl Gustav Jung *(premier rang à droite)*, répondit en 1909 à l'invitation de Stanley Hall *(premier rang au milieu)* à l'université de Worcester aux États-Unis.

© Bettmann / GettyImages

automatisés, les associations spontanées ou les inférences implicites, voire les stéréotypes qui guident nos attitudes sans que nous le sachions.

Des expériences de laboratoire ont par exemple démontré que des participants sont capables d'identifier la règle sous-jacente à la résolution de problèmes, sans pouvoir la verbaliser et donc sans en prendre réellement conscience. Lorsqu'on demande à des volontaires de tirer des cartes de deux piles distinctes, celles de la première pile pouvant rapporter des gains élevés mais aussi causer des pertes abyssales, alors que celles de la seconde pile représentent une option moins risquée, certains signes physiologiques de stress, comme un surcroît de transpiration, se manifestent en cas d'option risquée, même quand les candidats n'ont pas explicitement fait le lien entre telle pile et tel niveau de risque. Sans se l'être formulé explicitement, ils ont « compris » quelque chose et évitent généralement la pile la plus aléatoire.

Comme l'a découvert le neuroscientifique Nicolas Schuck, de l'université de Princeton, à travers de nouvelles expériences, de telles stratégies se reflètent dans l'activité des lobes frontaux de notre cerveau, et peuvent être ainsi décelées par un expérimentateur, avant même de se concrétiser dans les choix de jeu des participants.

Un autre paradigme de recherche ayant beaucoup apporté à notre connaissance de l'inconscient est l'amorçage. Dans de telles expériences, des participants visualisent des images, des mots, ou reçoivent d'autres stimulations qui ont la caractéristique d'être trop brèves, trop légères, ou trop éloignées de leur champ d'attention pour être enregistrées consciemment. Les psychologues donnent à leurs sujets des textes à lire, au sein desquels certains concepts reviennent souvent. Si la lecture d'un tel texte, par rapport à un autre texte comparable et de même longueur, a des effets mesurables sur les choix, les attitudes ou les émotions de la personne, on peut alors conclure à une influence inconsciente du concept en question.

LA PUISSANCE DES STIMULI SUBLIMINAUX

Au fil de nombreuses études, les chercheurs ont pu démontrer que la sensibilisation subliminale à certaines idées, comme celles de l'âge ou de la mort, a bel et bien des effets mesurables sur la personne: celle-ci manifeste une attirance pour des concepts religieux, ou se déplace plus lentement. On en connaît un autre exemple dans la vie quotidienne, lorsqu'en passant devant une boulangerie d'où s'échappe une odeur alléchante, on se rappelle brusquement qu'il faut encore acheter certains ingrédients pour un gâteau d'anniversaire. L'inconscient, dans ces situations, prépare la voie à nos actions.

De tels exemples illustrent le fonctionnement « à plusieurs pistes » de notre cerveau. En comparaison d'un ordinateur, notre organe mental travaille certes très lentement, mais il œuvre de manière parallèle sur une multiplicité de plans et de niveaux. Ces niveaux sont classiquement répartis par les psychologues en deux grands faisceaux, baptisés par le Prix Nobel Daniel Kahneman « Système 1 » et « Système 2 ». D'autres spécialistes parlent de traitement implicite et explicite, ou de >

cognition chaude et froide. Dans tous les cas, le point décisif est que ces systèmes collaborent sans cesse. Nous sommes des êtres à la fois conscients et inconscients.

Qu'est-ce que cela signifie? Sleon une edtue de l'uvinertisé de Cmabrigde, l'odrre des ltteers dnas un mot n'a pas d'ipmrotncae, la suele cosne ipmrotnate est que la pmeirère et la drenèire lteetrs sinoet à la bnnoe pclae. Le rsete peut être dnas un dsérorde ttoal et vuos puoevz tujoruos lrie snas porblmèe. Vuos puovez rermieicr les porcesuss auomtaiqutes de vtore creaveu!

La clé de ce talent incroyable qu'ont les humains pour lire un texte dont les lettres sont mélangées? Le pilote automatique dans votre cerveau sait déjà, une fraction de seconde avant votre conscience, quel sera le prochain mot du texte. Il anticipe les mots à mesure que votre œil avance, et utilise les indices visuels rencontrés (pas nécessairement dans l'ordre) pour confirmer ou infirmer ses hypothèses.

Le mystère reste de savoir ce qui distingue, dans le fonctionnement précis de notre cerveau, les processus conscients des processus non conscients, et comment les uns et les autres interagissent. Selon le philosophe Peter Carruthers de l'université du Maryland, nous ne sommes conscients que de ce qui se trouve dans notre mémoire de travail, ce qu'il appelle la «surface utilisable» de notre esprit. Mais ce n'est qu'une fraction fugace de tout ce que notre psyché prend en compte. Le gros du flux de données reste inconscient et alimente le Système 1, qui travaille de manière automatique et rapide.

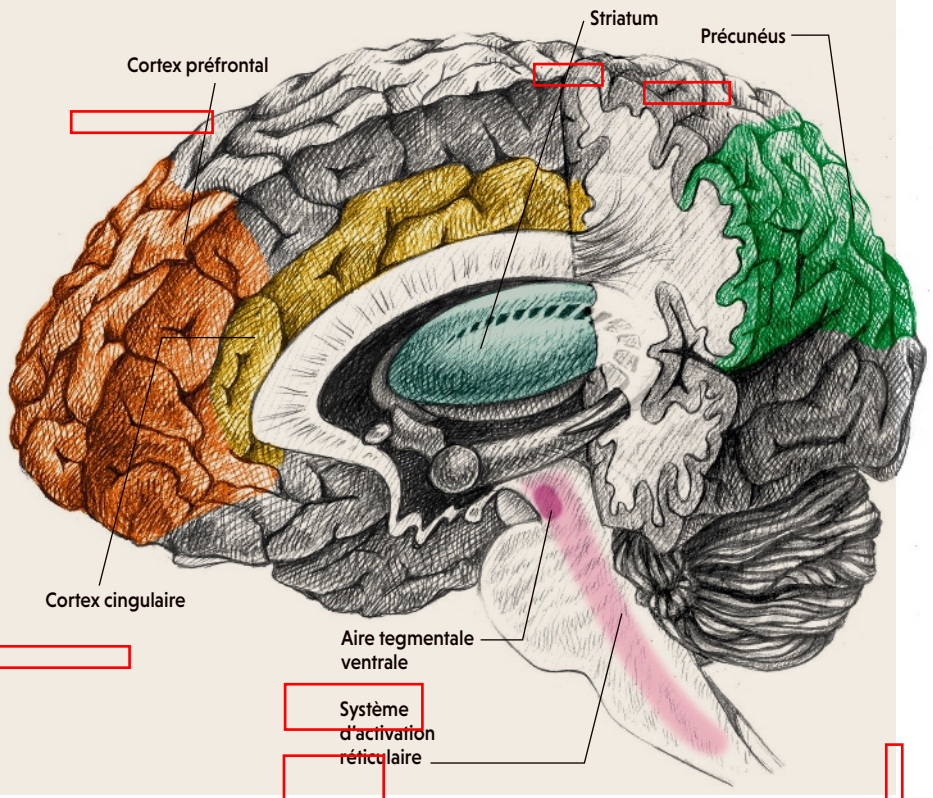
LA CONSCIENCE NAÎT D'ERREURS DE PRÉDICTION

Que fait le cerveau de tout cela? Il regarde sans arrêt vers l'avenir! Que va-t-il probablement arriver? Quelles entrées sensorielles sont à prévoir? Un danger menace-t-il? Que manigancent les autres? De tels pronostics sont portés sur le monde extérieur, mais aussi sur l'intérieur de notre corps et sur son équilibre cellulaire et moléculaire qu'on appelle « homéostasie ». L'envie de manger est, dans cette perspective, une anticipation non consciente de la menace d'une perte d'énergie.

Selon le neuroscientifique et psychanalyste sud-africain Mark Solms, la conscience apparaît dans toutes les situations où les prédictions de notre cerveau se révèlent erronées. Il s'agit alors de cet état de surprise qui se manifeste quand les prédictions implicites du cerveau tombent dans le vide. Et nos cellules nerveuses font tout pour éviter ce type de fautes. Contrairement à ce que postulait Freud, notre esprit ne tendrait pas vers plus de conscience, mais s'efforcerait de limiter cette dernière. Le cerveau souhaiterait autant que possible qu'il ne se passe rien d'imprévu. «L'uniformité totale est plus utile à la survie

MAIS D'OÙ VIENT LA CONSCIENCE ?

Traditionnellement, le cortex cérébral, surtout le cortex préfrontal dans le lobe frontal, est considéré comme le siège des fonctions mentales supérieures. D'après un modèle du neuroscientifique et psychanalyste Mark Solms, la conscience émerge plutôt d'aires cérébrales situées plus bas, comme le système d'activation réticulaire et l'aire tegmentale ventrale. Les stimuli sensoriels parviennent au cortex *via* le thalamus. Le cortex cherche constamment des informations ou des régularités dans son environnement, mais de façon automatique et non consciente. Le striatum et le précunéus jouent un rôle dans l'orientation et le contrôle involontaire des mouvements.



© Marie Marty

que la conscience qui pompe de l'énergie et du temps », selon Solms.

Cette conception met les théories de Freud sens dessus dessous. Cela vaut aussi pour les bases neuroanatomiques de la conscience, longtemps assignées au cortex, c'est-à-dire à l'écorce externe de l'encéphale. Selon Mark Solms, ces centres de traitement supérieurs ne sont justement pas générateurs de conscience, mais sont nourris par des structures plus profondes du tronc cérébral et du mésencéphale. Là où Freud voyait justement la source de l'inconscient – dans les régions du cerveau qui régulent l'état de vigilance, l'excitation émotionnelle et les désirs –, Solms voit au contraire le vrai siège de la conscience (*voir la figure page ci-contre*) : « Le cortex détecte plus efficacement des formes et des motifs dans un son environnement sans conscience. Si quelque chose nous procure de la conscience, alors ce sont des régions cérébrales profondes et émotionnelles. »

LE CORTEX EST-IL NÉCESSAIRE ?

La thèse de Mark Solms est largement étayée empiriquement. Les enfants nés avec des malformations qui les privent de cortex cérébral présentent des signes de conscience. Ceux qui parviennent à l'adolescence ne sont pas seulement éveillés, mais ont des réactions émotionnelles. Le neuroscientifique Björn Merker de l'université de Kristianstad en Suède est arrivé, en dressant un panorama des recherches sur ce thème, à la conclusion que de nombreux phénomènes conscients ont lieu sans cortex cérébral. Certes, des opérations mentales plus complexes comme le raisonnement déductif ou la pensée réflexive sont alors impossibles, mais l'expérience d'états émotionnels ou humoraux comme la tristesse, la joie ou la colère, restent accessibles.

Mark Solms a exprimé ses idées en 2018 dans un article cosigné avec Karl Friston, de l'University College de Londres. Ce dernier est aujourd'hui, d'après la revue *Science*, le neuroscientifique vivant le plus cité. Il a été impliqué dans la mise au point de la plupart des techniques d'imagerie cérébrale qui ont installé les neurosciences dans la position influente qu'on leur connaît aujourd'hui.

Il y a une dizaine d'années, Karl Friston a proposé le principe d'énergie libre, une version mathématique de la théorie du cerveau prédicteur. Le terme d'énergie libre est une autre façon de nommer ce dont il était question plus haut, à savoir les moments où les prédictions du cerveau sont déjouées, ou encore les moments de surprise, ou plus simplement, de conscience. Des événements que notre cerveau s'efforcerait de maintenir aussi rares que possible.

Nos expériences subjectives semblent d'une certaine façon indépendantes de la machinerie du cerveau, mais la conscience qui paraît planer

LA DISTINCTION ANCESTRALE ENTRE L'INCONSCIENT ET LA CONSCIENCE A LA VIE DURE. ELLE EST POURTANT CONTREDITE PAR LES OBSERVATIONS

au-dessus de toute chose est en fait étroitement couplée à des processus neuronaux automatiques. Vers où se porte votre attention, quels souvenirs ou idées vous viennent, comment vous percevez les personnes autour de vous, ce que vous parvenez à filtrer au milieu du flux de vos impressions, la façon dont vous les interprétez et les buts que vous poursuivez – tout cela résulte de processus automatiques. Le philosophe Arthur Schopenhauer (1788-1860) l'a formulé dans un de ses aphorismes : « L'homme peut bien faire tout ce qu'il veut, il ne peut pas vouloir ce qu'il veut. »

INDISPENSABLE PILOTE AUTOMATIQUE

Timothy Wilson, de l'université de Virginie, voit là le prix que nous avons à payer pour avoir reçu de l'évolution un inconscient aussi efficace. Si nous devions toujours réfléchir pour être capable de nous faire une image du monde extérieur et pour savoir ce qu'il faut faire, nous aurions disparu depuis longtemps. Le pilote automatique dans notre tête fait de nous ce que nous sommes, pas notre conscience.

La distinction ancestrale entre l'inconscient pulsionnel et la conscience rationnelle (avec une nette préférence pour la seconde) a la vie dure. Dans les faits, elle est contredite par les observations. Le vrai génie qui résout les problèmes et garantit notre survie, c'est l'inconscient. Nos préjugés à son encontre viennent du fait qu'il semble incontrôlable. Comment guider quelque chose dont on ne sait ni quand ni comment il nous influence ? Et pourtant, cela fonctionne.

John Bargh, spécialiste des phénomènes d'amorçage à l'université Yale, compare notre esprit avec un marin : pour conduire son voilier d'un point A à un point B, il faut des intentions conscientes et des calculs préalables. Mais aucun navigateur ne peut se reposer entièrement là-dessus. Il est obligé de composer avec des impondérables comme les courants ou les vents. Et ceux-là font ce qu'ils veulent. Mais le marin avisé les inclut dans ses choix pour arriver au but. ■

BIBLIOGRAPHIE

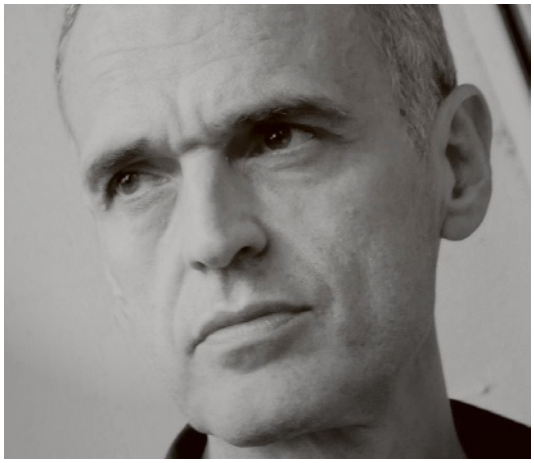
M. SOLMS ET K. FRISTON, How and why consciousness arises : Some considerations from physics and physiology, *Journal for Consciousness Studies*, vol. 25, pp. 202-237, 2018.

J. BARGH, *Before You Know It*, William Heinemann, 2017.

A. CLARK, *Surfing Uncertainty*, Oxford University Press, 2016.

N. W. SCHUCK *ET AL.*, Medial prefrontal cortex predicts internally driven strategy shifts, *Neuron*, vol. 86, pp. 331-340, 2015.

B. MERKER, Consciousness without a cerebral cortex, *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 30, pp. 63-81, 2007.



Pierre Jacob Gilles Lafargue

« Sommes-nous condamnés à être libres ? »

Selon le dictionnaire, l'intention est « un dessein ferme et prémédité, une décision, une volonté, un désir ». Cette définition est-elle acceptable ?

Pierre Jacob : Pas complètement, pour au moins trois raisons. Premièrement, une intention n'est pas à proprement parler une décision. On prend une décision avant de s'engager dans l'action, laquelle en général est composée d'une séquence de mouvements corporels. Pour exécuter une action, il faut former une intention : celle d'effectuer l'action sélectionnée par la décision.

Deuxièmement, une intention n'est pas non plus un désir : je peux désirer rencontrer une sirène même si je sais que c'est strictement impossible, mais je ne peux pas avoir l'intention de le faire. Je peux avoir l'intention de me lever à huit heures demain matin, mais je ne peux certainement pas avoir l'intention ni que vous vous leviez demain matin, ni que la guerre cesse. En revanche, je peux avoir le désir que la guerre cesse, ce qui ne dépend pas de moi. Enfin, toute intention n'est pas préméditée.

BIO EXPRESS

Pierre Jacob est professeur à l'institut Jean-Nicod (ENS-EHESS) et président de la Société européenne de philosophie et de psychologie.

Gilles Lafargue est directeur du département de psychologie de l'université de Reims-Champagne-Ardenne et chercheur au laboratoire C2S.

Mais alors, qu'est-ce qu'une intention ?

Pierre Jacob : Une intention est une représentation mentale bien particulière. Il y a deux grandes catégories de représentations mentales : les états épistémiques qui nous renseignent sur l'environnement et les motivations qui nous poussent à agir. La perception et les croyances sont des états épistémiques grâce auxquels nous essayons de nous représenter le monde tel qu'il est avec des moyens qui ne nous protègent pas toujours des erreurs et des illusions.

À la différence des états épistémiques, les intentions et les désirs ne nous renseignent pas sur le monde tel qu'il est ; ce sont des motivations qui représentent des mondes possibles. Les émotions sont peut-être une exception à cette distinction, car la peur ou le dégoût sont assurément des

motivations à agir, mais elles nous renseignent aussi sur des aspects du monde.

Revenons à la différence entre une intention et un désir. Si vous désirez rencontrer une sirène, votre désir est une représentation d'un état de choses impossible. Mais une intention est la cause directe ou indirecte d'une action que vous avez décidé d'entreprendre.

Par exemple, vous avez soif et vous croyez qu'il y a une bouteille de jus d'orange dans le réfrigérateur. Vous formez l'intention de boire du jus d'orange: cette intention est préméditée parce qu'elle résulte d'une délibération plus ou moins consciente à partir de votre soif, vos goûts et vos croyances. Mais toute intention n'est pas préméditée. Certaines intentions naissent dans le feu de l'action sans même que vous en ayez conscience: lorsque vous avez l'intention de boire du jus d'orange, il vous faut encore décider de saisir la bouteille avec la main droite ou gauche, par le goulot ou par le corps... Vous ne formerez pas la même intention motrice qui détermine la calibration de votre pince digitale selon votre décision. Cette intention motrice, dont vous n'êtes pas conscient, n'est pas préméditée: elle naît dans le feu de l'action en fonction du contexte, comme la forme de la bouteille.

Différentes intentions motrices peuvent être mises au service d'une seule et même intention préméditée. Réciproquement, une seule et même intention motrice peut être au service de deux intentions préméditées différentes. Supposez que vous aviez tort et qu'il n'y a dans le frigidaire que du jus d'abricot. Vous n'aviez pas l'intention préméditée d'en boire, mais vous modifiez sur-le-champ le contenu de votre intention préméditée: vous allez boire du jus d'abricot. Vous formez une intention motrice de saisir la bouteille disons par le goulot et cette intention motrice ne reflète pas la différence entre l'intention préalable de boire du jus d'orange et celle de boire du jus d'abricot. Finalement, vous vous retrouvez avec une bouteille de jus d'abricot dans la main droite, alors que vous aviez initialement formé l'intention préméditée de boire du jus d'orange.

Les intentions sont des «représentations de ce qui est possible». Je peux pourtant me représenter levé demain à huit heures, sans avoir l'intention de le faire...

Gilles Lafargue: Vous parlez là du fait de se représenter «soi-même levé du lit à huit heures du matin», comme si l'on se voyait de l'extérieur... Dans une intention, c'est différent. De nombreuses expériences – depuis celles de Marc Jeannerod dans les années 1990 – ont révélé que la représentation d'un acte moteur est une représentation de soi par l'intérieur: des circuits cérébraux frontopariétaux simulent les mouvements que nous ferions si nous devions réaliser l'acte.

Et pour réaliser cette simulation, toutes les structures cérébrales dévolues à la motricité sont sollicitées. «S'imaginer en train de se lever» est donc un acte moteur au sens fort du terme, mais sans mouvement corporel! Si l'action de se lever est ralentie à cause d'une lésion du cortex moteur, l'imagination motrice du même acte – qui utilise les mêmes structures cérébrales – sera ralentie dans les mêmes proportions.

En observant l'activité cérébrale d'une personne, on peut savoir avant elle quand elle va agir!

Ce type de paralysie partielle de la pensée suite à une lésion cérébrale a été décrite en 1996 par Angela Sirigu. Avec notre pensée motrice, on ne peut représenter que le possible. Les représentations motrices sont, par essence, des intentions... qu'il y ait ou non passage à l'acte. Les représentations qui nous permettent de nous imaginer en train de voler ou de faire des bonds de 20 mètres sont en grande partie des représentations sous-tendues par notre cerveau visuel. Quant au passage à l'acte lui-même, il requiert un désengagement des mécanismes d'inhibition des mouvements associés à l'action simulée mentalement.

Pensez-vous aussi que l'intention ne relève pas toujours de phénomènes conscients?

Gilles Lafargue: De multiples faits expérimentaux indiquent en effet que nos intentions sont le produit d'influences environnementales et des processus prémoteurs qui opèrent en grande partie en dehors de la conscience. Ainsi, au début des années 1980, Benjamin Libet, à l'université de Californie, à San Francisco, a demandé à des volontaires d'exercer leur libre arbitre en bougeant leur main droite au moment où ils le souhaitaient. En même temps, ils devaient, en suivant une trotteuse qui faisait des tours de cadran en 2,5 secondes, repérer le moment précis où ils prenaient conscience de leur intention d'effectuer ce geste. L'activité de leur cerveau était enregistrée par des électrodes. Au moins 300 millisecondes avant que les participants ne prennent conscience de leur intention de bouger leur main, un signal électrique annonciateur de cette prise de conscience apparaissait dans leur cerveau, au niveau prémoteur.

Ce type de résultat, dont la portée et l'interprétation sont encore discutées, a été répliqué à de multiples reprises. Par exemple, en 2011, l'équipe d'Itzhak Fried, l'université de Californie à Los Angeles, a réalisé une étude avec des patients épileptiques porteurs d'électrodes intracérébrales. L'activité des neurones d'une région nommée aire motrice supplémentaire permettait de prédire l'action des sujets au moins 700 millisecondes avant leur décision consciente d'agir. En observant l'activité cérébrale d'une personne, on peut donc savoir avant elle quand elle va agir.

D'autres études utilisant l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle ont montré que des choix comme bouger la main droite ou la gauche ou même soustraire *versus* additionner des nombres, peuvent être décodés de l'activité neuronale du cortex frontopolaire médial et du cortex pariétal médial jusqu'à sept secondes avant que le participant ait lui-même conscience de sa «libre» décision. Au moment où le moi conscient croit choisir, le cerveau a donc déjà fait son choix, parfois depuis longtemps.

Jusqu'où une intention est-elle donc consciente?

Gilles Lafargue: C'est toute l'ambiguïté. Lorsque le participant à l'expérience arrive dans le laboratoire, on lui explique ce qu'il devra faire, et à partir du moment où il accepte de jouer le jeu (car il était libre de décider de ne pas participer à cette expérience), il forme, délibérément, «l'intention préalable» (selon les termes du philosophe John Searle), de bouger sa main, dans les minutes qui suivent. Mais une fois assis, le

moment précis où son intention d'appuyer apparaît, n'est pas décidé de façon totalement préméditée. Cette dernière intention est ce que John Searle nomme «l'intention en action» ou intention motrice.

Dans quels cas concrets les intentions restent non conscientes, si bien qu'on ne peut pas les contrôler?

Gilles Lafargue: Une personne et son cerveau sont inséparables de l'environnement extérieur où des stimuli de toute nature influencent en permanence les pensées et les comportements. Imaginez que vous décidiez de soulever une valise. Votre cerveau crée d'abord une intention préalable et la traduit en intention motrice. Toutefois, le contenu précis de cette intention (à quel moment précis vais-je prendre la valise? Quelle force vais-je déployer?) est en grande partie inconscient.

La preuve: soudain, vous voyez que la valise se soulève beaucoup trop haut, parce que le réseau frontopariétal qui simule l'action avait inconsciemment supposé sur la base d'indices visuels que la valise était pleine, et avait formé une intention inconsciente de soulever une valise d'un certain poids. C'est à ce moment, et pas avant, que vous prenez conscience de votre intention de soulever une valise lourde. Au moment où l'intention motrice prend forme, le cerveau crée une copie neuronale de l'intention, nommée «copie d'efférence».

Sans que vous le sachiez, sur la base de cette copie, il anticipe les résultats de l'action, avant même que les commandes motrices ne soient envoyées aux muscles. Puis il compare le résultat de la simulation aux conséquences sensorielles réelles de l'action, qui diffèrent dans cet exemple. Un message d'erreur, qui favorise la prise de conscience de ce qu'était votre intention non consciente, est créé. Vous prenez alors conscience du fait que l'intention n'était pas adaptée à la situation et mettez en place une stratégie mieux adaptée.

Nos intentions sont aussi déterminées par le système affectif cérébral, un circuit qui passe par les régions ventrales du cortex préfrontal et par le complexe striato-pallidal et qui, à notre insu, attribue des valeurs aux stimuli environnementaux. En 2010, avec Liane Schmidt et Mathias Pessiglione, nous avons réalisé une étude avec des volontaires sains qui devaient serrer un dynamomètre avec la main gauche ou avec la main droite pour, à chaque essai, gagner une somme d'argent proportionnelle à la force exercée.

La spécificité de la tâche résidait dans le fait que, juste avant de serrer la pince, l'image d'une pièce de monnaie (1 centime, 10 centimes ou 1 euro), était présentée de façon subliminale à l'un ou à l'autre de leurs hémichamps visuels. Les informations issues de l'hémichamp visuel gauche sont traitées par l'hémisphère cérébral droit qui contrôle la main gauche, et inversement pour l'hémichamp visuel droit.

Les résultats ont montré que les participants produisaient d'autant plus de force avec une main que la récompense présentée à l'hémisphère cérébral opposé (qu'ils ne percevaient pas consciemment) était élevée. Ainsi, il était possible de motiver à notre guise le cerveau gauche ou le cerveau droit des participants à mettre plus ou moins d'énergie dans une action donnée, sans qu'ils aient conscience de rien. Les influences inconscientes, en plus de porter sur la personne dans sa globalité peuvent aussi avoir un impact subpersonnel et s'adresser à des actions particulières.

Quelle est alors la part que la conscience exerce dans le contrôle du comportement?

Gilles Lafargue: La conscience joue un rôle minimal dans le contrôle du comportement immédiat. Il ne fait aucun doute que nos comportements et même nos décisions sont largement guidés par des processus inconscients. Plus les recherches en neurosciences avancent et plus la part que l'on peut raisonnablement accorder au moi conscient dans le contrôle du comportement se rétrécit. Nos choix n'émergent pas pleinement formés en des lieux mystérieux hors de portée des descriptions physiques; ils sont causés par des événements physiques que le neuroscientifique est à même de décrire.

Cela dit, il apparaît clairement aussi que nos comportements sont parfois guidés par des idées abstraites. Comme chacun sait, des idées incompatibles avec la survie, comme se laisser mourir de faim plutôt que de perdre sa liberté, peuvent même guider le comportement des humains, au moins de façon temporaire. Mais ceci ne démontre aucunement l'existence du libre arbitre.

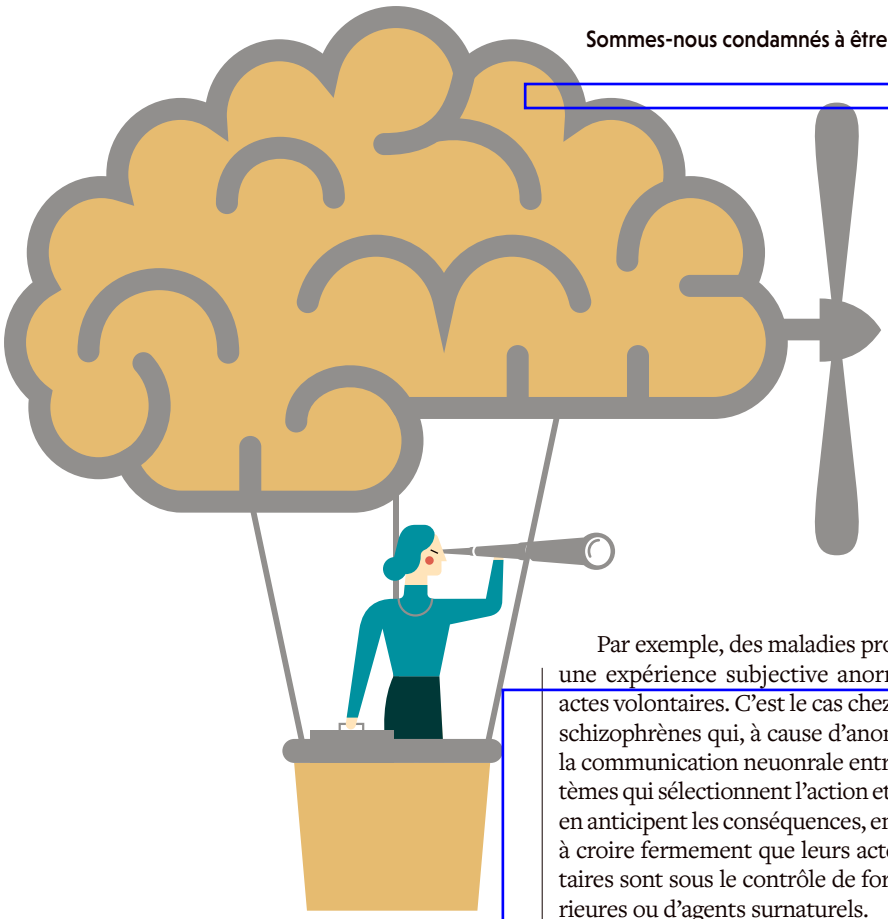
Par ailleurs, beaucoup d'actions sont réalisées sans être préméditées. Lors de chirurgies en condition éveillée chez des patients épileptiques ou porteurs de tumeurs cérébrales, il arrive que le chirurgien déclenche, fortuitement la première fois, un comportement complexe précis en stimulant une région cérébrale donnée. La plupart du temps les patients ne sont pas du tout étonnés et expliquent même pourquoi ils ont agi de la sorte.

Avec des collègues de l'hôpital de Montpellier nous avons ainsi décrit en 2015 le cas d'un patient qui se mettait à chanter à chaque fois que le neurochirurgien stimulait, au niveau du cortex frontal inférieur droit, une structure nommée «pars opercularis». Il ne manifestait jamais d'étonnement ni de sentiment de perte de contrôle de son comportement alors que l'origine de l'activation cérébrale prenait sa source dans l'action du chirurgien.

Néanmoins, à mon avis, la psychologie cognitive et les neurosciences n'ont strictement rien à dire sur l'existence ou non du libre arbitre. Le fait que nos pensées aient le pouvoir d'orienter nos actions montre seulement que le cerveau humain permet une certaine flexibilité dans les prises de décision et dans le contrôle des comportements.

En revanche, la recherche scientifique apporte une contribution fondamentale qui permet de mieux comprendre la nature et les bases biologiques des types de choix et intentions dont nous sommes capables, et ainsi de caractériser la flexibilité mentale des humains. Elle permet aussi de comprendre la nature et les bases biologiques de l'expérience subjective du libre arbitre. Une façon de procéder, en plus des études de psychologie cognitive et de neuro-imagerie chez le sujet sain, est d'étudier les pathologies neurologiques et psychiatriques dans lesquelles la flexibilité des décisions, mais aussi le contrôle ou le sentiment de contrôle des actes volontaires sont diminués.

© Sorbetto/GettyImages.com



Par exemple, des maladies provoquent une expérience subjective anormale des actes volontaires. C'est le cas chez certains schizophrènes qui, à cause d'anomalies de la communication neuonrale entre les systèmes qui sélectionnent l'action et ceux qui en anticipent les conséquences, en arrivent à croire fermement que leurs actes volontaires sont sous le contrôle de forces extérieures ou d'agents surnaturels.

Résumons. Lorsque j'ai l'intention d'agir, mon cortex frontal a d'abord une intention préalable et consciente de l'action à accomplir, puis mon cortex pariétal a une intention en action non consciente, et mon aire motrice supplémentaire crée une copie de l'intention : en fonction de l'inadéquation des résultats de mon acte à cette copie, l'intention accède plus ou moins vite à la conscience. Est-ce bien cela ?

Pierre Jacob : Oui, la théorie de la copie d'efférence (ou décharge corollaire) s'applique naturellement aux intentions en action ou motrices qui sont des causes immédiates de l'action, mais pas aux intentions préméditées, qui sont des causes trop indirectes de l'action.

Selon les modèles computationnels en vigueur en neurosciences cognitives, la copie d'efférence d'une intention motrice joue au moins trois rôles indissociables. D'abord, elle permet à l'agent d'une action de corriger son mouvement en cours s'il constate la moindre erreur. Ensuite, elle est la source du sentiment dit « d'agentivité » qu'éprouve l'agent d'être l'acteur des mouvements qui composent son action. Enfin, grâce à la copie d'efférence de son intention motrice d'agir, un agent, à la différence d'un observateur de l'action, peut prévoir les conséquences sensorielles de son acte.

Dans ses derniers ouvrages, Marc Jeannerod a proposé la très intéressante distinction entre l'auteur et l'acteur (ou l'agent) d'une action volontaire. L'acteur exécute volontairement des mouvements corporels en conformité avec le « script » composé par l'auteur. Dans les cas non pathologiques, l'acteur se confond avec l'auteur. Cependant, dans la vie ordinaire, nous sommes tous les auteurs de scripts d'actions volontaires que nous n'exécutons pas.

Heureusement, l'auteur ne se confond pas toujours avec l'acteur. Même s'il n'est pas atteint par une maladie neurodégénérative, l'auteur est souvent interrompu dans son élan par d'autres contraintes plus pressantes : nombreux sont les scripts d'actions volontaires >

inaccomplies. L'auteur peut toutefois avoir le sens du copyright du script de son action, même si elle reste inaccomplie. Auquel cas, le sens du copyright qu'éprouve l'auteur ne peut pas s'identifier au sens de l'agentivité qui n'appartient qu'à l'acteur qui exécute des mouvements. Certains schizophrènes qui souffrent d'hallucinations auditives se reconnaissent comme les acteurs d'une action qu'ils exécutent, mais en refusent le copyright qu'ils attribuent à quelqu'un d'autre.

Pour en venir à la dynamique temporelle de l'accès des intentions à la conscience, Patrick Haggard, de l'université de Londres, a mené une expérience qui commence comme les précédentes par évaluer le temps au bout duquel une intention devient consciente. Il a demandé à des volontaires d'appuyer sur un bouton qui déclenchait une sonnerie. Il a mesuré le moment où les participants devenaient conscients de leur geste, et celui où ils entendaient la sonnerie: il s'écoulait en moyenne 200 millisecondes entre ces deux perceptions.

Puis, il a soumis une partie des volontaires à un traitement particulier: il a excité leur aire motrice primaire (qui exécute le mouvement du bras, mais n'est pas le siège de l'intention) avec des champs magnétiques, si bien qu'ils ont appuyé sur le bouton sans le vouloir. Il a constaté que l'intervalle temporel séparant la prise de conscience du geste involontaire et la perception de la sonnerie était passé à 300 millisecondes. En d'autres termes, ils avaient l'impression de percevoir le son plus tard s'ils n'avaient pas volontairement déclenché ce geste. Et ils avaient aussi l'impression de percevoir le son plus tôt s'ils avaient déclenché le geste volontairement, c'est-à-dire qu'ils l'anticipaient.

Quelle est la cause de cette anticipation ?

Pierre Jacob : Lorsqu'on produit un acte volontaire, le cerveau produit une copie d'efférence qui prédit instantanément les effets de l'action, le son dans l'expérience précédente. Instinctivement, ces personnes prédisent les conséquences sensorielles de leur action volontaire. Ils s'attendent à tout moment à entendre le son: le cerveau est préparé, et il faut beaucoup moins de temps pour en prendre conscience.

Au contraire, lorsque l'acte est réalisé de façon involontaire, le cerveau n'anticipe pas le son, et lorsque celui-ci retentit, il lui faut un petit temps de latence pour le percevoir. Le fait que l'on ne perçoive pas selon une même échelle de temps les effets d'actes volontaires et ceux d'actes involontaires est de la première importance. Ce phénomène crée chez l'agent d'un acte volontaire l'idée d'un lien causal entre intention et effet, en vertu du fait qu'on a naturellement tendance à considérer comme liés par un lien causal deux événements qui se produisent au même moment ou à peu de temps d'intervalle.

Quel est l'intérêt de ce mécanisme ?

Pierre Jacob : En raccourcissant l'intervalle entre le moment où l'agent est conscient de son geste et celui où il perçoit le son, le cerveau s'approprie en quelque sorte ses actes. Il se dit: « Ce geste est le mien, le son est l'effet de ma volonté d'agir. » Pour que cette expérience de la causalité soit possible, la perception du son doit être anticipée. Ainsi, pour conclure à propos de ces études, on pourrait considérer que le rapprochement entre la conscience de la cause et la perception de l'effet est un instrument privilégié pour l'individu, qui fait la part des événements dont il est l'auteur et ceux des autres. C'est la notion d'agentivité qui est ici en jeu, c'est-à-dire la façon dont le soi se constitue dans l'action (le sens du soi dans l'action). Ce rétrécissement illusoire en est le prix. Êtes-vous d'accord, Gilles ?

Gilles Lafargue : Absolument, cet effet de « liage intentionnel » est un subterfuge du cerveau qui, en créant une sensation puissante de contrôle de nos actes volontaires et de leurs conséquences, nous fait croire que nous sommes des agents libres et responsables. Cet exemple me donne l'occasion d'insister sur un point fondamental: nous ne percevons pas la réalité extérieure – ni notre corps d'ailleurs – directement. Nous y avons uniquement accès par l'intermédiaire des modèles mentaux qu'élabore sans cesse notre cerveau.

La perception, comme le dit Chris Frith, de l'University College, à Londres, est un fantasme, une hallucination, qui coïncide (plus ou moins bien) avec la réalité. Et peu importe au bout du compte si ce que nous percevons n'est pas vrai, ce qui importe est que nos modèles mentaux de la réalité et de notre corps nous permettent d'interagir adéquatement avec l'environnement physique et social en nous rendant capables de réaliser des actions appropriées et compatibles avec la survie.

Pour revenir à la compression perceptuelle entre un acte volontaire et ses conséquences: le même effet est présent lorsqu'on observe les actions des autres, mais pas l'action d'une machine, suggérant que le fait de tenir les autres pour des agents libres et responsables prend également sa source dans une sensation et est donc profondément inscrit en nous: on croit avec force ce que l'on perçoit. Ce mécanisme neurocognitif est probablement au cœur des organisations sociales humaines. On imagine mal une société dans laquelle personne ne se sentirait et ne serait jamais tenu responsable de rien, une société où chacun pourrait systématiquement dire « ce n'est pas moi, c'est mon cerveau ».

Suffit-il d'avoir le choix pour satisfaire à l'idée du libre arbitre, ou faut-il que la décision elle-même ne soit pas déterminée ?

Mais si l'intention n'est pas amorcée par la conscience, peut-on encore croire au libre arbitre ?

Pierre Jacob : Avant d'essayer d'éclairer cette question épineuse, j'aimerais revenir sur un point abordé par Gilles concernant l'interprétation des célèbres expériences de Benjamin Libet. Celui-ci a enregistré dans le cerveau de ses participants un signal électrique nommé « potentiel de préparation de l'action » précédant en moyenne de 300 millisecondes l'instant où les participants reconnaissaient consciemment leur intention d'agir.

Beaucoup d'auteurs, dont Libet lui-même, se sont interrogés pour savoir si cette découverte mettait en cause le libre

arbitre, mais la plupart ont admis que le potentiel de préparation de l'action était une cause cérébrale de l'action. Libet supposait que le signal électrique qu'il avait enregistré dans le cerveau des participants reflétait leur véritable décision d'agir, prise, à leur insu, par leur cerveau, bien avant qu'ils aient conscience de leur intention d'agir. Il tenait ce signal électrique pour l'indice de « la » cause authentique du mouvement de la main des participants. Or la cause de l'action doit être une motivation d'agir.

Libet supposait donc que la cause cérébrale ou la motivation authentique de leur action précède leur intention consciente d'agir et préempte l'efficacité causale de celle-ci dans le processus de leur action. Mais en 2012, Schurger, Sitt et Dehaene ont proposé une tout autre interprétation du potentiel de préparation de l'action enregistrée par Libet, fondée sur un sens différent du mot « décision ».

Loin de refléter la contribution motivationnelle précoce du cerveau des participants à s'engager dans l'action, à leur insu, ce signal électrique représenterait le seuil atteint par l'activité intrinsèque des neurones du système moteur dont la tâche est de prédire le prochain événement moteur, en l'absence de toute stimulation externe. L'activité spontanée des neurones peut être conceptualisée comme une « prise de décision » ou un vote stochastique dont le but est de prédire un événement moteur, et non pas de motiver une action. Quand un nombre suffisant de neurones ont déchargé (comme dans une chute de dominos), l'assemblée neuronale se prononce : l'événement moteur est imminent. La prédiction neuronale ne cause pas l'action.

La majorité des êtres humains, dans la plupart des cultures, se croient libres de leur choix. On ne peut, comme Jean-Paul Sartre, se croire paradoxalement condamné à la liberté que si on croit au dogme du libre arbitre. Aucun fait scientifique attesté ne vient ni confirmer ni infirmer ce dogme. Les hommes sont-ils libres de se libérer de ce dogme ? Il revient à la philosophie et aux sciences cognitives d'explorer cette question spéculative. »

Mais suffit-il d'avoir le choix pour satisfaire à l'idée du libre arbitre, ou faut-il que la décision elle-même ne soit pas déterminée ?

Pierre Jacob : C'est une bonne question. Comme le linguiste Noam Chomsky l'a fait souvent remarquer, supposez qu'un nazi braque un revolver sur votre tempe et vous ordonne de crier : « Heil Hitler ! » Même si vous obtempérez pour survivre, vous avez le sentiment que vous auriez pu faire autrement. En un sens, vous n'étiez pas libre puisque vous étiez menacé de recevoir une balle de revolver dans le crâne. En un autre sens, vous étiez libre de prendre le risque de mourir.

Pour la majorité des gens, y compris des philosophes, le problème métaphysique du libre arbitre est le problème de savoir si la liberté de nos décisions est compatible ou incompatible avec le déterminisme. On dit souvent qu'un monde déterministe est un monde dans lequel nous ne sommes pas libres parce que tous les événements passés et à venir sont déterminés par des causes.

Pourquoi pensons-nous intuitivement que le libre arbitre est incompatible avec le déterminisme ?

Pierre Jacob : Le philosophe Dan Dennett a fait une suggestion intéressante : le libre arbitre serait incompatible avec le déterminisme si dans un monde déterministe tous les événements passés et futurs étaient inévitables. Mais un monde déterministe n'est pas *ipso facto* un monde où tout ce qui advient était inévitable. À la différence du passé, nous ne connaissons pas le futur. En quel sens, se demande Dan Dennett, le futur peut-il être inévitable si nous ne le connaissons pas ?

Prenons un événement passé, donc connu : en quel sens était-il inévitable ? Pendant un match de football, l'intention du joueur qui tire un penalty est de marquer un but et celle du gardien de l'en empêcher. Chacun dispose d'une liberté de manœuvre qui dépend de son habileté. Il n'y a pas de raison de supposer que le succès avéré de l'un, et l'échec avéré de l'autre, mettent le déterminisme en échec. Mais en quel sens le succès avéré de l'un devrait-il être qualifié d'inévitable ? Quelle que soit l'issue de l'événement, les choses auraient pu se passer différemment.

Par conséquent, c'est une erreur de croire que si un événement est le résultat d'une chaîne causale conforme au déterminisme, cet événement était inévitable. Comme se plaît à le souligner Dan Dennett, dans une perspective évolutionniste, tous les agents vivants humains ou non sont les descendants d'ancêtres qui ont survécu aux épreuves de la sélection naturelle en évitant des obstacles qui n'étaient donc pas inévitables. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR LOÏC MANGIN

BIBLIOGRAPHIE

G. HERBET *ET AL.*, Disrupting the right pars opercularis with electrical stimulation frees the song, *J. of Neurosurgery*, vol. 123(6), pp. 1401-1404, 2015.

C. SOON *ET AL.*, Predicting free choices for abstract intentions, *PNAS*, vol. 110(15), pp. 6217–6222, 2013.

C. FRITH, *Comment le cerveau crée notre univers mental*, Odile Jacob, 2010.

L'ESSENTIEL

● Selon l'hypothèse bayésienne, le cerveau réalise en permanence des prédictions qu'il confronte ensuite à la réalité des perceptions. Il met ainsi à jour les croyances qu'il a sur le monde.

● Pour faire face à la complexité de l'environnement, ces croyances sont organisées hiérarchiquement selon, par exemple, différents niveaux d'abstraction.

● Cet ensemble de croyances, souvent implicites, constituerait une forme d'inconscient qualifié de «bayésien».

● Cet inconscient bayésien alimente à chaque instant la conscience d'une multitude de modèles hiérarchiques codant la structure causale, logique et temporelle du monde.

LES AUTEURS

HUGO BOTTEMANNE ET STÉPHANE MOUCHABAC sont psychiatres et travaillent sur la modélisation bayésienne en sciences cognitives à l'Institut du cerveau et à l'hôpital Saint-Antoine, à Paris.

Un inconscient bayésien ?

Une « révolution bayésienne » infuserait progressivement les sciences cognitives. Cette théorie fondée sur un célèbre théorème en statistique – le théorème de Bayes – bouleverse notre vision de l'inconscient. Celui-ci reposerait sur une architecture hiérarchique du cerveau faisant de cet organe une « machine à prédictions ».

© artpartner-images / GettyImges.com

Deux urnes contiennent, l'une dix boules noires et trente blanches, l'autre vingt de chaque couleur. On tire une boule au hasard dans l'une des urnes, choisie aléatoirement. La boule est blanche. Quelle est la probabilité qu'elle vienne de la première urne? Pour répondre à cette question, un célèbre théorème attribué à Thomas Bayes au XVIIIe siècle (*voir l'encadré page 47*) est utile. Schématiquement, il permet d'actualiser une probabilité à partir des observations. Loin d'être anecdotique, ce théorème a des applications importantes, en médecine par exemple, pour analyser le résultat de tests en tenant compte des faux positifs, ou encore en neurosciences et en intelligence artificielle pour comprendre comment un humain ou un robot peuvent apprendre à partir d'informations incertaines.

UNE MACHINE PRÉDICTIVE

En effet, la théorie bayésienne pourrait changer en profondeur notre compréhension du fonctionnement cérébral. Au cœur de cette transformation se trouve l'hypothèse du cerveau bayésien, une nouvelle théorie en neurosciences. Les fondations de cette hypothèse remontent aux travaux d'Hermann von Helmholtz au milieu du XIXe siècle. Étudiant la perception visuelle, le physiologiste prussien découvre que notre cerveau n'est pas un système passif de traitement des informations, mais plutôt un générateur d'inférences prédisant à chaque instant les entrées sensorielles. Pour Helmholtz, le cerveau serait ainsi une « machine prédictive » réalisant des prédictions qu'il qualifie d'« inférences inconscientes », et qui interféreraient avec nos processus conscients. Cette hypothèse s'est ensuite progressivement enrichie de nombreuses formulations mathématiques et de preuves expérimentales, aboutissant au principe du codage prédictif et à celui de l'énergie libre. De quoi s'agit-il?

La théorie du codage prédictif suggère que le cerveau élabore à chaque instant des modèles de son environnement, c'est-à-dire des « croyances », puis utilise ces modèles pour prédire les futures entrées sensorielles. >

> Lorsqu'un décalage entre les prédictions et les stimuli apparaît, le cerveau génère une erreur de prédiction, et utilise cette nouvelle information pour modifier ses croyances, et ainsi améliorer ses prédictions futures. En un sens, cette théorie suppose que notre cerveau «internalise» la structure causale du monde, c'est-à-dire son fonctionnement, pour prédire comment ces sensations sont engendrées.

Le principe de l'énergie libre, introduite au début des années 2000 par le neuroscientifique britannique Karl Friston, propose une formulation mathématique du codage prédictif. Il suppose que l'erreur de prédiction produit de l'incertitude pour le cerveau, et associe ce degré d'incertitude à l'énergie libre, un concept issu de la thermodynamique. Selon Karl Friston, la fonction principale du cerveau est alors de réduire cette énergie libre en minimisant les erreurs de prédiction. Pour ce faire, il peut modifier soit les modèles du monde pour les accorder avec les stimuli sensoriels, c'est-à-dire «mettre à jour» sa croyance, soit les entrées sensorielles en agissant différemment dans le monde, notamment en réalisant une action.

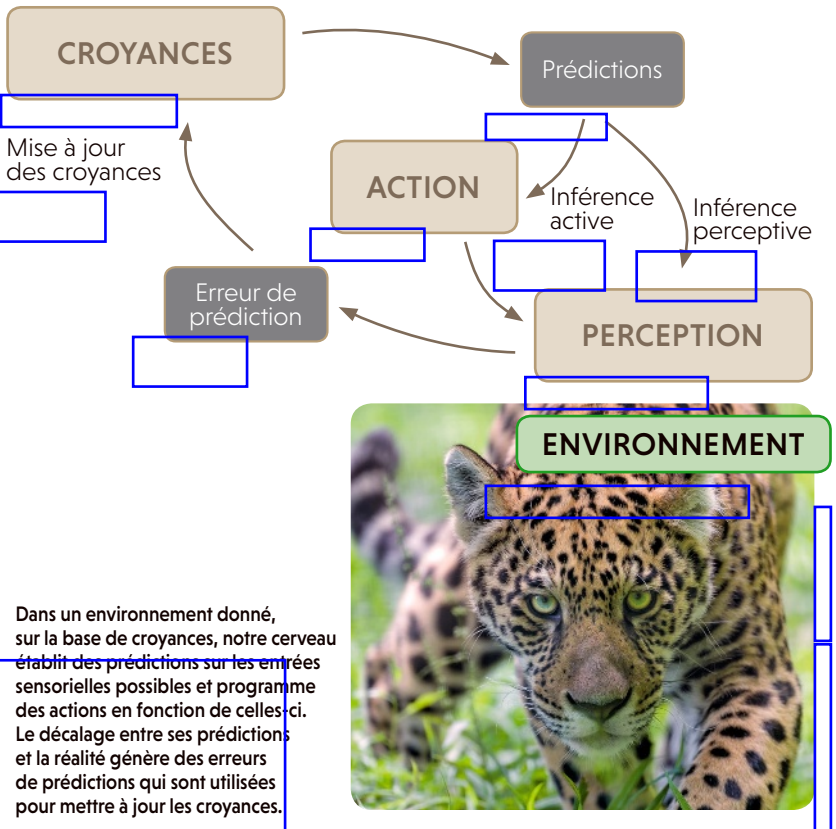
UN JAGUAR DANS LA JUNGLE, OU PAS ?

Un exemple. Dans la jungle amazonienne, au crépuscule, votre système visuel détecte une tache orangée fugace dans le feuillage : vous pouvez réduire l'incertitude associée à cette perception en générant une croyance à propos de votre environnement («Je crois qu'il y a un jaguar derrière les buissons») ou bien en agissant afin d'affiner vos connaissances sur l'environnement («Je me rapproche de la végétation pour voir ce qui s'y cache»). Dans les deux cas, l'incertitude associée à l'entrée sensorielle diminue. Dans cette relation bidirectionnelle, le monde fournit les données sensorielles qui constituent la base de l'inférence, et le cerveau agit sur le monde pour modifier le flux sensoriel. Le principe de minimisation de l'énergie libre constitue alors un processus unificateur, en mesure d'expliquer à la fois la perception, l'apprentissage et la prise de décision dans un monde incertain.

Le bayésianisme trouve ici toute son importance. En effet, on peut mettre en œuvre de façon «algorithmique» les principes du codage prédictif et de la minimisation de l'énergie libre en appliquant les préceptes de l'inférence bayésienne. Techniquement, celle-ci est un processus de détermination de la meilleure hypothèse expliquant les états observés. Dans le cerveau, elle pourrait permettre de renverser le problème en générant un modèle des causes des entrées sensorielles utilisé pour estimer ce qu'elles devraient être dans la réalité. On passe ainsi d'un simple processus inductif déduisant la cause à partir de l'entrée sensorielle, peu flexible en situation d'incertitude, à une inférence de la cause de l'entrée sensorielle à partir de sa vraisemblance.

L'hypothèse du cerveau bayésien suppose ainsi que le cerveau peut déchiffrer ce qui provoque une entrée sensorielle en combinant à chaque instant les informations probabilistes issues de ses organes sensoriels avec ses prédictions sur les causes possibles de ces informations. Ce traitement en sens inverse, partant du résultat jusqu'à son origine, réduit l'ambiguïté inhérente aux informations sensorielles. Le cerveau peut alors discriminer plus finement les situations où les mêmes entrées sensorielles sont provoquées par des causes différentes, ou encore lorsque des causes différentes provoquent les mêmes entrées sensorielles.

L'inférence bayésienne rend également possible la modélisation de l'effet de l'incertitude sur la mise à jour des croyances après une erreur de prédiction. Ainsi, lorsque les informations que l'on perçoit sont incertaines, il vaut mieux conserver ses anciennes croyances



Dans un environnement donné, sur la base de croyances, notre cerveau établit des prédictions sur les entrées sensorielles possibles et programme des actions en fonction de celles-ci. Le décalage entre ses prédictions et la réalité génère des erreurs de prédictions qui sont utilisées pour mettre à jour les croyances.

© Picture by Tambako the Jaguar / GettyImages.Com

UN PEU DE PROBABILITÉS

L'origine du bayésianisme se niche dans l'article posthume du révérend et mathématicien anglais Thomas Bayes (1702-1761), « An essay towards solving a problem in the doctrine of chances ». Cette œuvre publiée par son ami Richard Price en 1763 expose ce qui deviendra le « théorème de Bayes » :

$$P(A/B) = \frac{P(A) * P(B/A)}{P(A) * P(B/A) + P(\bar{A}) * P(B/\bar{A})}$$

Soit *A* et *B* deux événements, le théorème de Bayes permet de déterminer la probabilité de *A* sachant *B* c'est-à-dire *P(A/B)*, si l'on connaît les probabilités de *A*, de *B* et de *B* sachant *A*.

En d'autres termes, ce théorème décrit la méthode optimale pour mettre à jour une croyance dans des conditions d'incertitude. Il est largement utilisé en intelligence artificielle, en ingénierie comportementale, en neuroéconomie, en sciences sociales, en psychologie expérimentale, et en neurosciences cognitives pour décrire ou modéliser les comportements.

plutôt que de modifier tous ses modèles du monde. À l'inverse, lorsqu'on reçoit de nouvelles informations très précises qui contredisent ce que l'on pense, nos croyances peuvent évoluer pour s'adapter efficacement aux changements. On obtient *in fine* un système flexible s'adaptant à la structure statistique du monde au gré de nos expériences. Mais ce modèle simplifié reflète-t-il le fonctionnement réel de notre cerveau ?

UNE HIÉRARCHIE DES CROYANCES

Ce serait trop facile ! Notre monde est trop complexe pour un algorithme aussi simple. Les signaux sensoriels que nous percevons proviennent d'un environnement dynamique en constante évolution, avec une multiplicité de structures causales imbriquées. Pour en tenir compte, la théorie du cerveau bayésien suggère que notre système nerveux traite les différents signaux sensoriels simultanément de façon « hiérarchique ». Plutôt que de comparer une seule probabilité aux preuves sensorielles, notre cerveau manipule une hiérarchie de croyances à différents niveaux d'échelle d'implication spatiotemporelle, logique et d'abstraction.

Retournons dans la jungle. La génération de la croyance qu'un jaguar est caché sous le feuillage est issue de la conjonction d'une multitude de modèles statistiques imbriqués (la probabilité qu'un animal au pelage fauve dans la jungle soit un jaguar, la probabilité qu'un animal se cachant avant de bondir soit un jaguar, la dangerosité de l'incertitude sur la présence d'un possible jaguar...). La génération d'inférences, c'est-à-dire d'hypothèses sur le monde, à partir d'une hiérarchie de prédiction avec un large grain temporel, spatial et causal aide à réduire l'ambiguïté massive des multiples entrées sensorielles, et à obtenir une représentation plus ou moins optimale de l'environnement. De simple processus neurocognitif, l'inférence bayésienne devient alors un puissant mécanisme adaptatif.

LA CLÉ DE VOÛTE DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Aussi élégante soit-elle sur le plan théorique, la théorie bayésienne est-elle soutenue par l'organisation neuronale du cerveau ? Plusieurs travaux ont suggéré que les inférences seraient réalisées par un assemblage hiérarchique de connexions neuronales descendantes qui implémenteraient les prédictions, et de connexions ascendantes qui transmettraient les erreurs de prédiction. Ces prédictions et ces erreurs pourraient notamment être codées par des neurones particuliers associés à un vaste réseau de dendrites et de synapses, les cellules pyramidales.

Dans ce modèle prédictif hiérarchique, les prédictions descendantes depuis les niveaux élevés de la hiérarchie sont utilisées pour réduire les erreurs de prédiction des niveaux inférieurs. À chaque niveau, seules les erreurs de prédiction qui n'ont pas pu être expliquées par les prédictions sont transmises à l'étage supérieur, et peuvent alors être utilisées pour optimiser les croyances sur le monde.

Ces nouvelles prédictions sont ensuite transmises aux niveaux inférieurs par des connexions neuronales descendantes, pour générer de nouvelles inférences. De cette façon, toute nouvelle expérience inattendue est comparée aux connaissances antérieures à travers un vaste réseau hiérarchique associant différentes échelles temporelles, causales et spatiales. Ce processus de codage prédictif hiérarchique *médié* par la signalisation neuronale constituerait ainsi la clé de voûte de l'ensemble du traitement de l'information corticale.

Plusieurs travaux suggèrent d'ailleurs que la hiérarchie des croyances est corrélée à la complexité des représentations. Plus on monte, plus les représentations codées sont abstraites et globales, plus le niveau d'implication logique est important. Plus on descend, plus le niveau de détail se renforce, mais plus l'espace de prédiction diminue, jusqu'à arriver à des modèles prédictifs extrêmement précis. Les aires cérébrales de haut niveau dévolues aux représentations complexes envoient ainsi des signaux prédictifs aux aires sensorielles primaires, >

déterminant en partie les motifs causaux et perceptifs attendus.

Les modèles causaux de haut niveau permettraient au cerveau de faire des prédictions sur une temporalité longue ou sur des associations causales complexes. À l'inverse, les modèles de bas niveau dans la hiérarchie prédisent, certes avec précision, la nature d'une entrée sensorielle simple, mais au mieux seulement quelques secondes à l'avance. Le cerveau ne peut déduire les conséquences de ses actions que s'il peut modéliser l'avenir. Cette capacité de faire des prédictions sur des échelles temporelles longues est ainsi primordiale pour définir les actions à réaliser. La structure hiérarchique lui permet de faire des prédictions sur des choses qui ne se sont jamais produites et pourraient ne jamais se produire: une forme de simulation d'un monde contrefactuel.

Pour le philosophe Jakob Hohwy, le cerveau serait ainsi un «miroir de la nature», simulant à chaque instant la structure causale du monde en fonction des prédictions de ses caractéristiques statistiques. Le codage prédictif et la théorie du cerveau bayésien pourraient ainsi offrir une conception globale de notre fonctionnement cérébral, avec une portée explicative aussi importante que celle de la psychanalyse au siècle précédent.

D'UNE CROYANCE À L'AUTRE

L'un des aspects les plus importants du réseau prédictif est la notion d'implication logique. Elle désigne le phénomène par lequel une croyance donnée peut en impliquer un ensemble d'autres. On peut l'illustrer avec la notion de transitivité du philosophe néerlandais Bas Van Fraassen: si je crois qu'un vase se casse lorsqu'il tombe sur le sol, alors je crois aussi qu'il se casse quand on le projette contre le mur, lorsqu'on le frappe avec un marteau... Dans ce modèle prédictif, la hiérarchie de représentations définit des relations complexes d'implication logique qui assurent une cohérence globale au sein de notre réseau de croyances. Ainsi, si je crois qu'un jaguar a quatre pattes, je crois aussi qu'il n'a pas cinq pattes, pas six pattes, et une infinité d'autres croyances associées. Même si je ne suis pas conscient de ces croyances implicites, elles existent du fait de la structure logique de mon réseau de croyances, constituant une forme d'inconscient «bayésien».

Ce processus est toutefois complexe à modéliser, car à propos d'une seule expérience ou d'une seule croyance, on peut souvent générer une infinité de relations d'implication logique. Notre cerveau doit, à chaque instant, faire le tri entre toutes les hypothèses envisageables à partir des expériences passées. Par exemple, si je crois que tous les objets en cuivre conduisent l'électricité, je peux rationnellement croire que tous les futurs objets en cuivre que je rencontrerai conduiront l'électricité. En revanche, si je crois que tous les objets posés sur mon bureau ce matin peuvent conduire l'électricité, je ne dois pas pour autant me mettre à croire que tous les objets qui seront sur mon bureau au cours des prochains mois seront conducteurs ou que tout ce qui est conducteur se trouve sur mon bureau.

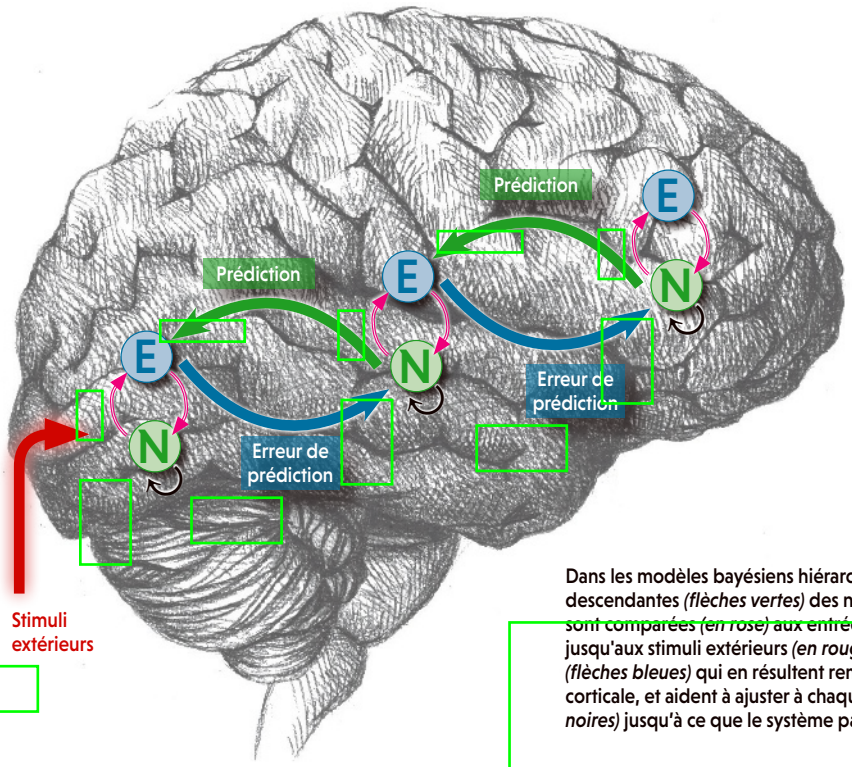
Notre cerveau doit ainsi représenter précisément le type d'implication logique entretenu par chacun des modèles internes qu'il entretient au sein de sa hiérarchie de croyances. Cette distinction est d'autant plus importante que la plupart de ces croyances ne sont pas conscientes et pourtant interagissent activement avec les perceptions, les pensées et les actions. La hiérarchie de croyances que nous avons détaillée représente ainsi une «matrice» déterminant la cognition, un modèle qui rappelle étrangement le concept d'inconscient mobilisé par la psychanalyse freudienne.

DE FREUD À BAYES

Lorsqu'il définit son triptyque conscient-inconscient-préconscient, Sigmund Freud s'inscrit dans le sillage d'illustres prédécesseurs (Thomas Laycock, Wilhelm Wundt...). Il postule que des processus cognitifs inconscients peuvent déterminer causalement des processus conscients et que des processus conscients peuvent devenir inconscients, c'est-à-dire que tout ce qui ne relève pas de la conscience à un moment donné reste silencieusement actif et peut continuer à interférer avec les processus conscients.

L'influence causale de l'inconscient sur le conscient a depuis été illustrée par de nombreuses preuves expérimentales (*voir Empêcher l'inconscient de dicter sa loi, par J. Bargh, page 52*). Cependant, une multitude de facteurs épistémologiques ont provoqué la scission entre les théories neurocognitives de l'inconscient et la théorie freudienne, favorisant l'émergence de concepts alternatifs comme celui d'«inconscient cognitif», dont la formulation bayésienne est l'une des nuances.

Malgré cette dissonance, un certain nombre de points d'achoppement ont été soulignés entre l'inconscient freudien et cognitif. Dans l'hypothèse du cerveau bayésien hiérarchique, l'inconscient est «structurel» au sens où il repose sur l'architecture fonctionnelle du cerveau, c'est-à-dire l'organisation et la connectivité des neurones et des synapses. Les représentations qui y sont codées n'ont pas vocation à devenir directement conscientes, mais elles participent néanmoins à la conscience à différents niveaux de la hiérarchie corticale. Elles alimentent à chaque instant la conscience d'une multitude de



Dans les modèles bayésiens hiérarchiques, les prédictions descendantes *(flèches vertes)* des niveaux corticaux *(N)* supérieurs sont comparées *(en rose)* aux entrées des niveaux inférieurs *(E)* jusqu'aux stimuli extérieurs *(en rouge)*. Les erreurs de prédiction *(flèches bleues)* qui en résultent remontent dans la hiérarchie corticale, et aident à ajuster à chaque niveau les prédictions *(flèches noires)* jusqu'à ce que le système parvienne à les réduire.

prédictions hiérarchiques simulant la structure causale, logique et temporelle du monde. Elles influent alors directement sur la perception et la prise de décision, sans que l'on soit nécessairement conscient de cette influence. En miroir avec l'inconscient freudien, ces représentations inconscientes peuvent devenir conscientes au cours de l'inférence perceptive, et les représentations conscientes peuvent devenir inconscientes au cours de la mise à jour hiérarchique des croyances.

L'INCERTITUDE DU MONDE

Mais alors, quel est l'impact de la conscience sur ces processus inconscients encodés dans l'anatomie fonctionnelle du cortex ? À mesure que nous évoluons dans notre environnement, notre cerveau inscrit la structure statistique du monde dans son anatomie fonctionnelle, afin de simuler ensuite la charpente causale de son environnement. Les modifications de la connectivité synaptique nous permettent d'encoder cette expérience en modifiant nos croyances. Plutôt que de voir la conscience comme une instance de contrôle régulant les phénomènes inconscients, on peut alors l'imaginer comme un catalyseur des attentes prédictives et des entrées sensorielles, définissant la structure phénoménologique de nouvelles associations à encoder. Grâce à elle, en capitalisant sur l'héritage de notre passé et sur une simulation à long terme de notre avenir, nous minimisons l'incertitude du monde. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. HOHWY, Priors in perception: Top-down modulation, Bayesian perceptual learning rate, and prediction error minimization, *Conscious Cogn.*, vol. 47, pp. 75-85, 2017.

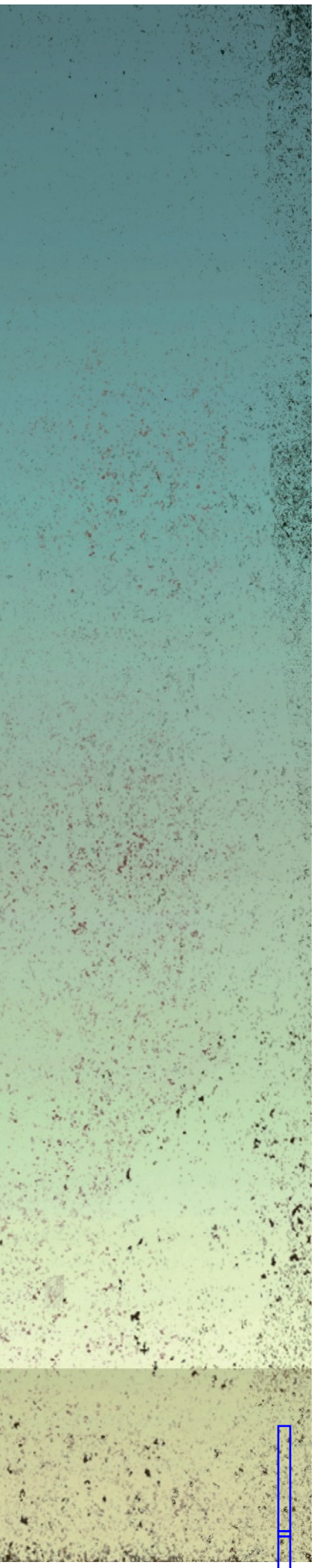
J. HOHWY, *The Predictive Mind*, Oxford University Press, Oxford, 2013.

S. KIEBEL ET AL., A hierarchy of time-scales and the brain, *PLoS Comput. Biol.*, vol. 4(11), art. e1000209, 2008.

T. SHULTZ, The Bayesian revolution approaches psychological development, *Developmental Science*, vol. 10, pp. 357-364, 2007.

D. KNILL ET A. POUGET, The Bayesian brain: The role of uncertainty in neural coding and computation, *Trends in Neurosciences*, vol. 27(12), pp. 712-719, 2004.

© Marie Marty



© Malte Mueller/GettyImages.com

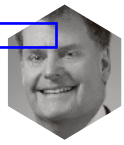
CET INCONSCIENT QUI NOUS GOUVERNE

L'inconscient, en traitant une multitude d'informations sans que nous nous en apercevions, nous rend manipulables. Des stimuli présentés très brièvement orientent nos décisions en de multiples domaines comme nos choix politiques, nos amitiés, nos goûts... Qui plus est, nombre de comportements inconscients ont été façonnés par la sélection naturelle. Mais ce qui présentait un avantage évolutif pour nos ancêtres nous joue souvent des tours aujourd'hui. Certains ont bien compris ces failles et s'en servent pour orienter nos actes d'achat. Une seule parade : comprendre les mécanismes en jeu pour reprendre la main.

L'ESSENTIEL

- Notre cerveau prend une foule de décisions chaque jour, sans même que nous nous en apercevions.
- Ces choix inconscients nous font souvent gagner du temps, mais ont parfois des conséquences néfastes.
- Dans certains cas, les mettre en lumière suffit à les neutraliser.

L'AUTEUR



JOHN BARGH
est professeur de psychologie à l'université Yale, aux États-Unis.

Empêcher l'inconscient de dicter sa loi

Choix politiques, amitiés, comportements d'achat, altruisme… tout cela serait dicté par des mécanismes cérébraux qui nous échappent en grande partie. Comment reprendre la main ?

Lorsque les psychologues essaient de comprendre comment fonctionne notre esprit, ils parviennent souvent à une conclusion surprenante : nous prenons régulièrement des décisions sans y avoir réfléchi – ou, plus précisément, sans y avoir réfléchi consciemment. Lorsque nous décidons pour qui voter, ce que nous allons acheter, où partir en vacances, par exemple, nous ne mesurons pas que c'est notre inconscient qui est aux commandes, ou du moins qu'il joue un rôle essentiel. De plus en plus de résultats de recherche confirment à quel point il dicte sa loi.

QUAND L'INCONSCIENT VOTE

L'une des études les plus connues sur le pouvoir de l'inconscient concerne la façon dont nous décidons des candidats que nous souhaitons voir élus. Dans une expérience réalisée aux États-Unis, les participants disposaient d'un temps très court (quelques dixièmes de seconde) pour observer des photographies. Il s'agissait de candidats à des postes de gouverneur ou de sénateur dans des États différents de ceux où les sujets de l'expérience votaient réellement. Ensuite, on leur demandait de prédire si ces candidats seraient ou non élus. De façon tout à fait surprenante, ce petit sondage se révéla cohérent avec le choix que les électeurs des États concernés firent au moment des >

© Cargo/GettyImages.com

élections réelles. Dans deux élections sur trois, les sujets avaient réussi à prévoir quels seraient les résultats, simplement en regardant une photographie des candidats en moins de temps qu'il n'en faut pour cligner des yeux. Les électeurs réels avaient sans doute arrêté leur choix de la même façon, inconsciemment.

Depuis plus de cent ans, les scientifiques qui étudient comment fonctionne le cerveau s'intéressent au rôle des influences non conscientes sur nos pensées et nos actes. Tout au long de ses écrits, Sigmund Freud présentait la conscience comme le lieu des pensées et émotions rationnelles, et l'inconscient comme celui de l'irrationnel. Mais les psychologues cognitifs contemporains ont repensé l'approche freudienne. Ils montrent que les deux types de processus coopèrent pour répondre aux défis auxquels nous sommes confrontés depuis l'âge de pierre – qu'il s'agisse de chasser le mammouth, d'exécuter des joutes équestres ou de voter dans une démocratie.

Les expériences de psychologie révèlent que nous sommes en permanence influencés par des stéréotypes inconscients, qui portent par exemple sur les minorités ethniques, les femmes ou la position sociale.

LE ÇA ET LE MOI RELÉGUÉS AUX OUBLIETTES

La psychologie postfreudienne a relégué le ça et le moi aux oubliettes de la psychanalyse, et adopté une vision plus pragmatique de ce qui définit le soi non conscient. Les deux systèmes de pensée (implicite et explicite) décrits par le Prix Nobel Daniel Kahneman présentent les processus de pensée automatiques (le système implicite) comme rapides, efficaces et hors du domaine de la pensée consciente (explicite), autrement dit dépourvus de délibération ou de planification. Ils ne requièrent qu'un simple stimulus: les mots sur cette page, par exemple, se connectent sans effort à leur sens dans votre tête. Au contraire, les processus contrôlés exigent un engagement déterminé et relativement lent de la pensée consciente; c'est le cas, par exemple, des efforts que l'on doit fournir pour remplir sa déclaration de revenus.

Tout comme le ça et le moi de Freud, le système implicite automatique et le système explicite contrôlé se complètent, mais s'opposent aussi parfois. Il faut réagir instinctivement pour éviter une voiture, mais il faut aussi que nous nous contrôlions pour ne pas donner un coup de poing au chauffard qui a failli nous renverser.

De façon générale, plus l'influence de l'inconscient est forte, plus le contrôle cognitif conscient doit être important pour la surmonter. C'est particulièrement vrai de certains comportements: celui du sujet alcoolique qui, à peine rentré chez lui le soir, se verse un verre; celui de la personne en surpoids qui ouvre un paquet de chips...

Pour ne pas se laisser submerger par des pulsions difficiles à maîtriser, il faut comprendre le rôle de l'inconscient. La capacité à réguler son comportement – qu'il s'agisse de se faire des amis, de s'adapter à un nouvel emploi ou de réduire une consommation excessive d'alcool – ne dépend pas seulement des gènes, du tempérament et du soutien de l'entourage. Elle découle aussi de la capacité à identifier ses pulsions ou émotions automatiques, et à les surmonter. Pour avancer dans la vie, nous devons apprendre à composer avec notre inconscient.

LA PREMIÈRE IMPRESSION

Les jugements que nous émettons sur les autres, notamment, sont en grande partie automatiques. Nous interagissons souvent avec des inconnus, que nous ne voyons qu'une seule fois. C'est le cas, par exemple, des personnes croisées dans la queue au cinéma, des caissiers de supermarchés, des chauffeurs de taxi, des serveurs de restaurant, etc. Dès que nous apercevons quelqu'un, une première impression se dessine avant même que nous n'ayons commencé à lui parler. Nous lui associons inconsciemment un comportement et une personnalité, même si nous ne disposons que d'informations très limitées. Nous nous attendons à ce que les serveurs se comportent d'une certaine façon, différente de celle des bibliothécaires ou des chauffeurs de poids lourds.

Ces *a priori* nous viennent à l'esprit sans que nous y pensions, simplement d'après la position sociale d'une personne. Et les stéréotypes qui nous influencent sont loin de se limiter à cet aspect. Dès que nous rencontrons un inconnu, nous notons la couleur de sa peau, son sexe, son âge – caractéristiques qui, une fois perçues, se connectent automatiquement à des stéréotypes sur la façon dont les membres de ce groupe sont

© Sturti/Shutterstock.com

supposés se comporter. Ces croyances relatives à un groupe social – hostile, paresseux, agréable, plein de ressources, etc.– sont souvent incorrectes pour l'individu qui se tient face à nous; en général, il n'a rien fait pour les justifier, qu'elles soient bonnes ou mauvaises.

DES PRÉJUGÉS TENACES

Mais elles sont difficiles à contrôler, car il s'agit de réactions réflexes; nous devons exercer un effort volontaire et conscient pour nous défaire de nos préjugés. Ces réactions réflexes persistent souvent, même si elles sont contraires à nos pensées conscientes. Nombre de personnes qui affirment avoir une attitude positive à l'égard des minorités sont étonnées lorsque les scientifiques leur montrent par des tests simples qu'elles sont loin de réagir comme elles le croient.

Dans un de ces tests, par exemple, on demande aux sujets d'indiquer les qualités d'animaux présentés sur un écran d'ordinateur – un chiot peut être gentil, une araignée méchante. Ensuite, on présente une série de visages de personnes appartenant à différentes ethnies, et le sujet doit les classer en «Noir», «Blanc», etc. À l'insu du sujet, on utilise alors une astuce: les mêmes boutons servent pour les deux expériences. Le bouton de gauche peut par exemple correspondre à «gentil» dans la première expérience et «Blanc» dans la seconde, et celui de droite à «méchant» et «Noir».

Dans une autre série d'expériences, on inverse ces associations. On montre alors que les participants blancs mettent plus de temps à appuyer sur le bouton «Noir» quand ce dernier a été associé précédemment à «gentil» que lorsqu'il a été associé à «méchant». De nombreuses personnes qui se croient dénuées de préjugés envers les minorités sont surprises par l'allongement du temps de réaction nécessaire pour appuyer sur le bouton «gentil»/«Noir». Il n'est jamais facile de se débarrasser des stéréotypes.

Ces réactions compliquent les relations entre les personnes et menacent l'équité dans les cours de justice, à l'école ou au bureau, précisément parce qu'elles sont inconscientes et influent sur nos pensées et nos actes. Au lieu de reconnaître que nous sommes victimes d'un biais raciste, nous prêtons parfois une attention exagérée à une caractéristique négative de notre interlocuteur. Ainsi, sans s'en rendre compte, un examinateur à un concours risque de se focaliser sur une note médiocre figurant dans le dossier de candidature, bon par ailleurs, d'un étudiant appartenant à une minorité. Alors qu'il l'aurait relativisée pour un autre candidat.

LES RÉACTIONS INCONSCIENTES COMPLIQUENT LES RELATIONS ENTRE LES GENS ET MENACENT L'ÉQUITÉ DANS LES COURS DE JUSTICE, À L'ÉCOLE OU AU BUREAU

Bien que les chercheurs qui étudient la perception sociale inconsciente se soient souvent limités aux stéréotypes et aux préjugés, ce domaine est beaucoup plus vaste. En général, les gens ont du mal à démêler la cause de leurs sentiments négatifs ou positifs, et se trompent souvent. Dans une expérience classique, des psychologues ont montré que la météo exerce une influence notable sur nos jugements et nos choix. Les expérimentateurs demandaient à des personnes interrogées par téléphone de donner une appréciation sur leur existence: et leur vie tout entière semblait d'autant plus ensoleillée qu'il faisait beau! Mais dès qu'on attirait leur attention sur le temps qu'il faisait dehors, leurs sentiments cessaient d'être influencés par le soleil ou la pluie. Comme si la prise de conscience de cet effet suffisait à le faire disparaître.

COMME DES RATS?

Les pensées et les sentiments inconscients ne pèsent pas seulement sur la façon dont nous nous percevons et dont nous percevons le monde. Ils influencent aussi nos actes. Un phénomène qui alimente les débats depuis des décennies. Pendant une bonne partie du XX^{e} siècle, Burrhus Frederic Skinner et l'école behavioriste de psychologie ont soutenu que nos actions étaient entièrement sous le contrôle de nos sens, et que l'intention consciente ne jouait aucun rôle.

Cette idée reposait sur une expérience dans laquelle un rat apprend petit à petit, au fil de ses tentatives réussies et de ses échecs, qu'en appuyant sur une barre avec son museau, il obtiendra systématiquement une boulette de nourriture. Selon Skinner, nous agissons toujours comme le rat, il nous suffit de trouver le bon levier à actionner: c'est ce que nous faisons quand nous glissons une pièce de un euro dans un distributeur pour obtenir une boisson.

Au cours des années 1960, le behaviorisme a été discrédité par divers résultats de recherche. Néanmoins, la thèse opposée, d'après laquelle notre comportement serait toujours sous le contrôle de la conscience et jamais déclenché par un stimulus extérieur, est tout aussi fausse.

Le simple fait de regarder ou d'écouter quelqu'un nous influence à notre insu. Nous avons tous une tendance naturelle à imiter le comportement d'autrui – les expressions faciales, les mouvements des bras et des mains, les postures... Cette tendance est fréquente dans le monde animal, qu'il s'agisse >

des bancs de poissons, des troupeaux d'antilopes ou des nuées d'oiseaux, qui coordonnent leur comportement de façon telle qu'ils semblent se déplacer comme un seul organisme. Chez l'être humain, on observe cette propension à imiter spontanément autrui chez les tout-petits et même chez les nourrissons. Selon les psychologues, cette capacité nous aide à apprendre le langage et divers comportements des parents.

L'EFFET CAMÉLÉON

La tendance à imiter les autres ne disparaît cependant pas avec l'enfance. Dans ce que l'on nomme l'« effet caméléon », on identifie le fait d'adopter inconsciemment les postures et divers comportements de ses interlocuteurs, comme la façon de croiser les jambes et les bras, ou de se gratter la tête. Dans une soirée, ce mimétisme persiste jusqu'à ce que vous commenciez à discuter avec un nouvel interlocuteur... dont vous ne tarderez pas à adopter les poses et les gestes, tel un caméléon qui se fond dans son environnement. D'un point de vue adaptatif, imiter ce que font les autres semble une sage stratégie, surtout quand on ne sait pas bien comment se comporter dans telle ou telle situation.

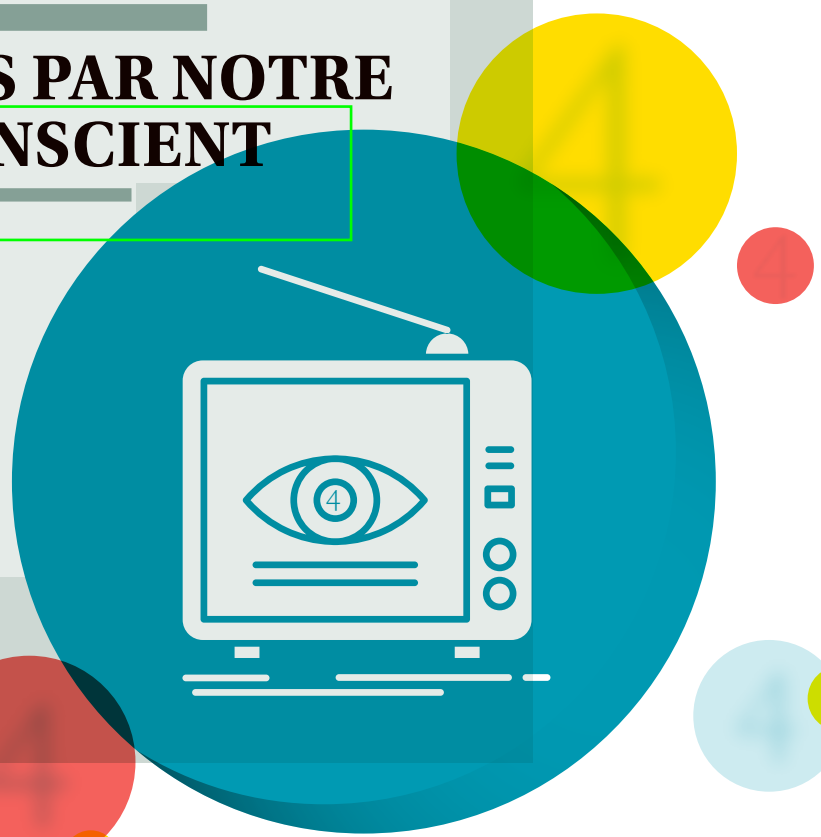
L'adage « À Rome, fais comme les Romains » est sensé parce qu'on peut supposer que les personnes que l'on côtoie n'adopteront pas de comportements dangereux ou socialement inappropriés. Comme l'ont montré Paula Niedenthal, Robert Zajonc et leurs collègues de l'université du Michigan, cette tendance à l'imitation a une conséquence fascinante chez les personnes en couple depuis des décennies: elles finissent par se ressembler de plus en plus, probablement parce qu'elles adoptent inconsciemment les expressions faciales et les postures de leur partenaire.

L'imitation favorise aussi la cohésion sociale, sans besoin de consignes explicites: attendre patiemment dans une longue file encourage les autres à faire de même; tenir la porte à son voisin, calmer son chien et ne pas dégrader les espaces communs incite ses congénères à adopter la même attitude.

Enfin, l'imitation inconsciente stimule l'empathie vis-à-vis d'autrui. Cette « colle sociale » crée un sentiment d'intimité même entre des personnes qui ne se connaissent pas. La forme d'imitation la plus importante se produit lorsque deux ou plusieurs personnes s'engagent en même temps dans une activité identique: c'est le cas des soldats qui défilent, ou des croyants qui chantent ensemble un psaume. La recherche sur la synchronisation comportementale a montré qu'elle a pour effet d'augmenter la coopération même si les personnes impliquées ne se sont jamais rencontrées auparavant.

AMORCÉS PAR NOTRE INCONSCIENT

Les expériences dites « d'amorçage » sont une des meilleures preuves du travail souterrain de notre inconscient. Dans l'une d'elles, on demande à un sujet d'appuyer sur un bouton dès qu'il voit apparaître sur l'écran un chiffre inférieur à 5. Lors de la première phase de l'expérience, on enregistre le temps qu'il met pour réagir. Puis on fait apparaître sur l'écran un chiffre inférieur à 5, par exemple 2 , de façon subliminale, c'est-à-dire trop vite pour qu'il en ait conscience. Si le chiffre suivant est aussi inférieur à 5, cet amorçage suffit à raccourcir le temps de réaction du sujet, car son inconscient l'a préparé à appuyer sur le bouton. En revanche, le temps de réponse augmente si ce chiffre est supérieur à 5 .



© Flat art / shutterstock.com

UN STIMULUS PERÇU INCONSCIEMMENT SUFFIT À NOUS INCITER À POURSUIVRE UN OBJECTIF, SANS MÊME QUE NOUS NE SACHIONS D'OÙ NOUS EST VENUE CETTE IDÉE

Malheureusement, la tendance naturelle à l'imitation a aussi des effets négatifs. Comme l'ont montré le psychologue Kees Keizer et ses collègues de l'université de Groningue, aux Pays-Bas, un méfait en entraîne un autre. Ces chercheurs avaient dessiné des graffitis sur le mur d'une allée; peu après, les déchets se sont accumulés et des tracts ont été déposés sur les vélos garés le long de l'allée. Inversement, lutter contre les graffitis et autres petites incivilités peut améliorer notablement la qualité de vie en milieu urbain.

LE CARREAU CASSÉ

C'est la théorie du carreau cassé, dont s'est inspiré le maire de New York, Rudy Giuliani. Au milieu des années 1990, il a mis en place une application stricte des lois contre les infractions mineures – jeter des détritus par terre, traverser en dehors des clous ou se livrer à des actes de vandalisme; la diminution notable de la criminalité pendant cette période a été en partie attribuée à cette pratique.

La tendance à imiter les autres va souvent au-delà de la simple reproduction des gestes et des expressions faciales. Parfois, quelqu'un va jusqu'à adopter certains traits de la personnalité d'autrui. Quand on rencontre une personne ou qu'on se la remémore, un processus mental inconscient se déclenche parfois, qui «amorce» certains comportements caractéristiques de cette personne.

Des études ont par exemple montré que des étudiants exposés à des mots associés aux personnes âgées – perte de mémoire, canne, fauteuil – marchent ensuite plus lentement dans les couloirs quand ils quittent la salle d'expériences, ce qui correspond au stéréotype que les personnes âgées sont lentes et faibles. De même, des mots ou des «images amorces» liées à la représentation stéréotypée d'une infirmière conduisent à une augmentation des comportements d'entraide, et le fait d'amorcer des comportements associés aux politiciens augmente la durée des prises de parole. Tous ces effets semblent se produire inconsciemment, sans que les participants réalisent la façon dont leur comportement a été influencé.

Le simple fait de suggérer un stéréotype concernant son ethnie ou son genre à une personne peut réduire sa performance scolaire ou professionnelle – c'est ce qu'on appelle la «menace du stéréotype». Dans une série d'expériences, Claude Steele, de l'université Stanford, aux États-Unis, a demandé à des étudiants de remplir un questionnaire dans lequel on les interrogeait sur leur appartenance ethnique, juste avant qu'ils ne passent un examen; or quand ils étaient issus d'une minorité, cela avait un impact négatif sur leurs performances ultérieures.

LE POUVOIR D'UN STÉRÉOTYPE

Nalini Ambady, également à l'université Stanford, a montré que même les petites filles de la garderie du campus de Harvard ont de moins bons résultats à un test élémentaire de mathématiques, si on commence par leur rappeler de façon discrète qu'elles sont des filles. Quant aux stéréotypes positifs, ils ont l'effet inverse. Dans l'étude réalisée à la garderie, les petites filles d'origine asiatique obtiennent en moyenne de meilleurs résultats quand on leur rappelle leur origine ethnique, tandis qu'elles échouent si l'amorçage leur rappelle qu'elles sont des filles.

La reproductibilité de certaines de ces études sur l'amorçage a récemment fait l'objet de controverses, mais celles-ci ne remettent pas en cause l'influence des processus inconscients sur notre comportement (*voir l'encadré page ci-contre*). Reste que le pouvoir de l'amorçage est parfois surestimé. Ainsi, on a un temps pensé que si l'on affichait sur un écran de cinéma «Mangez du pop-corn», de façon subliminale, c'est-à-dire si brièvement que l'on ne pouvait en avoir conscience, les ventes de pop-corn augmenteraient (*voir La vérité sur les images subliminales, par J.-B. Légal, page 60*). Les inquiétudes à propos de la publicité subliminale sont apparues au cours des années 1950 avec l'ouvrage de Vance Packard, *The Hidden Persuaders* («La Persuasion clandestine»).

Il s'est avéré par la suite que la plupart des affirmations de Packard étaient fausses, mais beaucoup se demandent encore aujourd'hui s'il est possible que des messages subliminaux influent sur le comportement des consommateurs. Des données récentes ont effectivement montré que si une personne est déjà motivée pour réaliser une action – se désaltérer par exemple – un message subliminal mettant en avant une marque de boisson peut l'orienter vers cette marque. Les publicités non subliminales ont également un effet puissant sur notre inconscient (*voir Le pouvoir occulte des publicités, par D. Courbet, page 68*). Ce n'est pas parce que nous sommes conscients d'un message publicitaire et que nous croyons donc en contrôler les effets qu'il n'influe pas sur notre comportement.

D'autres influences inconscientes viennent de notre propre corps. Dans les >

LA CRISE ACTUELLE EN PSYCHOLOGIE NE REMET PAS EN CAUSE LE RÔLE DE L'INCONSCIENT

Depuis quelques années, la psychologie connaît une crise importante, car de nombreux travaux visant à reproduire certains résultats se sont soldés par un échec. Des rapports ont notamment remis en cause diverses études sur l'influence de l'inconscient – par exemple celle ayant montré que les gens marchent plus lentement après avoir entendu des mots associés à la vieillesse. Toutefois, ces rapports omettent généralement de préciser que dans bien d'autres cas, les tentatives de réplication ont été couronnées de succès. Les recherches sur les pensées et les comportements inconscients ont même trouvé un nouveau souffle. Ces études ont confirmé qu'un geste inconscient ou un mot anodin peut déclencher ce que les psychologues nomment un « amorçage », c'est-à-dire orienter une décision, un choix, un comportement. Elles montrent aussi que les motivations subliminales utilisent les mêmes processus mentaux – la mémoire de travail et les fonctions exécutives – que les actes conscients, et que les gens se méprennent souvent sur les raisons de leurs comportements, car ils sont influencés par des pulsions inconscientes. Des expériences d'imagerie nous ont aussi renseignés sur le fonctionnement des régions cérébrales activées par les indices inconscients, et ainsi sur les bases physiologiques des effets d'amorçage. Par exemple, des scanners cérébraux montrent que les zones qui s'allument lors de la perception d'une surface « rugueuse » ou « lisse » s'activent aussi quand une personne a (ou n'a pas) des difficultés à interagir avec quelqu'un d'autre ; en d'autres termes, pour cette personne, l'interaction est rugueuse ou lisse. De même, les régions du tronc cérébral qui réagissent à la chaleur répondent aussi à la bienveillance et à la générosité associées aux interactions sociales « chaleureuses ». La question n'est pas de savoir si les influences inconscientes sont réelles et peuvent être répliquées – elles le sont et l'ont souvent été –, mais plutôt pourquoi certains chercheurs parviennent à reproduire ces effets et d'autres non. Des problèmes méthodologiques sont probablement en cause : nombre d'études qui n'ont pu être reproduites se sont fondées sur des mots ou des phrases pour amorcer un comportement, tandis que l'utilisation de stimuli plus naturels, comme des images, s'est révélée plus concluante ; ce sont ces stimuli qui sont importants pour l'amorçage inconscient dans la vie de tous les jours. Il reste beaucoup à faire, mais une chose est déjà sûre : l'inconscient influe sur le jugement, les émotions, le comportement et la motivation, et ces influences ont des répercussions quotidiennes sur chacun de nous et sur la société dans son ensemble.

> années 1980, Fritz Strack, à l'université de Würzburg, en Allemagne, et ses collègues ont montré que nos expressions faciales involontaires – sourires ou froncements de sourcils, par exemple – modulent notre état d'esprit. Dans leurs expériences, ils demandaient par exemple aux participants de tenir un crayon soit entre les dents – activant les muscles qui servent à sourire –, soit entre les lèvres – contractant les muscles associés à une grimace –, puis de dire s'ils aimaient ou pas un objet qu'on leur présentait. Or l'expression qu'ils affichaient a influé sur leur jugement : ils avaient par exemple davantage tendance à apprécier l'objet lorsqu'ils souriaient. La conformation de leur visage amorçait donc l'état psychologique correspondant.

MACBETH ET PONCE PILATE

Dans le même ordre d'idées, des études plus récentes ont montré que se souvenir d'un incident au cours duquel on a blessé quelqu'un pousse à aider autrui – une façon de compenser cet acte répréhensible. Plus étonnant : le simple fait de se laver les mains entraîne la disparition de la culpabilité ! Dans une de ces études, en effet, les participants devaient se remémorer un comportement qui leur faisait honte, puis on demandait à une partie d'entre eux de se laver les mains, prétendument pour éviter de disséminer le virus de la grippe. Leur propension à se montrer amical ou serviable pour compenser leur culpabilité s'évanouissait alors. Ce phénomène est souvent nommé « effet Macbeth », en référence à Lady Macbeth qui, dans la pièce de Shakespeare, se lave les mains de façon compulsive après avoir poussé son mari à tuer le roi.

De même, une protection contre la maladie semble aussi nous rassurer sur le plan social ou politique. Dans une étude, des sujets appartenant à un courant politique conservateur se sont montrés plus accueillants vis-à-vis d'immigrants lorsqu'ils venaient de se faire vacciner contre le virus de la grippe H1N1. Comme si, se sentant protégés, ils cessaient de percevoir ces nouveaux arrivants comme des envahisseurs menaçant la culture de leur pays.

Cette propension de notre inconscient à transgresser les frontières est particulièrement visible dans les métaphores. Chacun sait

ce qu'on entend par une amie « proche » ou un père « froid ». Une théorie récente, dite « de l'échafaudage conceptuel », affirme que nous utilisons souvent des métaphores parce que nos concepts s'ancrent dans notre perception physique du monde environnant. En conséquence, nos sensations influencent notre jugement et nos comportements, sans que nous en ayons conscience. Ainsi, dans des expériences de psychologie, des participants qui touchaient une tasse de café brûlant évaluaient autrui comme étant plus « chaleureux », plus amical et plus généreux que ceux qui tenaient, par exemple, un verre contenant un café frappé. De même, quand un sujet était assis sur un siège dur pendant une négociation, il adoptait une ligne plus « dure » et acceptait moins les compromis que s'il était installé dans un fauteuil confortable.

Plus généralement, nous avons tendance à évaluer de façon grossière tout ce avec quoi nous entrons en contact et à nous laisser influencer par nos réactions inconscientes d'attraction ou de rejet. Le psychologue clinicien Reinout Wiers, de l'université d'Amsterdam, est récemment parti de ce constat pour mettre au point une approche thérapeutique efficace contre l'alcoolisme et la toxicomanie. Au cours du traitement, les sujets devaient observer diverses images associées à l'abus d'alcool, tout en repoussant un levier de façon répétée. Les psychologues ont observé que ce simple geste physique de rejet se traduisait dans le mental des participants, qui développaient par la suite une conduite d'évitement de l'alcool. Ils finissaient même par éprouver une véritable aversion vis-à-vis de cette substance et rechutaient moins au bout d'un an que des sujets témoins n'ayant pas subi cet entraînement.

NOTRE INCONSCIENT DICTE-T-IL NOS DÉSIRS ?

Dans le domaine des influences inconscientes, le travail expérimental le plus récent s'intéresse aux motivations et tente de répondre à la question : que voulons-nous ? C'était bien sûr une des principales préoccupations de Sigmund Freud. Les théories modernes de la motivation diffèrent de celle proposée par le neurologue autrichien, parce qu'elles ne sont plus issues d'études de personnes présentant une maladie psychique. En outre, elles s'intègrent dans un système psychologique global, le même pour tous, et qui peut fonctionner en mode conscient ou inconscient, alors que l'inconscient de Freud a ses propres règles, distinctes de celles qui contrôlent l'activité consciente.

En fait, en étudiant la psychologie du désir, les chercheurs ont découvert que la façon d'atteindre un objectif est à peu près la même, que nous agissions de façon consciente ou non. Dans une expérience, Mathias Pessiglione et Chris Frith, alors au centre Wellcome Trust d'imagerie cérébrale de l'université de Londres, ont demandé à des sujets de repousser un levier aussi vite que possible quand on le leur demandait. Avant chaque essai, les sujets recevaient un indice soit conscient, soit subliminal, sur la récompense qu'ils obtiendraient. Or ils ont réagi de la même façon dans les deux cas – en poussant plus vite sur le levier quand la récompense s'annonçait importante. L'imagerie cérébrale a révélé que les aires de la motivation s'activaient au cours de tous les tests, que la récompense soit présentée de façon consciente ou subliminale. Cette étude, avec d'autres, suggère qu'un stimulus perçu inconsciemment suffit à inciter une personne à poursuivre un objectif, sans même qu'elle ne sache d'où lui est venue cette idée. Nul besoin de délibération consciente ou de libre arbitre !

L'INFLUENCE DU POUVOIR

Notre inconscient nous incite non seulement à choisir telle ou telle option, mais aussi à trouver la motivation pour agir. Les psychologues ont constaté depuis longtemps que les personnes à qui, dans une expérience, on attribue une position dominante, adoptent souvent des comportements égoïstes et corrompus, faisant passer leur intérêt personnel avant tout. Ainsi, dans une étude menée au sein d'une salle de classe, des participants à qui l'on demandait de s'asseoir au bureau du professeur hésitaient moins à exprimer des sentiments racistes et antisociaux que ceux installés à la place des étudiants.

Heureusement, de nombreuses personnes recherchent le bien-être d'autrui ; c'est le cas notamment des parents qui placent l'intérêt de leurs enfants avant le leur. Les individus attentifs aux autres le restent-ils lorsqu'ils occupent une position de pouvoir ? Diverses études ont montré qu'ils conservent en effet des attitudes altruistes, sans avoir conscience de leurs motivations. Ils sont aussi plus soucieux de ce que les autres pensent d'eux et moins sensibles aux stéréotypes racistes. Dans leur cas, le pouvoir les a bien motivés à poursuivre leurs objectifs personnels, mais ceux-ci étaient plus orientés vers l'intérêt de la communauté.

Freud a expliqué avec force détails comment nos désirs insatisfaits s'expriment par les images et les histoires qui peuplent nos rêves. La recherche récente explique de façon plus pragmatique comment notre inconscient contrôle la façon dont nous interagissons avec notre patron, nos parents, nos conjoints, nos enfants. Il dicte sa loi à chaque instant de notre vie, que nous soyons éveillés ou engloutis dans les profondeurs d'un rêve. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. HUANG ET J. BARGH, The selfish goal: Autonomously operating motivational structures as the proximate cause of human judgment and behavior, *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 37, pp. 121-135, 2014.

S. KOUIDER, La conscience : dans une impasse ?, *Cerveau & Psycho*, n° 56, pp. 38-45, 2013.

J. BARGH *ET AL.*, Automaticity in social-cognitive processes, *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 16, n° 12, pp. 593-605, 2012.

La vérité sur les images subliminales

Les images subliminales sont auréolées de mystère. Ont-elles, ou non, le pouvoir d'influer sur nos comportements ? Oui. Du moins en laboratoire…

Pour peu que l'on y prête attention, les références au « subliminal » et à son utilisation reviennent fréquemment dans les médias ou les conversations. C'est notamment le cas depuis des lustres dans les films ou les séries télévisées, où l'on trouve quelques exemples célèbres : *Fight Club*, de David Fincher, où le personnage de Tyler Durden insère des images subliminales pornographiques dans les dessins animés à des fins idéologiques ; *Invasion Los Angeles*, de John Carpenter, où des extraterrestres utilisent des messages subliminaux de façon à manipuler et contrôler la population humaine. Citons encore la série *Columbo*, où dans l'épisode intitulé « Subconscient », l'inspecteur finit par confondre un publicitaire utilisateur d'images subliminales à des fins commerciales, mais aussi criminelles ; les *Simpsons*, où Homer devient plus intelligent en écoutant des messages subliminaux durant son sommeil… Cette liste est loin d'être exhaustive.

Une rapide requête concernant le mot « subliminal » dans votre moteur de recherche donnera également un nombre très élevé de résultats, allant des dernières recherches scientifiques en passant par les théories du complot, les manipulations de masse et les promesses

© Lolloj/Shutterstock.com

L'ESSENTIEL

- Des images projetées pendant moins de 20 millisecondes sont inaccessibles à la conscience, mais peuvent orienter nos comportements.
- De tels messages subliminaux constitués de mots simples influent sur nos réactions émotionnelles, nos intentions, ou encore nos comportements.
- D'autres méthodes d'influence, sans être subliminales, sont qualifiées d'implicites: il s'agit notamment de l'insertion furtive de certaines images dans des programmes télévisés.

L'AUTEUR

JEAN-BAPTISTE LÉGAL est maître de conférences en psychologie sociale à l'université Paris-Nanterre.

d'amélioration rapide et sans efforts de vos performances ou de votre santé. Il est temps de faire le point sur l'état de la recherche.

Les recherches sur la perception subliminale remontent à plus d'une centaine d'années et aux débuts de la psychophysique, ou étude de la perception et des sensations. Du point de vue étymologique, le terme subliminal provient du latin *sub limen*, qui signifie «sous le seuil». Jusque dans les années 1980, la définition de ce qu'est la perception subliminale s'articulait autour de la détermination de seuils. Plus précisément, la perception subliminale prenait place entre le seuil objectif (à partir duquel un stimulus – image ou son – peut être traité par le système perceptif) et le seuil subjectif (à partir duquel nous sommes capables d'indiquer verbalement qu'un stimulus a été présenté). Aujourd'hui, on parle d'exposition subliminale quand une information est présentée de telle sorte qu'elle est traitée par notre système perceptif et cognitif, sans pour autant qu'elle soit consciente, même si l'on focalise son attention pour la détecter.

Le seuil de détection d'une information varie selon les personnes (par exemple, en fonction de l'acuité visuelle) et dépend du fait que l'on focalise ou non son attention sur la recherche de l'information. On peut cependant considérer que, pour des durées d'exposition inférieures à 20 millisecondes, l'exposition à une image est subliminale.

MYTHES ET CONFUSIONS

Dans la représentation collective, le terme «subliminal» est associé aux idées d'images cachées, de manipulation ou encore de complot. De fait, les images «cachées» sont fréquentes. Ainsi, certains dessins animés de >

> Walt Disney intègrent des images « suggestives » en arrière-plan. L'exemple le plus connu renvoie à la version originale de *Bernard et Bianca*, dont une séquence comportait la photo d'une femme nue à sa fenêtre. Cette image a été supprimée lors de la sortie en DVD du film, mais reste présente dans la version VHS. D'autres exemples concernent la présence du mot sexe ou d'éléments à caractère sexuel dans divers films (les étoiles dans le ciel lors d'une séquence du *Roi Lion*), affiches (dans le papillon de l'affiche du *Silence des agneaux*) ou supports publicitaires (notamment des publicités pour des marques de boissons alcoolisées).

SUBLIMINAL OU IMPLICITE ?

En ce qui concerne ces images cachées, on ne peut pas vraiment parler de perception subliminale, mais plutôt de perception implicite. Dans le cas de la perception implicite, une information n'est pas considérée consciemment, parce que le spectateur n'y porte pas suffisamment attention. C'est le cas d'une partie des affiches publicitaires auxquelles on est exposé quotidiennement. Si l'on y faisait davantage attention, les informations présentes sur ces affiches pourraient être traitées de façon explicite et consciente. Dans le cas de la perception subliminale, en revanche, les informations sont présentées de telle façon qu'elles ne peuvent pas être traitées consciemment, quel que soit le degré d'attention qu'on y porte. Ainsi, à chaque fois qu'une image peut être perçue consciemment, on ne parle plus de perception subliminale, mais de perception implicite.

Y a-t-il tentative de manipulation dans le cas de ces images cachées ? Pas vraiment. Dans la plupart des cas, ces exemples renvoient à de simples clins d'œil des concepteurs, à des blagues. Pourtant, dans d'autres cas, ils font appel à la croyance (non démontrée) selon laquelle l'association d'un produit au sexe aurait un impact positif sur la perception du produit, en particulier pour les individus de sexe masculin…

On peut aussi parler dans certains cas du phénomène de confirmation d'hypothèses : à force de chercher un motif particulier, on finit nécessairement par le trouver ! Au-delà de cette confusion entre ce qui est caché et ce qui est subliminal, de nombreuses croyances entourent l'effet des messages subliminaux. Elles s'articulent essentiellement autour de deux axes : d'une part, l'impact sur les décisions et les comportements ; d'autre part, l'impact sur les performances et la santé. Vais-je acheter un produit donné parce que j'aurai été exposé de façon subliminale à son image ? Une image subliminale peut-elle orienter mes choix politiques, alimentaires, religieux ? Pourrai-je maigrir ou arrêter de fumer simplement en m'exposant à des messages subliminaux ?

En 1998, le neuroscientifique français Stanislas Dehaene et ses collègues, utilisant des techniques d'imagerie cérébrale, ont montré que des informations présentées de façon subliminale produisent des effets sur l'activité du cerveau et sur notre activité motrice (*voir l'encadré, page 56*). Plus précisément, les images subliminales activent de façon non consciente des représentations mémorisées qui leur sont associées. En fonction de la nature des représentations activées et de l'activité dans laquelle la personne est engagée, l'exposition produit ou non un effet sur certaines dimensions du comportement ou du jugement. Voyons ceux obtenus, d'une part, sur les affects et les attitudes et, d'autre part, sur les jugements et les comportements.

La perception subliminale de visages exprimant des émotions active l'amygdale cérébrale, zone de notre cerveau intervenant dans le traitement des émotions. Cela a été mis en évidence notamment par le neurobiologiste américain Paul Whalen et ses collègues, du collège Dartmouth, à Hanover, dans le New Hampshire, en 1998. Ces derniers ont recruté des volontaires adultes à qui l'on annonçait simplement qu'ils allaient voir des visages et que l'activité de leur cerveau serait enregistrée. Les visages avaient des expressions neutres, mais chacun était précédé, pendant 33 millisecondes, soit d'une photographie

Un message subliminal est-il caché dans l'affiche du film *Le Silence des agneaux* (1991) ? Les corps de femmes formant la tête de mort (une idée de Salvador Dalí à l'occasion d'une photo) constituent en fait un autre type de perception non consciente, nommée « traitement implicite ».

© Columbia Tristar Films

d'un visage exprimant la peur, soit d'une photographie d'un visage exprimant la joie, soit d'une image géométrique sans impact émotionnel particulier, une simple croix.

Les neuroscientifiques ont constaté que l'amygdale des participants réagissait différemment selon l'information subliminale présentée. Le visage exprimant la peur entraînait une augmentation d'activité de l'amygdale par rapport à l'activité suscitée par la croix, alors que le visage exprimant la joie la faisait diminuer.

Dans tous les cas, ces études prouvent que les images subliminales, même si nous n'en avons pas conscience, sont traitées par le cerveau. L'exposition subliminale à des images à teneur émotionnelle peut également avoir un impact sur notre état émotionnel.

LA CONTRACTION SUBLIMINALE DES ZYGOMATIQUES

Ainsi, Ulf Dimberg, Monika Thunberg et Kurt Elmehed, de l'université d'Uppsala, en Suède, ont montré en 2000 que le fait de présenter des visages tristes pendant 30 millisecondes provoque la contraction spontanée des muscles dits «corrugateurs», muscles faciaux associés à l'expression de tristesse; en revanche, des visages joyeux provoquent la contraction des zygomatiques, associés au sourire et à la joie.

Au-delà de la contraction des muscles faciaux, l'exposition subliminale à des visages porteurs d'émotions (et en particulier pour les expressions de joie et de tristesse) se traduit par un phénomène de contagion émotionnelle

L'UTILISATION D'IMAGES SUBLIMINALES DANS LA PUBLICITÉ EST INTERDITE EN FRANCE DEPUIS 1992

ou d'empathie émotionnelle: notre émotion a tendance à s'ajuster pour correspondre à celle à laquelle nous avons été exposés, comme cela a été établi une année plus tard par les psychologues canadiennes Ursula Hess et Sylvie Blairy, de l'université de Montréal, au Canada.

L'exposition subliminale peut également être utilisée pour modifier les attitudes, c'est-à-dire les jugements simples, de type «J'aime» ou «Je n'aime pas», vis-à-vis d'objets ou de personnes.

Les recherches menées sur le phénomène d'exposition répétée, mis en évidence par le psychologue américain Robert Zajonc, indiquent ainsi que le fait d'être exposé de façon répétée et subliminale à un objet ou à une personne améliore l'attitude vis-à-vis de cette personne ou de cet objet. L'exposition répétée augmenterait la sensation de familiarité envers le stimulus et faciliterait son traitement perceptif. Ce sentiment de facilité de traitement (ou fluence) serait responsable de l'amélioration de l'attitude. >

LES IMAGES SUBLIMINALES: VRAI OU FAUX?

Il existe un certain nombre d'idées reçues concernant les images subliminales. Tentons de démêler le vrai du faux.

Peut-on apprendre une langue étrangère, perdre du poids, arrêter de fumer en écoutant des cassettes contenant des messages subliminaux?	F	La poursuite d'objectifs à long terme et l'acquisition de connaissances complexes restent l'apanage des processus volontaires et conscients.
Des images subliminales peuvent-elles influencer nos choix?	V	Vrai dans une certaine mesure. Le subliminal peut rendre plus accessibles certaines informations et faire que ces dernières soient utilisées de façon privilégiée ou plus probable.
Si je suis exposé de façon subliminale au logo d'une marque, vais-je forcément acheter les produits de cette marque?	F	Si vous avez soif, la présentation de termes associés au fait de boire ou à une marque de boisson pourront vous amener à boire davantage. Cependant, les chercheurs observent que les effets, lorsqu'ils sont présents, n'influent pas ou peu sur le choix du produit.
Des messages persuasifs composés de phrases entières peuvent-ils être présentés de façon subliminale?	F	Si, techniquement parlant, il est possible de présenter une phrase de façon subliminale, le traitement sémantique du message reste limité à un ou deux mots, ce qui le rend très aléatoire. Ainsi, le message: «Arrêtez de fumer» pourrait être traité comme: «Arrêtez» (ce qui ne serait pas très productif) ou comme: «Fumer» (et aboutir à l'inverse de l'effet recherché).

Reposant sur les théories de l'apprentissage, le conditionnement affectif permet d'influencer les attitudes de façon positive ou négative. Cette technique consiste à associer un terme positif ou négatif à un stimulus afin d'en modifier la valence. Les mécanismes de traitement subliminal relient de façon non consciente un stimulus et un indice affectif.

LE CONDITIONNEMENT AFFECTIF

Ainsi, dans une expérience de conditionnement affectif réalisée par Jon Krosnik et ses collègues de l'université Stanford, aux États-Unis, il était demandé à des participants de regarder des photographies de personnes engagées dans des activités banales. Juste avant chaque photographie, on présentait pendant 13 millisecondes un élément soit positif (une innocente peluche de Mickey), soit négatif (une gueule grande ouverte de requin blanc). À la fin de l'expérience, les personnes ayant fait l'objet d'un conditionnement affectif positif (Mickey) avaient une attitude plus positive envers les personnes observées sur les photographies que celles ayant reçu un conditionnement affectif négatif (le requin blanc).

Notons que, aussi bien dans le cas de l'exposition répétée que dans celui du conditionnement affectif, les effets obtenus sont modérés qu'il s'agisse de l'intensité des attitudes (positive ou négative) ou encore de la familiarité vis-à-vis de l'objet ou de la personne.

Ainsi, si ces techniques fonctionnent bien à propos de personnes ou d'objets pour lesquels il n'existe pas d'attitude *a priori*, leur effet est plus négligeable, voire nul, dans le cas de cibles chez qui il existe au préalable une attitude déjà bien ancrée (par exemple, l'association d'une image de Mickey au visage d'un politicien que vous n'aimez pas n'aura pas d'effet sur votre attitude vis-à-vis de ce personnage…). Le psychologue américain Russell Fazio, de l'université d'État de l'Ohio, aux États-Unis, a également montré en 1990 que plus on pense à la décision que l'on doit prendre ou au comportement à adopter, moins le conditionnement a d'effet.

Le subliminal peut servir à activer des représentations en mémoire et notamment des traits de personnalité, des stéréotypes, ou encore des buts. Parce qu'elles sont activées, ces représentations sont ensuite utilisées de façon privilégiée et non consciente pour orienter le jugement ou le comportement. Ce sont les effets d'amorçage.

En 1983, les psychologues américains John Bargh et Paula Pietromonaco, de l'université du Michigan, aux États-Unis, ont ainsi montré que le fait, dans un premier temps, d'activer en mémoire le trait de personnalité «hostile» oriente le jugement que l'on porte sur les comportements d'une personne. Ainsi, comparés à un groupe contrôle, les participants exposés de façon subliminale à des mots associés au trait «hostile» (par exemple une insulte, ou «hostile», «méchant») ont jugé un même personnage plus négativement, et ont trouvé ses comportements plus hostiles. Des effets similaires ont été mis en évidence dans le registre du comportement après l'activation de stéréotypes (croyances relatives aux caractéristiques, aux traits de personnalité et aux comportements typiques d'un groupe social donné).

La bande-annonce du film *Apocalypto*, que l'on trouve facilement sur Internet, contient une image subliminale. Pour l'observer, il suffit de passer la séquence image par image entre 1' 45"et 1' 47". Vous aurez la surprise de découvrir un Mel Gibson barbu et la cigarette aux lèvres. Quel pouvait être l'objectif de cette manipulation ? Susciter des rumeurs au moment de la sortie du film !

LE POIDS DES STÉRÉOTYPES

Dans une expérience, John Bargh et ses collègues ont constaté que le fait d'activer en mémoire le stéréotype de l'Afro-Américain (associé par de nombreux Américains à la violence) modifie la nature des interactions sociales qui s'ensuivent. Les participants à cette étude étaient exposés de façon subliminale, dans le cadre d'une tâche informatisée, soit à des visages afro-américains, soit à des visages blancs caucasiens.

La tâche consistait à estimer le plus rapidement possible si le nombre de points s'affichant sur un écran était pair ou impair. Au bout de 130 essais, un message d'erreur apparaissait à l'écran. L'expérimentateur intervenait alors auprès du participant pour lui expliquer qu'il ou elle allait malheureusement devoir recommencer. Les interactions entre les participants et l'expérimentateur ont été filmées, puis jugées par des observateurs externes ignorant le principe de l'expérience en cours. Ces «juges» devaient évaluer le participant suivant quatre critères : irritable, hostile, énervé et non coopératif.

Les résultats ont montré que les personnes préalablement amorcées avec le

© Touchstone Pictures 2005

stéréotype de l'Afro-Américain sont globalement plus hostiles et agressives dans leur interaction avec l'expérimentateur que celles ayant été exposées à des visages caucasiens. De tels effets ont été largement reproduits et étendus à d'autres traits, d'autres stéréotypes, ainsi qu'à des buts. Cela se comprend, comme nous allons le voir, car nos objectifs sont eux aussi associés à des représentations mentales et peuvent, une fois activés, être poursuivis de façon automatique et non consciente. La question est ainsi posée : peut-on raisonnablement suggérer à des sujets des intentions, à leur insu ? On devine les applications qu'offrirait une telle possibilité. Intentions de vote, d'achat ?

En la matière, les résultats sont contradictoires, mais laissent penser que, tout au moins dans des conditions bien précises, la possibilité de telles manipulations existe. Par exemple, dans une série de recherches, la psychologue canadienne Erin Strahan et ses collègues, de l'université Wilfrid-Laurier de l'Ontario, au Canada, ont découvert en 2002 que la présentation subliminale de mots liés à la soif (et donc à l'envie de boire, par exemple les mots « eau », « verre », « boire ») entraîne une consommation accrue de boisson, à condition toutefois que la personne ait eu un peu soif auparavant. Il s'agit donc d'un effet d'amplification.

VOUS AVEZ SOIF !

Les mêmes psychologues montrent également que le choix de la boisson peut être orienté si la présentation d'un message persuasif (une publicité vantant les propriétés désaltérantes d'une boisson de marque inconnue) est associée à une activation subliminale de l'envie de boire. Concrètement, comparés à des participants exposés à des mots neutres (26 fois, avec une durée de 13 millisecondes pour chaque présentation), les participants ayant été exposés à des mots liés à la soif jugent plus favorablement la publicité d'une boisson présentée comme ayant des propriétés désaltérantes (marque fictive du type Super Dés'alter !) qu'une boisson améliorant la récupération après l'effort (Power Pro). Par ailleurs, ils choisissent d'être récompensés de leur participation à cette étude par des bons d'achat Super Dés'alter ! plutôt que Power Pro. Toutefois, précisons là encore que ces effets apparaissent seulement en présence d'un besoin physiologique initial : si la personne n'a pas soif, elle ne boira pas davantage, quel que soit le message subliminal projeté.

Pourtant, les psychologues néerlandais Martijn Veltkamp, Ruud Custers et Henk Aarts, de l'université d'Utrecht, ont découvert qu'en combinant l'amorçage subliminal de l'envie de boire avec un conditionnement affectif positif, on obtient un impact sur la consommation de boisson – même en l'absence de besoin physiologique initial ! Autrement dit, on ferait boire des gens qui n'ont pas soif à condition d'utiliser en plus un conditionnement positif.

La méthode consistait à projeter de façon subliminale des mots amorçant l'envie de boire alternant avec des mots suscitant une émotion positive (par exemple, les mots « agréable », « amour », « sourire », « beau », « amis », « plaisant », « paix »). Les psychologues constatent que cette séquence de manipulation subliminale conduit les sujets à boire davantage, même sans qu'ils aient soif. Pour ce faire, on fait l'expérience avec des personnes ayant été ou non préalablement assoiffées par l'ingestion de nourriture salée, et l'on constate des effets dans les deux cas. L'effet semble bien dû à une association inconsciente entre l'émotion positive et le but non conscient de boire, car il disparaît si on alterne la projection des mots liés au fait de boire avec des mots sans connotation émotionnelle positive.

INTERDIT PAR LA LOI

Du point de vue de la loi, l'utilisation des images subliminales dans la publicité est interdite aussi bien aux États-Unis (depuis 1958) qu'en France (depuis 1992). Le caractère dissuasif de la loi n'a pas pour autant empêché certains annonceurs d'avoir recours à ce type de procédé. Ainsi, le Conseil supérieur de l'audiovisuel a, à deux reprises au moins, adressé des avertissements au groupe M6, suite à l'inclusion d'images subliminales pour des appareils photo de marque Kodak Fun dans l'émission *Pop Stars* du 6 décembre 2001 et pour les chewing-gums Freedent White dans le générique de *Caméra Café* du 29 mai 2003. De nombreux cas semblables ont également été relevés aux États-Unis. Il convient ensuite de mettre en parallèle les possibilités offertes par le subliminal et celles de procédés plus classiques.

Si l'on écarte le côté non conscient, certaines pratiques, tel le placement de produit, déclenchent des effets assez similaires sans >

Durant la campagne présidentielle américaine de 2000, un conditionnement affectif négatif a été utilisé dans un message publicitaire de George Bush. Le mot *RATS* apparaissait au même moment que le nom du candidat démocrate Al Gore. La réaction affective au mot « rat » est évidemment négative…

pour autant recourir à l'exposition subliminale. Le placement de produit, pratique de plus en plus fréquente dans les séries télévisées et les jeux vidéo, consiste à insérer une marque, un logo ou un produit directement dans le programme.

Ainsi, vous observerez, notamment dans les séries américaines, la présence de plans mettant en avant la marque de telle voiture, le logo de tel ordinateur… Pour les annonceurs, cette pratique présente des avantages certains. Tout d'abord, le téléspectateur ne se rend pas (ou moins) compte qu'il est exposé à une publicité, comme ce serait le cas lors d'une séquence d'annonces publicitaires. De ce fait, il ne met pas en place des stratégies de défense (changer de chaîne, par exemple).

Ensuite, la pratique du placement de produit permet de créer des associations entre le personnage et le produit exposé. Cela permet de bénéficier de l'identification au personnage, mais aussi d'un transfert des affects positifs associés au programme. Ainsi, le placement de produit, associé à un traitement implicite plutôt que non conscient, serait bien plus efficace que l'utilisation d'images subliminales… et tout à fait légal. La nuance tient au fait que, d'un point de vue purement juridique, le spectateur peut, s'il fait attention, voir le logo, ce qu'il ne peut pas faire en condition de projection subliminale.

UN RÔLE EN POLITIQUE ?

Terminons sur la question de l'éventuelle manipulation des opinions, à travers deux exemples empruntés au domaine politique. Le premier, s'apparentant à de l'exposition répétée, concerne le visage de François Mitterrand qui, pendant plusieurs mois en 1986, est apparu subrepticement (même si l'on ne peut parler ici d'exposition subliminale, car le visage pouvait être vu si on y prêtait attention) dans le générique du journal télévisé d'Antenne 2 (devenue France 2). Le second exemple concerne un message de la campagne électorale de George Bush en 2000. Dans cette séquence, le nom de son adversaire Al Gore apparaissait de façon simultanée avec le mot « rats » (que l'on peut traduire par « salauds »). La découverte de cette tentative de conditionnement affectif négatif entraîna le retrait du message télévisé.

L'apparition répétée du visage de François Mitterrand ou la tentative de conditionnement négatif envers Al Gore expliquent-elles (même en partie) le résultat des élections ? C'est bien peu probable, dans la mesure où comme nous l'avons vu, l'exposition répétée et le conditionnement affectif produisent des effets surtout pour des cibles envers lesquelles il n'existe pas d'attitude préalable. Mais après tout, c'est souvent l'électorat indécis qui fait basculer une élection, et celui-là pourrait être théoriquement influencé par de tels moyens.

À cela s'ajoute que les processus automatiques associés à l'utilisation du subliminal ne produisent que peu ou pas d'effets sur des choix et des comportements ayant fait l'objet d'une élaboration cognitive : plus une décision est prise sur la base d'une réflexion longue et approfondie (achat d'un logement, choix d'un candidat politique), moins il y a de place pour les comportements automatiques. En revanche, des comportements impulsifs, associés à moins de réflexion et ayant peu d'enjeu, pourraient être plus sensibles à ce genre de phénomènes. Autrement dit, cela pourrait concerner la majorité de nos actions quotidiennes ! ■

NAISSANCE D'UN MYTHE

L'intérêt pour les messages subliminaux, mais aussi la plupart des mythes qui les concernent, est apparu à la suite d'une conférence depresse organisée en 1957 par James Vicary, un publicitaire américain. Ce dernier expliqua comment il avait, en introduisant des messages subliminaux lors de la projection d'un film, augmenté les ventes de pop-corn ou d'une marque de soda célèbre dans un cinéma du New Jersey. Plus précisément, il avançait que le fait d'afficher de manière répétée, pendant 1/25 de seconde, les messages *« Eat pop-corn »* et *« Drink Coke »* avait engendré une augmentation des ventes de 57,8 % pour le pop-corn et de 18,1 % pour Coca Cola.

L'impact de cette communication fut retentissant tant dans l'opinion publique que des instances gouvernementales. Ainsi, sur la base des propos de Vicary, la CIA produira un rapport concernant les applications potentielles de l'exposition subliminale (disponible sur le site de la CIA sous le titre *The Operational Potential of Subliminal Perception*). Le gouvernement fera voter, en 1958, l'interdiction d'utiliser les images subliminales dans le cadre de la publicité. Cet événement relança également la recherche scientifique sur le subliminal et particulièrement sur la persuasion subliminale. Vicary reviendra sur ses propos en 1962, en admettant avoir inventé ces résultats pour faire face à une baisse de l'activité de son entreprise de publicité. Mais le mythe était né.

BIBLIOGRAPHIE

M. KERGOAT *ET AL.*, Influence of "health" versus "commercial" physical activity message on snacking behavior, *Journal of Consumer Marketing*, prépublication, 2019.

J. IRONS ET A. LEBER, Characterizing individual variation in the strategic use of attentional control., *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, vol. 44(10), pp. 1637-1654, 2018.

J.-B. LÉGAL *ET AL.*, Beware of the gorilla: Effect of goal priming on inattentional blindness, *Conscious Cogn.*, vol. 55, pp. 165-171, 2017.

UN

NE MEURT JAMAIS.

EN TRIANT VOS JOURNAUX, MAGAZINES, CARNETS, ENVELOPPES, PROSPECTUS ET TOUS VOS AUTRES PAPIERS, VOUS AGISSEZ POUR UN MONDE PLUS DURABLE. DONNONS ENSEMBLE UNE NOUVELLE VIE À NOS PRODUITS.

CONSIGNESDETRI.FR

CITEO

Le nouveau nom d'Eco-Emballages et Ecofolio

Le pouvoir occulte des publicités

L'ESSENTIEL

- Une grande partie des publicités auxquelles nous sommes exposés, notamment sur internet, n'est pas perçue consciemment. Elle a pourtant un impact.
- Des expériences ont montré que des bannières publicitaires diffusées hors du champ visuel conscient poussent à acheter davantage.
- Les effets non conscients de la publicité permettent aussi de renforcer, parfois pendant des mois, l'association que fait le consommateur entre une marque et un type de produit.

LES AUTEURS

DIDIER COURBET ET MARIE-PIERRE FOURQUET-COURBET sont professeurs et chercheurs en sciences de l'information et de la communication à l'université d'Aix-Marseille.

JULIEN INTARTAGLIA est doyen de l'institut de la communication et du marketing expérientiel, professeur HES associé, à la haute école de gestion de Neuchâtel, en Suisse.

Les publicités sont partout, à tel point que nous n'y faisons plus attention. Mais même lorsque nous ne les percevons pas consciemment, elles agissent sur nos choix et comportements. C'est particulièrement vrai sur internet.

Nous vivons environnés de publicités, dans les rues, à la télévision et maintenant sur internet. Bannières publicitaires en haut de la page, fenêtres qui s'ouvrent automatiquement sur l'écran, vidéos qui se mettent en route toutes seules… On estime aujourd'hui que plus de 10000 marques entrent dans notre champ visuel chaque jour, notamment suite à des publicités. C'est au cours des cinq heures que nous passons, en moyenne, chaque jour devant les écrans d'ordinateur et de télévision qu'une bonne partie de ces publicités nous est proposée, ou plutôt imposée. Évidemment nous ne prêtons pas attention à tous ces messages, mais de récentes recherches montrent que les publicités qu'on ne regarde pas – ou à peine – et qu'on oublie aussitôt exercent des effets non conscients qui favorisent l'achat de ces marques.

MESSAGES INTRUSIFS

Face à l'abondance des messages publicitaires qui en général ne l'intéressent pas, l'internaute, occupé par sa tâche sur l'écran, met en œuvre des stratégies de perception et de traitements sélectifs qui le conduisent soit à ne pas regarder la publicité, soit à lui accorder une attention très faible.

Cependant, même lorsque nous ne regardons pas les bannières publicitaires qui apparaissent sur l'écran, elles entrent dans notre champ visuel sans que nous en soyons conscients ou capables d'identifier le signataire du message. Laissent-elles malgré tout des traces en mémoire ? Si c'est le cas, quelle est la nature de ces traces ? Et surtout, influencent-elles nos intentions d'achat ?

Pour répondre, nous avons réalisé une première expérience où des sujets devaient lire des textes sur un site web pendant que des bannières publicitaires constituées de marques inédites (les bannières expérimentales) >

Comment le cerveau traite-t-il les publicités qui l'assaillent ? Il ne peut pas les traiter toutes consciemment, mais leurs empreintes inconscientes sont efficaces !

© Henri Cojandig / EyeEm / GettyImages

apparaissaient en haut de l'écran dans la zone périphérique de leur champ visuel. Pour être certains que les publicités apparaissaient dans la région périphérique, nous suivions les saccades oculaires en temps réel en utilisant une caméra qui enregistrait les mouvements des yeux (système d'*eye tracking*) et les transmettait à un ordinateur.

DES BANNIÈRES FURTIVES

Aussitôt que le sujet cessait de lire et que ses yeux s'orientaient vers la bannière publicitaire expérimentale, le système informatisé la faisait instantanément disparaître et la remplaçait par une bannière non pertinente (dont les effets n'étaient pas testés). Cette méthode garantissait que les bannières expérimentales, dont on cherchait à mesurer l'effet sur les internautes, étaient perçues en vision périphérique et non dans le champ central, là où se focalise l'attention.

Les informations perçues en vision périphérique sont généralement traitées sur un mode non conscient : le cerveau peut les percevoir et peut en mémoriser certains aspects sans que le sujet s'en rende compte. Les bannières apparaissaient à une distance suffisamment éloignée du point de fixation pour que le sujet soit incapable de les reconnaître et dise ne les avoir jamais vues auparavant quand on lui présentait les marques quelques minutes après l'expérience.

Ce type de situation est fréquent dans la vie quotidienne : dans la rue ou dans une boutique, face à notre télévision ou notre écran d'ordinateur, nous percevons de multiples informations ou éléments publicitaires en mode périphérique, mais ils n'en exercent pas moins une influence. Il est donc important de l'évaluer. Dans la situation expérimentale que nous avons mise en place, si des éléments figurant sur la bannière sont traités par le système cognitif des internautes, on peut dire, sans trop de risques, que c'est sur un mode non conscient.

Voilà donc comment s'est déroulée l'expérience. Nous avons demandé à des sujets de lire des textes sur internet pendant que des bannières apparaissaient dans leur champ visuel périphérique. Ensuite, nous avons mesuré les effets de ces stimulations non conscientes dans deux conditions : d'abord quinze minutes plus tard pour une partie des 247 sujets testés, puis une semaine plus tard pour l'autre partie.

Les résultats ont montré la présence d'effets non conscients favorables aux marques figurant sur les bannières expérimentales. Ces effets étaient d'autant plus prononcés que les publicités étaient répétées : quand nous les présentions quinze fois, les sujets les aimaient davantage et exprimaient plus leur intention d'acheter les produits correspondants que s'ils y étaient exposés cinq fois seulement. Les publicités répétées quinze fois laissaient des traces en mémoire quinze minutes après l'exposition et une partie de ces traces était même encore présente une semaine après l'exposition.

Nos observations viennent s'ajouter à des recherches passées ayant montré que la perception non consciente de publicités peut activer automatiquement des réseaux de représentations et d'affects liés à des marques déjà existantes en mémoire. Par exemple, chez une personne voyant de façon non consciente une publicité pour une marque de soda, des représentations mentales liées aux boissons gazeuses s'activent automatiquement.

UN SENTIMENT DE FAMILIARITÉ

De tels processus automatiques sont des activités non conscientes, qui ne consomment pas d'attention et sont inaccessibles à l'expérience subjective. Ils sont involontaires, rapides et irrépressibles (quand ils sont déclenchés, il n'est guère possible de les modifier). Dans le cadre de la perception non consciente, si ces activations automatiques sont répétées, elles auraient notamment pour conséquences de mieux faire apprécier une marque et d'augmenter la probabilité que cette dernière soit ensuite choisie parmi ses concurrentes.

Que se passe-t-il lorsque nous sommes ainsi exposés à ce type de publicités ? Prenons

LA FLUIDITÉ PERCEPTIVE

Les bannières et pop-up présents sur internet modulent notre préférence pour les marques associées à ces messages publicitaires. Mais les effets de l'arrière-plan des messages ont également été mis en évidence par Christie Nordhielm, de l'université du Michigan. Dans une première phase de son expérimentation, la psychologue a exposé plusieurs fois des sujets à une image représentant des formes abstraites. Puis, dans une seconde phase, l'image a été utilisée comme arrière-plan d'un message publicitaire pour un produit peu connu des consommateurs. Sans qu'ils puissent expliquer pourquoi, ces sujets ont davantage apprécié le produit et ont manifesté une plus grande intention de l'acheter. L'expérience de Christie Nordhielm montre l'impact de la fluidité perceptive sur l'intention d'achat : la perception d'un arrière-plan familier facilite l'activation inconsciente d'une trace mnésique existante. Cette impression de facilité s'étend au produit associé, de sorte que le sujet lui attribue des qualités suscitées par la fluidité de sa perception au moment où il voit l'arrière-plan familier.

LA VULNÉRABILITÉ DES ADOLESCENTS

Les adolescents sont les plus gros utilisateurs d'internet et donc des cibles de choix pour les publicitaires. Nous avons demandé à 270 enfants et adolescents âgés de 11 à 17 ans (13 ans en moyenne) de surfer sur un site web où figuraient différents types de publicités, tels des pop-up, accompagnées ou non d'une voix off mentionnant discrètement le nom de la marque. Les adolescents n'ont pas porté attention à ces publicités, et nous avons vérifié qu'ils n'en gardaient aucun souvenir. Toutefois, une semaine après, leurs intentions d'achat avaient augmenté, tout particulièrement lorsqu'ils avaient été exposés à la voix off. Une simple voix off mentionnant discrètement le nom de la marque et sur laquelle les jeunes ne portent pas d'attention accroît donc les influences non conscientes auprès d'un public jeune. Cette étude montre que leur vulnérabilité aux messages publicitaires en est probablement augmentée. Les effets étant toujours observables une semaine après l'exposition, ils ont une influence potentielle importante sur les comportements d'achat des plus jeunes. Cela pose la question de l'éthique de ces pratiques publicitaires ciblant la partie non consciente du psychisme de l'adolescent.

© Reg Charity / Getty Images.com

l'exemple d'une nouvelle marque, encore inconnue, et dont la publicité apparaît à plusieurs reprises dans le champ visuel périphérique. Selon les psychologues, si le sujet a plusieurs contacts sensoriels avec le logotype de la marque, sa forme (son dessin ou sa représentation) est stockée en mémoire sans qu'il en ait conscience. Ensuite, dans un deuxième temps, lorsque le sujet est à nouveau en contact avec la marque (par exemple, lorsqu'il se trouve en situation d'achat), le logo stocké en mémoire est alors automatiquement activé sans qu'il en ait conscience. Comme la trace en mémoire est constituée, le système perceptif infraconscient du sujet traite la marque en magasin beaucoup plus rapidement. On parle d'« effet de fluidité perceptive » (*voir l'encadré page ci-contre*) : la perception est rendue plus rapide et plus naturelle par le fait qu'il existe déjà une représentation mentale sous-jacente de la forme ou du dessin du logo. La fluidité perceptive entraînerait une sensation de familiarité avec la marque.

Le psychologue George Mandler, de l'université de Californie, a été l'un des premiers à expliquer le processus sous-jacent : au moment où le consommateur se forge son opinion sur une marque et décide d'acheter ou non le produit, il ferait ce que l'on nomme « une erreur d'attribution ». Il croirait que son attirance pour la marque, en réalité provoquée par la fluidité perceptive, serait due à certaines des caractéristiques « objectives » de la marque (par exemple, elle est de bonne qualité, le produit doit être solide, etc.). Par le jeu de tels mécanismes cognitifs, les consommateurs émettent des jugements et décident d'acheter le produit uniquement en raison de la facilité qu'ils ont à traiter l'information lorsqu'ils sont en contact avec la marque.

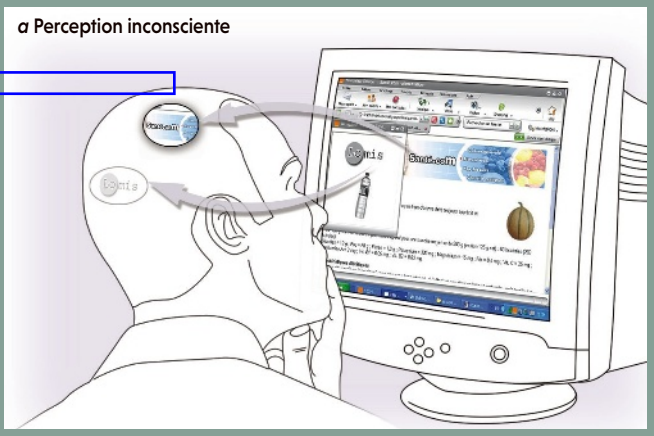
CONDITIONNÉS PAR DES LOGOS

Un autre type d'influence non consciente concerne les cas où la publicité est à peine entrevue et aussitôt oubliée. Quand le sujet a une certaine conscience de voir la publicité, il en garde pendant plusieurs mois une trace en mémoire, laquelle est ensuite utilisée par le système cognitif pour former des jugements souvent favorables à la marque. Ce type d'influence est notamment à l'œuvre pour les publicités de type pop-up sur internet.

Pour le montrer, nous avons mis en œuvre la procédure expérimentale suivante. Pendant que des sujets surfaient sur internet, trois >

Lorsque nous naviguons sur internet, nous percevons consciemment certains contenus comme le nom du site *(a)*, mais des bannières ou des pop-up laissent aussi une empreinte dans notre mémoire, sans que nous en ayons conscience. Ultérieurement, lorsque nous revoyons la marque sur un produit dans un supermarché, la perception de cette marque est facilitée par la trace mnésique préexistante *(b)*. Il en résulte un sentiment de facilité et de familiarité qui nous conduit à apprécier d'emblée cette marque et à choisir ce produit *(c)*.

a Perception inconsciente



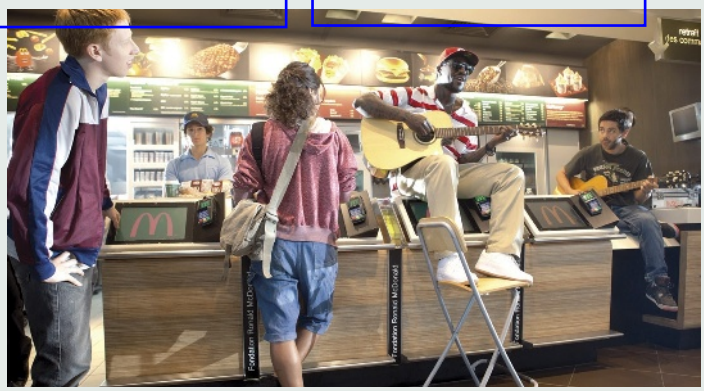
LE « PLACEMENT DE PRODUIT »

Les influences non conscientes opèrent aussi à la télévision ou au cinéma. Dans certains films, un ordinateur, une voiture, une montre peuvent apparaître dans une scène : c'est ce que l'on nomme « le placement de produit ». La marque est discrètement, mais clairement visible. Toutefois, on y prête rarement attention, car nous sommes concentrés sur l'intrigue et les personnages. Pourtant, ces publicités cachées ont un impact sur notre psychisme.

Habilement saupoudrées lors des séquences véhiculant des émotions positives, les images d'une marque se trouvent auréolées du même sentiment. Quand nous vivons un moment agréable dans un contexte donné, ce contexte suffira à faire ressurgir les émotions positives ressenties. Si vous vivez des émotions intenses (joie, excitation, compassion) au cours de certaines scènes d'un film où apparaît, même en vision périphérique, le logo d'une marque, ce symbole aura ultérieurement tendance à faire resurgir des émotions du même type.

Cette stratégie est relativement sûre, car même dans le cas où le spectateur remarquerait le placement de produit, ses éventuelles réactions négatives (il pourrait avoir l'impression qu'on abuse de sa confiance) seraient émoussées, car les émotions positives « endorment » l'esprit critique, et empêchent d'analyser précisément tout ce que l'on voit dans un film. Par un effet de familiarité suscité par l'exposition à la marque, cette dernière est ensuite mieux acceptée.

Dans le film *Radiostars* de Romain Levy, sorti en 2012, une marque bien connue avait été ajoutée. Si les spectateurs n'en avaient pas pris conscience, leurs mécanismes cognitifs inconscients, eux, l'avaient enregistrée.

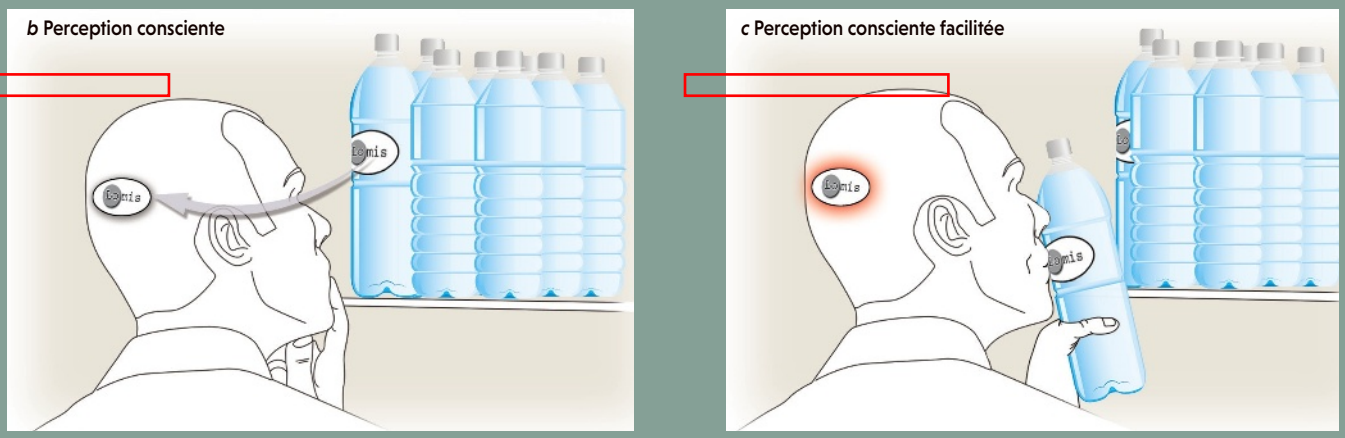


pop-up pour une nouvelle marque apparaissaient pendant trois secondes, et ce à quatre reprises. Le premier pop-up contenait uniquement le logo de la marque. Le deuxième comportait en plus une image du produit commercialisé. Le troisième présentait, en plus du logo, le nom du produit en toutes lettres. Les effets de ces courtes expositions publicitaires ont été mesurés pour une partie des sujets sept jours après, et pour les autres trois mois après. Aucun des 400 sujets testés ne s'est souvenu qu'il avait déjà vu la marque ou ses publicités. Pour savoir quelle trace non consciente avaient laissée les pop-up, nous avons mesuré, au millième de seconde près, le temps que les personnes mettent pour donner leur avis sur la marque.

Lorsque le pop-up présente le logo de la marque avec une image du produit commercialisé, nous avons constaté que les intentions d'achat augmentent et que les sujets apprécient davantage la marque. En revanche, quand le pop-up contient le logo accompagné du nom du produit écrit en toutes lettres, le sujet mémorise mieux le lien entre le nom de la marque et le produit commercialisé. Les images et les mots dans les publicités sur internet agiraient donc différemment : les images auraient des effets affectifs et inciteraient davantage à l'achat, et les mots auraient des effets sémantiques plus forts, notamment dans la construction de l'image de marque.

Nous pensons que la projection rapide de mots déclencherait une lecture automatique et irrépressible, plus ou moins consciente, conduisant à associer la marque et le secteur de produits en mémoire (par exemple, la marque – fictive – Lomis commercialise des eaux minérales). Après une exposition répétée à l'association entre un logo de marque et un nom de produit, il se crée des réseaux sémantiques renforçant les liens entre les deux stimuli en mémoire. Dans notre esprit, au niveau

© Mars Distribution



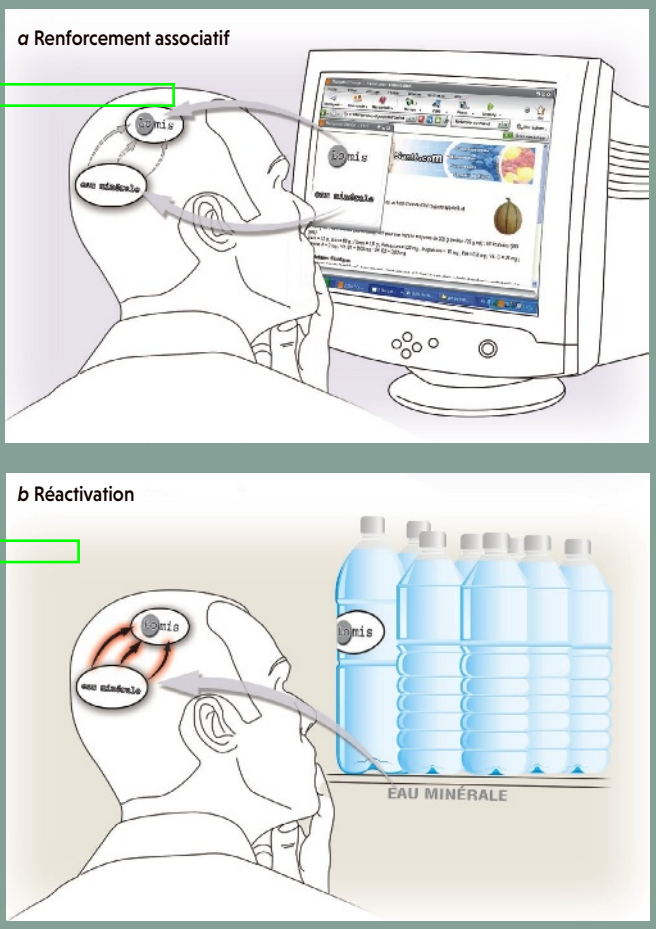
non conscient, se forme un lien entre la marque et le type de produit qu'elle commercialise. Par la suite, un contact sensoriel avec le produit en question (ici le rayon des eaux minérales) active plus facilement la représentation sémantique de la marque.

Le temps que les sujets mettent à reconnaître une marque mesure l'accessibilité de cette marque à leur esprit. Lorsqu'un client arrive dans un rayon particulier, le fait de penser à une marque donnée une demi-seconde avant les autres peut emporter sa décision d'achat.

PROGRAMMÉS POUR ACHETER

Si les mots déclenchent ce que l'on nomme « la fluidité conceptuelle » (familiarité du concept associé au mot), ce n'est pas le cas des images. Une image est traitée plus globalement qu'un mot, et parce qu'elle ne fait pas l'objet d'une traduction en paroles dans la tête du spectateur, elle suscite moins de fluidité conceptuelle que des mots. Par ailleurs, il est probable qu'en associant une image à une marque, la publicité développe surtout la fluidité perceptive : voir une bouteille d'eau de la marque Lomis dans un magasin entraîne une perception plus aisée, ainsi qu'un sentiment de fluidité perceptive et de familiarité. Dans notre expérience, les personnes exposées à des pop-up mêlant images et logos de marques ont davantage apprécié la marque, l'ont trouvée de meilleure qualité et ont eu davantage l'intention de l'acheter. Et ce, trois mois après la phase d'exposition.

Les effets non conscients des publicités opèrent à la fois sur la fluidité perceptive et sur la fluidité conceptuelle. La fluidité conceptuelle active automatiquement des éléments sémantiques associés en mémoire à la marque. Ainsi, quand on entre dans le rayon des boissons dans un supermarché, cela pré-activerait – on dit aussi amorcerait – la marque de boisson la plus accessible en mémoire, même si on ne l'a pas encore vue. Quand on l'aperçoit dans le rayon, elle serait choisie, parce qu'elle est plus familière.



Dans une expérience, un pop-up à peine entraperçu et aussitôt oublié comporte un nom de marque (par exemple Lomis) et un type de produit (eau minérale). Le cerveau forme alors automatiquement deux représentations, l'une pour la marque et l'autre pour le type de produit, et les associe. À mesure que ces deux représentations sont réactivées en même temps par le pop-up, les connexions qui les associent sont renforcées : c'est la phase de renforcement associatif *(a)*. Plus tard, l'activation de la représentation de l'eau minérale suffit à activer celle de la marque grâce à ces connexions : le sujet aura davantage l'intention d'acheter l'eau de la marque Lomis *(b)*.

© Raphael Queruel

LE PARRAINAGE, UNE STRATÉGIE PAYANTE À LONG TERME

Certaines marques veulent apparaître juste avant ou juste après un programme qu'elles parrainent à la télévision. La stratégie est efficace, car les séquences de présentation du parrain sont assez courtes pour ne pas provoquer de rejet. Tant au niveau formel que sémantique, la séquence semble faire naturellement partie de l'émission dans laquelle elle s'intègre.
Par exemple, le logo d'une marque qui vend des produits qui n'ont rien à voir avec la météo, sera mis en scène et montré sous un beau soleil, au milieu d'une carte de France. La présence de la même marque depuis des années à proximité de la météo conduit les téléspectateurs à l'inclure dans des « scripts » mémoriels : la marque fait partie de leur quotidien, au même titre que la météo elle-même. Lors de chaque nouvelle exposition au script, les défenses psychologiques des téléspectateurs diminuent jusqu'à disparaître. Sans que ceux-ci en aient conscience, la marque est mémorisée en association avec les émotions ressenties. Comme les programmes télévisuels sont conçus pour que les téléspectateurs ressentent plutôt des émotions positives, la marque est en général associée à des émotions agréables. Plus les téléspectateurs regardent des émissions parrainées et plus ces associations sont renforcées.

> La fluidité perceptive influe surtout sur les jugements et le processus de décision au moment du choix, par exemple, dans le rayon du supermarché. La fluidité conceptuelle exerce en plus ses effets quand le consommateur fait son choix sans avoir la marque sous les yeux. Selon la théorie de la mémoire d'Endel Tulving, les traitements perceptifs sont opérés à un niveau plus superficiel que les traitements conceptuels. Ainsi, pour une marque donnée, la fluidité perceptive n'est pas nécessairement accompagnée de fluidité conceptuelle. Cependant, quand il y a fluidité conceptuelle, il y a également fluidité perceptive. Les fluidités perceptive et conceptuelle, qui s'élaborent lors de l'exposition aux messages publicitaires, façonnent l'attitude du consommateur à l'égard d'une marque et son éventuelle intention d'achat.

MIEUX COMPRENDRE POUR MIEUX RÉSISTER

Plus généralement, l'influence non consciente qu'exerce la publicité nous pousse à nous interroger sur le type de société dans lequel nous souhaitons vivre. La question est d'autant plus sérieuse que certains effets non conscients semblent plus forts que les effets conscients. Quel peut être le rôle des chercheurs dans ce contexte ?

Dans notre pratique quotidienne, en tant que chercheurs, nous nous attachons prioritairement à mettre en évidence les processus à l'œuvre dans la réception de la publicité. Mais au-delà, il s'agit de transmettre aux consommateurs les clés du mode d'action de la publicité, partant du principe que, dans une démocratie, chacun a le droit de savoir si on cherche à l'influencer et comment.

Lorsqu'une personne connaît l'ensemble des techniques d'influence non consciente, elle peut chercher à en atténuer les impacts. Si elle estime qu'elle a été influencée à son insu pour acheter telle ou telle marque, elle peut corriger son choix initial en se focalisant sur une réflexion rationnelle prenant en compte la qualité, le prix, la durabilité, les conditions de production, etc. Notons que dans certaines situations, une personne peut corriger de manière excessive son jugement initial, au point d'adopter l'attitude opposée. C'est l'effet de contraste mis notamment en évidence par Joan Meyers-Levy de l'université de Chicago : ce psychologue a montré que si un consommateur sait qu'il apprécie une nouvelle marque uniquement parce qu'il se souvient avoir été dans un état émotionnel positif lorsqu'il l'a vue pour la première fois à la télévision, il peut volontairement inverser son jugement et évaluer négativement la marque !

Ces effets de correction font partie de la famille plus large des « effets de réactance » qui s'observent lorsqu'une personne tente de récupérer une plus grande liberté de décision si elle prend conscience qu'elle a été manipulée. À l'avenir, si chacun prend conscience du pouvoir qu'exerce la publicité sur nos comportements d'achat, les techniques publicitaires qui visent à contourner nos critères rationnels de jugement pourraient connaître un retour de bâton. ■

BIBLIOGRAPHIE

M. P. FOURQUET-COURBET ET D. COURBET, *Connectés et heureux - Du stress digital au bien-être numérique*, Dunod, 2020.

D.COURBET *ET AL.*, The long-term effects of e-advertising. The influence of Internet pop-ups viewed at a low level of attention in implicit memory, *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol.19(2), pp.274-293, 2014.

D.COURBET *ET AL.*, Neurosciences au service de la communication commerciale : manipulation et éthique - Une critique du neuromarketing, *Études de Communication*, vol.40, pp. 28-42, 2013.

© Frank Fiedler / shutterstock.com

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE

OFFRE D'ABONNEMENT

DURÉE LIBRE

2 FORMULES AU CHOIX

	FORMULE PAPIER + HORS-SÉRIE	FORMULE INTÉGRALE
Le magazine papier 12 numéros par an	✓	✓
Le magazine en version numérique 12 numéros par an		✓
Le hors-série papier 4 numéros par an	✓	✓
Le hors-série en version numérique 4 numéros par an		✓
Accès à pourlascience.fr actus, dossiers, archives depuis 1996		✓
VOTRE TARIF D'ABONNEMENT	**6,50 €** PAR MOIS	**8,20 €** PAR MOIS
	31 % de réduction *	**43 %** de réduction *

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Next2C – Service abonnements Pour La Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr

PAG20STDDOS

☑ OUI, je m'abonne à Pour la Science en prélèvement automatique

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher) et je complète l'autorisation de prélèvement ci-dessous.

☐ FORMULE **PAPIER + HORS SÉRIE** — 6,50€ PAR MOIS -31 %
- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier

PPV6E50

☐ FORMULE **INTÉGRALE** — 8,20€ PAR MOIS -43 %
- 12 n° du magazine (papier et numérique)
- 4 Hors-série (papier et numérique)
- Accès illimité aux contenus en ligne

IPV8E20

2 / Mes coordonnées

Nom : .....
Prénom : .....
Adresse : .....
.....
Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....
Tél. : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
E-mail : ..... @ .....
(indispensable pour la formule intégrale)

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / Mandat de prélèvement SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte
Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
.....
Code postal |_|_|_|_|_| Ville : .....

Désignation du compte à débiter
BIC (Identification internationale de la banque) |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|
IBAN |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

LES AUTEURS

ARNAUD PÊTRE
est professeur à l'université Paris-Dauphine et à l'université catholique de Lille. Il a fondé la société Brain Impact.

SÉBASTIEN BOHLER
est rédacteur en chef du magazine *Cerveau & Psycho*.

Dans la tête du consommateur

Le neuromarketing cible les leviers cérébraux du désir d'acheter. Quel est le réel pouvoir de la méthode ?

En 2004, les neuroscientifiques américains Samuel McClure et Read Montague montraient que notre cerveau, face à un produit commercial (en l'occurrence, un soda), évalue la qualité du produit (le goût de la boisson) non seulement d'après sa saveur réelle, mais aussi en fonction de la marque ou de la mémoire des expériences gustatives passées. Les personnes testées n'avaient absolument pas conscience de telles influences, mais cet effet s'observait par neuro-imagerie, comme l'IRM fonctionnelle. Cela justifiait pour la première fois le recours à la neuro-imagerie pour étudier comment nous réagissons aux produits et aux marques. Découvrir, en observant le cerveau de sujets volontaires, quelle est leur attirance pour un produit et leur intention de l'acheter, voilà l'une des promesses du neuromarketing. >

© Erik Dreyer / GettyImages.com

L'ESSENTIEL

- Nos actes d'achat sont en grande partie gouvernés par des processus mentaux inconscients.
- L'imagerie cérébrale permet de distinguer des signes de ces processus non conscients.
- Le neuromarketing utilise ces techniques pour rendre les messages publicitaires plus efficaces
- En France, le public s'interroge sur la portée de ce type d'approche et y est plutôt hostile.

Comment implanter dans l'esprit des consommateurs un produit ou une marque ? Depuis quelques années, l'utilisation de la neuro-imagerie permet d'observer comment le cerveau réagit face à des produits en fonction de leur présentation en magasin ou dans les publicités.

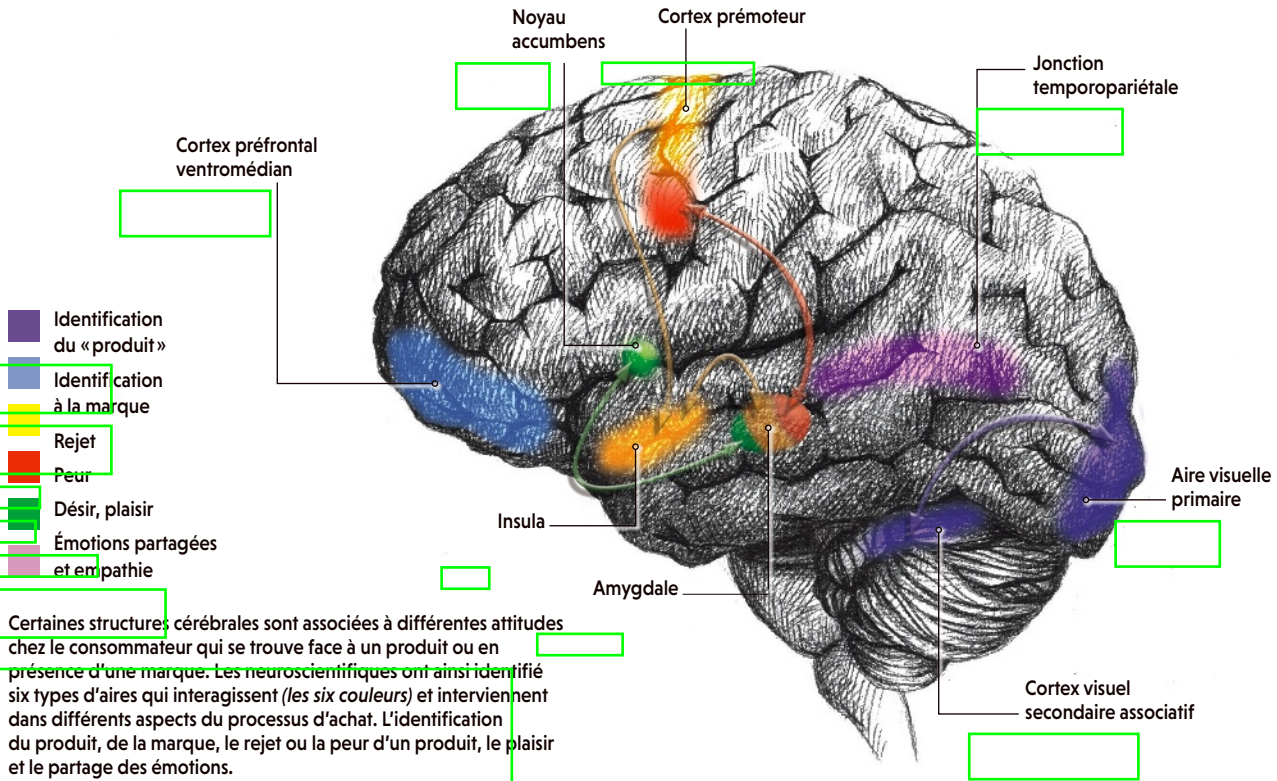
L'idée selon laquelle des mécanismes inconscients sous-tendent nos appréciations de consommateurs n'était pas nouvelle, et commençait à gagner ses lettres de noblesse. Le prix Nobel d'économie attribué en 2002 à Amos Tversky et Daniel Kahneman pour leurs recherches sur l'irrationalité de nos comportements économiques avait ébranlé la conception d'un *Homo economicus* prenant ses décisions d'achat rationnellement et en toute conscience. L'importance des mécanismes émotionnels inconscients dans nos décisions commençait à être admise. Et évidemment, il devenait tentant d'accéder à ces mécanismes non conscients par les techniques d'imagerie cérébrale.

DÉVOILER L'INCONSCIENT

C'est alors que le neuromarketing a commencé à se développer dans le sillage de l'IRM fonctionnelle, technique de neuro-imagerie qui permettait pour la première fois de détecter les zones d'activité du cerveau chez des personnes éveillées se livrant à divers types de tâches mentales, mnésiques ou émotionnelles. Plutôt que de réunir des gens autour d'une table dans des *focus groups* (des groupes tests) et de les interroger sur leur perception d'un produit, d'un emballage ou d'un message promotionnel, il s'agissait de sonder leur cerveau pour observer s'il présentait une trace d'activité reflétant une attirance pour le produit, même en l'absence de réaction verbale.

Deux faits justifient ce changement d'approche. D'abord, nos premières impressions face à un produit ou une affiche sont très rapides (moins de 300 millisecondes) et nécessairement dictées par des mécanismes inconscients, ce qui a initialement été mis au jour par les expériences du neuroscientifique américain Benjamin Libet : ce dernier avait observé que la décision d'appuyer ou non sur un bouton était prise de façon non consciente par le cerveau environ 200 millisecondes avant que le sujet n'en prenne conscience. Ses premières expérimentations, critiquables sur le plan méthodologique, ont été perfectionnées et validées par la suite.

Par ailleurs, les processus de décision reposent principalement sur des ressentis émotionnels et non sur des raisonnements par étapes. Cette découverte fut la grande contribution du neurologue américain Antonio Damasio, artisan de la réhabilitation du rôle des émotions dans la prise de décision. Or il est généralement malaisé d'exprimer des ressentis émotionnels en situation d'achat. Les *focus groups* sur lesquels se fonde le marketing classique n'identifient pas ces manifestations émotionnelles subliminales qui orientent nos choix. En revanche, la neuro-imagerie le permet, car l'IRM fonctionnelle a la puissance nécessaire pour détecter des signaux d'activation neuronale ne durant que quelques dizaines de millisecondes, à condition de



Certaines structures cérébrales sont associées à différentes attitudes chez le consommateur qui se trouve face à un produit ou en présence d'une marque. Les neuroscientifiques ont ainsi identifié six types d'aires qui interagissent *(les six couleurs)* et interviennent dans différents aspects du processus d'achat. L'identification du produit, de la marque, le rejet ou la peur d'un produit, le plaisir et le partage des émotions.

© Marie Marty ; Raphaël Queruel

cibler l'analyse sur une zone précise du cerveau et de réduire la résolution spatiale.

Les analyses réalisées sur le cerveau se focalisent généralement sur des structures dites « sous-corticales », c'est-à-dire situées dans les profondeurs de l'encéphale par opposition aux régions corticales de surface. Dans ces zones profondes sont traités de nombreux mécanismes émotionnels ou réflexes faisant peu intervenir la délibération consciente.

UNE ANATOMIE DE L'ACHAT

Si l'on souhaite tester l'impact d'une marque, d'un emballage ou d'une mise en place en rayon sur le cerveau des consommateurs, on observera ainsi l'activation des structures nommées « noyaux gris centraux », dont l'amygdale et le noyau accumbens (*voir la figure page ci-contre*). Ces aires cérébrales sont impliquées dans la motivation, le plaisir, la peur et, de façon générale, dans les émotions. Elles remplissent des fonctions aussi essentielles et ancestrales que se reproduire, fuir le danger, chercher de la nourriture, ce qui permet de survivre et de se reproduire. Elles amorcent les mouvements, influent sur les décisions et jouent par conséquent un rôle important en situation d'achat.

Pour autant, il n'existe pas de noyau cérébral qui serait une sorte de « centre de l'achat », et dont l'activation permettrait de prédire qu'une personne va acheter le produit présenté ou non. Il s'agit plutôt de repérer des combinaisons d'activation de plusieurs noyaux gris centraux et d'aires corticales qui révéleraient certaines réactions du sujet vis-à-vis d'un produit ou d'une marque.

Par exemple, si l'on souhaite étudier si un spot publicitaire fait peur au consommateur, il ne suffit pas d'observer l'activation du noyau associé à la peur – l'amygdale – pour classer la réaction. Il est nécessaire d'observer si d'autres régions s'activent en même temps. Ainsi, l'activation simultanée de l'amygdale et du cortex prémoteur (qui prépare les mouvements) est associée à de la peur et à un réflexe de retrait ou de fuite. En revanche, quand l'amygdale s'active en même temps que certains éléments du système de récompense (le noyau accumbens, notamment), cela signe une réaction d'attirance, d'attente et de plaisir. D'autres associations permettent une analyse plus fine : l'activation conjointe de l'amygdale, du cortex prémoteur et de l'insula indique une réaction d'écœurement ou de rejet, soit que le produit ne corresponde pas aux goûts du sujet, soit que les teintes utilisées par l'emballage ne lui conviennent pas. Inutile, donc, d'espérer déclencher à volonté un achat.

Dès lors, comment les sociétés utilisent-elles les résultats de la recherche en neuromarketing ? Tout d'abord, en définissant leurs besoins : veulent-elles détecter une réaction de plaisir du client face au produit, ou savoir s'il s'identifie à la marque ? En effet, certains marqueurs cérébraux peuvent faire la différence. Ainsi, le cortex préfrontal ventromédian, situé à l'avant du cerveau, entre les deux hémisphères, est particulièrement impliqué dans l'image que nous avons de nous-mêmes. Sa mise en action est souvent considérée comme le signe d'une connexion entre le soi et la marque ou le produit, ce dernier participant à la construction de l'image de soi. La coloration émotionnelle qui accompagne ce marqueur du soi est alors cruciale : l'activation de structures tels le noyau accumbens ou le noyau caudé, associés à des sentiments de plaisir et de motivation, suggère une identification positive à la marque.

D'autres modules cérébraux peuvent engager la réflexion sur des pistes différentes. On sait aujourd'hui repérer certaines structures du cerveau qui nous permettent d'entrer en empathie avec autrui, et d'autres encore grâce auxquelles on imagine ce que pense autrui (capacité nommée théorie de l'esprit). Une telle région cérébrale, la jonction temporo-pariétale, a fait l'objet d'une étude originale en 2013. Les chercheurs désiraient savoir ce qui se passe dans le cerveau d'une personne regardant une vidéo créant le *buzz* sur Internet. Ils ont constaté que les vidéos faisant le *buzz* >

LA PEUR FAIT-ELLE VENDRE ?

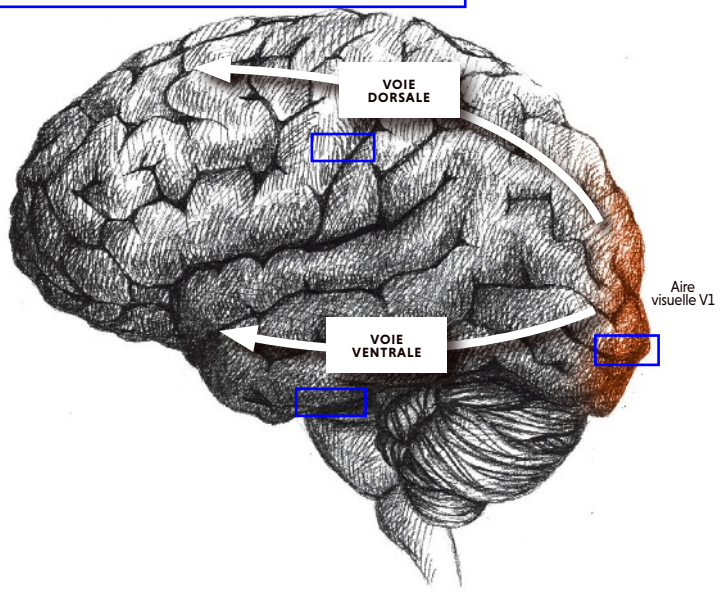
Susciter la peur chez le consommateur peut être un moyen d'attirer son attention. Ainsi, une publicité pour une marque de soda montre des jeunes en train de faire du skate-board. Le rythme du clip est soutenu, l'impression de vitesse et de danger domine. Un adolescent tombe, provoquant un pic attentionnel chez des sujets observés en neuro-imagerie. Ensuite, l'adolescent se relève et une jeune fille le trouve sympathique. Juste à ce moment, l'image de la marque apparaît. L'attention du consommateur a été capturée au moment de la chute de l'adolescent et l'image de la marque est perçue alors que le cerveau est particulièrement disponible, et que le sujet est envahi par un sentiment de soulagement et d'empathie. Ce n'était probablement pas le cas pour les publicités de la marque Benetton au cours des années 1990. Certaines d'entre elles misaient sur l'attention provoquée par la peur ou le dégoût (images de cœurs à vif ou d'oiseaux mazoutés). On a beaucoup parlé de la marque, mais peu acheté de pulls…

activent cette aire. La mise en jeu de cette zone signifie que les internautes souhaitent partager ce qu'ils voient avec d'autres, et savoir ce qu'ils en pensent. Un gage de l'aspect viral de cette vidéo, c'est-à-dire de sa capacité à être partagée et à entretenir le *buzz*!

Évidemment, l'idéal serait de savoir ce que voit le consommateur face à un emballage ou un rayon. Un des outils utilisés depuis des décennies est le suivi oculaire (*eye-tracking* en anglais), qui consiste à enregistrer les déplacements des yeux d'un client potentiel à l'aide de lunettes équipées de caméras. L'institut BVA pratique ainsi l'*eye-tracking* dans un supermarché expérimental en plein cœur de Paris. Les participants déambulent dans des rayons pendant que les expérimentateurs enregistrent le déplacement de leur regard et essaient d'en tirer des enseignements.

CE QUE VOIT LE CLIENT

Pourtant, cette méthode est ambiguë. Que conclure si l'on observe que le conditionnement d'une boîte de chocolat retient peu le regard? Que le consommateur n'a pas envie de l'acheter ou qu'il n'a pas bien identifié le produit? Pas obligatoirement, car le regard peut se poser brièvement sur un élément du rayon, et poursuivre son chemin justement parce qu'il a tout de suite identifié le produit. Peut-être même a-t-il déjà pris sa décision de l'acheter, mais musarde-t-il encore un moment pour être sûr de son choix.



Les stimulus visuels sont d'abord traités dans l'aire visuelle primaire V1, puis par deux voies visuelles, l'une ventrale, l'autre dorsale. La première, celle du «quoi?», est dédiée à la compréhension des scènes et des objets : s'agit-il d'objets inanimés ou vivants, d'outils ou de fruits, etc. La voie dorsale, celle du «où?», permet de localiser les éléments, de déplacer le regard et de mobiliser l'attention. En neuromarketing, l'activation de la voie du «quoi?» est considérée comme un signe de compréhension de la scène, celle de la voie du «où?» comme un signe d'attention.

La neuro-imagerie devient alors cruciale. On sait en effet que les stimulus visuels de notre environnement sont traités d'une façon bien particulière: quand nous observons un objet, les informations visuelles captées par la rétine sont d'abord acheminées vers l'arrière de notre cerveau, dans le cortex visuel et, plus précisément, l'aire visuelle primaire V1. De là, elles suivent deux voies, l'une située globalement sur le dessus du cerveau, ou voie dorsale, l'autre passant en dessous, la voie ventrale (*voir la figure ci-dessous*). La voie dorsale est celle du «où?», car elle sert à savoir où se trouve un objet dans le champ visuel, afin d'orienter l'action. La voie ventrale est appelée voie du «quoi?», parce qu'elle sert à identifier le type d'objet, à le caractériser, à évaluer sa signification ou sa pertinence.

Il peut arriver que la voie du «quoi?» soit activée par un élément de la publicité ou de l'emballage d'un produit, alors que le regard des clients ne s'y fixe pas longtemps. Quand la voie du «quoi?» est activée, le sujet repère si l'image affichée par la publicité ou l'emballage représente un objet animé ou inanimé, de la nourriture, un visage, un outil, etc. Il identifie très rapidement le produit proposé, ce qui peut conditionner son acte d'achat.

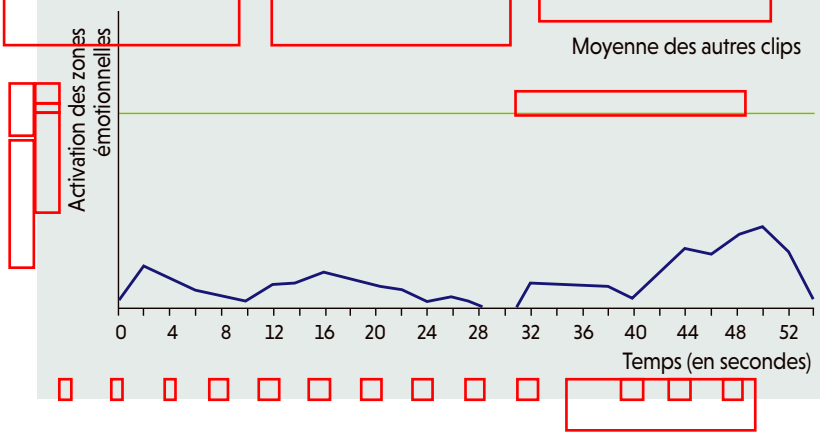
En mesurant le degré d'activation de la voie visuelle du «où?», il est possible d'évaluer le degré d'attention porté par le client à une publicité ou un empaquetage. Le cas le plus typique est celui d'un spot publicitaire. Dans ce cas, on constate généralement que le niveau d'attention (mesuré par l'activité de la voie visuelle dorsale) augmente progressivement au cours du spot, atteint un maximum vers le milieu, puis décline. Cela s'explique probablement par le fait que le téléspectateur a intégré le fait qu'un spot publicitaire dure environ 30 secondes et que son attention, involontairement, commence à se relâcher à l'approche de la fin.

Au cours de la projection se produisent toutefois des pics attentionnels : si la courbe moyenne de l'attention suit une forme en cloche, des maxima locaux sont provoqués par des images ou des événements marquants de la vidéo. Prenons un exemple, la publicité pour Coca-Cola primée en 2010, qui représentait une bouteille de Coca oubliée dans un pré et prise d'assaut par des insectes qui se liguaient intelligemment et de façon concertée pour la dérober. Cette publicité révélait des pics attentionnels correspondant à l'apparition de chaque nouvel insecte, mais elle montrait aussi que ces pics attentionnels étaient associés à une activité neuronale typique de la peur ou du rejet chez les spectateurs, ce qui se traduisait par l'activation conjointe de l'amygdale et du cortex prémoteur. Cela nous apprend que mobiliser l'attention par la peur peut être productif pour les publicitaires, à condition que cette peur ne soit pas consciente

© Marie Marty

UNE CAMPAGNE RATÉE

En 2013, le ministère belge de l'Intérieur a commandé une campagne de prévention routière et de sensibilisation aux risques de l'alcool. Contactés pour évaluer l'impact d'un spot devant être diffusé à la télévision, nous avons donc testé les réactions de sujets face à ce spot, dans un dispositif d'imagerie cérébrale. Les résultats ont montré que le clip ne provoquait aucune réaction émotionnelle chez les spectateurs. Nous avons établi une courbe *(en bleu, ci-dessous)* montrant le niveau d'activation des structures cérébrales impliquées dans les émotions au fil de la vidéo, et l'avons comparée à la moyenne de l'activation émotionnelle obtenue avec d'autres spots publicitaires *(en vert)*. L'activation émotionnelle était même nulle au moment où le conducteur d'une soirée réfléchissait à la façon dont il allait rentrer chez lui. En outre, l'activation attentionnelle était très faible. Nous avons recommandé de repenser complètement le clip, ce qui n'a pas été fait. Cela éclaire-t-il les échecs de certaines campagnes de sensibilisation et de prévention des accidents de la route ?



parfumeurs pratiquent de nombreux tests auprès d'échantillons de consommateurs, font des analyses quantitatives onéreuses et testent divers messages publicitaires. Malgré cela, neuf fois sur dix, le lancement échoue, si bien que le lancement de ce type de produit relève essentiellement du hasard. La difficulté tient à ce que la marque et l'odeur interagissent de façon complexe. L'odeur en soi compte peu, et des expériences où des femmes devaient respirer en aveugle leur propre parfum ont révélé qu'en majorité elles ne l'appréciaient pas ! Mais l'influence de la marque est telle qu'elles choisissent malgré tout ce parfum…

Pour identifier les couples odeur-marque qui fonctionnent, il faut donc aller plus loin que les études de marketing classique. Les travaux de neuro-imagerie que nous réalisons ont permis d'identifier un profil d'activation cérébrale qui prédit beaucoup mieux que les tests classiques le succès d'un produit. C'est d'ailleurs dans le domaine de la parfumerie ou encore du design automobile que nous pourrions avoir l'impact le plus significatif sur les ventes de nos clients. Vous aimeriez connaître ce profil d'activation ? Nos concurrents aussi… Donc nous ne pouvons le communiquer !

L'EXCEPTION FRANÇAISE

La France est le seul pays au monde à interdire l'utilisation de la neuro-imagerie à des fins commerciales. Le neuromarketing a mauvaise presse et des reportages télévisés à charge viennent régulièrement alimenter cette défiance. Pourtant, il ne s'agit pas, comme on l'entend parfois, de « manipuler le cerveau ». L'IRM permet d'observer le cerveau en action, en aucun cas de modifier son fonctionnement. Une autre critique éthique concerne le fait que l'on accède à des processus inconscients et que l'on obtient des renseignements sur les individus qu'eux-mêmes n'auraient pas trouvés. C'est vrai, mais cette critique n'est pas recevable, pour deux raisons.

D'abord, parce que la pratique classique du marketing consiste – exactement de la même façon – à agir sur des leviers psychologiques, émotionnels, mnésiques ou attentionnels dont le client n'a pas conscience. La critique devrait donc s'adresser à l'ensemble du système de consommation, et non se focaliser sur les neurosciences qui s'y greffent. Ensuite, parce que l'utilisation des techniques d'IRM ne permettra jamais de prédire le comportement d'un individu. Les barrières son aussi bien techniques que fondamentales : connaître l'état du cerveau à un instant t ne permet pas de le prédire à l'instant t+1, et le sujet a toujours la liberté d'interrompre un choix, même si ce dernier avait été amorcé de façon non consciente.

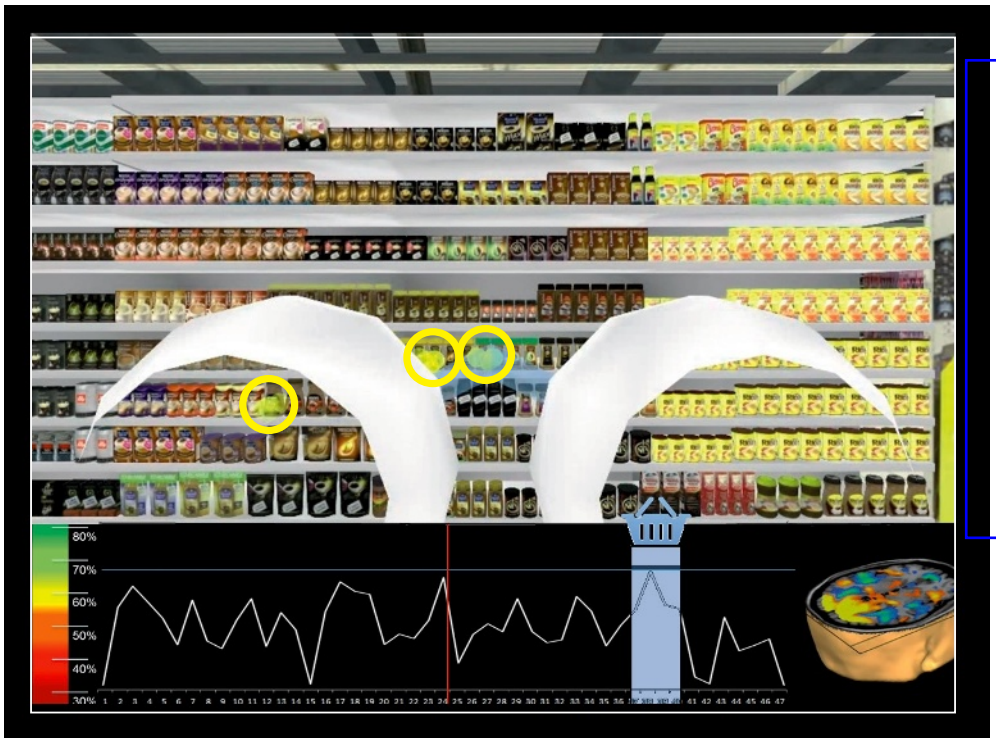
Ces malentendus dissipés, il semble que ce qui dérange soit tout simplement le fait que nos >

et qu'elle soit dominée par un sentiment d'esthétique, du rire ou du plaisir.

Aujourd'hui, le neuromarketing représente 3 % du chiffre d'affaires de toutes les sociétés d'études de marché à travers le monde (ce chiffre était nul, il y a quatre ou cinq ans). Dans sa définition stricte (l'utilisation de l'IRM pour les études de marketing), il est pratiqué par seulement 50 sociétés à travers le monde, et dans une définition plus large (mesure des états émotionnels par des électrodes placées sur les mains, par exemple, ou mesure des déplacements du regard) par 300 sociétés. Il est donc trop tôt pour dire s'il deviendra un outil de premier plan.

Nous pensons que le neuromarketing sera de plus en plus utile dans certains secteurs. Celui de la parfumerie est emblématique, les stratégies de lancement en ce domaine étant particulièrement aléatoires. La proportion de rejets par le public dans ce secteur est supérieure à 90 % ! Avant de lancer un produit, les

Raphael Queruel



L'activité de zones du cerveau associées à l'envie d'acheter est mesurée *(courbe inférieure)* en même temps que sont enregistrés les déplacements du regard face à un rayon *(les yeux sont schématisés par les bandes blanches, les endroits où se pose le regard sont soulignés en jaune)*. La courbe de l'activité cérébrale est une représentation approximative du « désir » d'achat. Au moment où le regard du sujet se fixe sur des pots de café soluble, l'activité cérébrale est trop faible pour déclencher l'achat *(trait rouge)*. En revanche, le seuil est franchi *(repère bleu)* pour un autre article. Ces mesures combinées révèlent quels produits sont susceptibles de déclencher l'achat.

> comportements sont en grande partie commandés par des mécanismes neurobiologiques qui échappent à la conscience. De fait, pour Sigmund Freud, la modernité a infligé à l'homme trois grandes humiliations à travers le modèle copernicien, l'évolution et l'inconscient. Copernic, en révélant que le système géocentrique était erroné, a annoncé à l'homme qu'il n'était pas le centre du monde. Darwin, en découvrant que l'homme est issu d'un processus d'évolution biologique, lui a révélé qu'il n'avait pas été créé par Dieu. Et en découvrant l'inconscient, Freud a montré que l'être humain n'était pas maître de ses décisions ou du moins de toutes ses décisions. Tout cela continue de déranger au pays de Descartes, où l'on refuse encore souvent l'idée selon laquelle l'esprit dérive de la matière cérébrale. Ce n'est pas en désignant un bouc émissaire comme le neuromarketing que l'on s'accommodera de cette réalité ontologique.

DES RAISONS CACHÉES ?

Reste la réalité têtue des chiffres. La France est sous-équipée en IRM. On y comptait en 2017 seulement 13,5 IRM par million d'habitants, quand la moyenne de la Communauté européenne est à environ 20.

Les raisons de l'allergie au neuromarketing seraient donc d'ordre économique. En interdisant l'utilisation des IRM pour le marketing, le législateur tient compte de cet état de pénurie et réserve l'utilisation des appareils, de façon bien compréhensible, aux explorations médicales. Ce qui n'empêche pas, révélait une étude de 2017, qu'un patient doive attendre en moyenne 34 jours pour obtenir un rendez-vous.

Dans ces conditions, le neuromarketing doit évidemment passer au second plan. Toutefois, la réalité est plus complexe et le cas de la France en devient encore plus paradoxal… La majorité des sociétés de neuromarketing qui utilisent des machines à IRM fonctionnelle les louent à des laboratoires universitaires en dehors des créneaux d'utilisation des chercheurs, donc sans que cela n'allonge les temps d'attente pour des examens cliniques ; en revanche, cela contribue à financer les laboratoires, leurs équipements et la recherche fondamentale.

En Allemagne, Belgique, Angleterre ou ailleurs, il arrive que certains hôpitaux louent leur matériel d'IRM à des sociétés à vocation commerciale, en dehors des heures d'ouverture des unités d'imagerie (le soir et le week-end). Cela contribue à rentabiliser ces très coûteuses machines (entre 1,5 et 10 millions d'euros chacune), voire aide à en acquérir de nouvelles ou à en améliorer l'équipement, sans nuire à l'intérêt du patient ni à la santé publique, bien au contraire.

À cela s'ajoute parfois une certaine dose d'intérêt personnel et d'hypocrisie. Plusieurs laboratoires universitaires en France réalisent des études de neuromarketing en les qualifiant pudiquement de « recherches réalisées en partenariat avec des entreprises ». Lesquelles entreprises les rémunèrent pour ces études. L'activité de neuromarketing étant interdite au secteur privé, elle se délocalisera fatalement. L'exception française semble difficilement tenable. ■

BIBLIOGRAPHIE

P. CHERUBINO *ET AL.*, Consumer behaviour through the eyes of neurophysiological measures: State-of-the-Art and future trends, *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2019, art. 1976847, 2019.

V. SALIMPOOR *ET AL.*, Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value, in *Science*, vol. 340, p. 216, 2013.

E. FALK *ET AL.*, Creating buzz the neural correlates of effective message propagation, in *Psychol. Science*, vol. 24, p. 1234, 2013.

G. BERNS *ET AL.*, A neural predictor of cultural popularity, in *Journal of Consumer Psychology*, vol. 22, 2012.

D. ARIELY *ET AL.*, Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business, in *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 11, p. 284, 2010.

N. LEE *ET AL.*, What is « neuromarketing » ? A discussion and agenda for future research, in *Int. J. Psychophys.*, vol. 63, p. 199, 2007.

© Arnaud Pêtre

POUR LA SCIENCE
Édition française de Scientific American

HORS-SÉRIE

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT !

N° 107 (mars 20)
réf. DO107

N° 106 (févr. 20)
réf. DO106

N° 105 (nov. 19)
réf. DO105

N° 104 (juil. 19)
réf. DO104

N° 103 (avr. 19)
réf. DO103

N° 102 (fév. 19)
réf. DO102

N° 101 (nov. 18)
réf. DO101

N° 100 (août 18)
réf. DO100

N° 99 (mai 18)
réf. DO099

N° 98 (févr. 18)
réf. DO098

N° 97 (nov. 17)
réf. DO097

N° 96 (août 17)
réf. DO096

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR **BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML**

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Next2C – Service abonnements Pour La Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr

☑ **OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.**

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1re réf. 0 1 x 10,90 € = 1 0 9 0 €
2e réf. ..... x 10,90 € = ... €
3e réf. ..... x 10,90 € = ... €
4e réf. ..... x 10,90 € = ... €
5e réf. ..... x 10,90 € = ... €
6e réf. ..... x 10,90 € = ... €

TOTAL À RÉGLER ..... €

Offre valable jusqu'au 31/12/20 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter **boutique.pourlascience.fr**

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme
Nom : .....
Prénom : .....
Adresse : .....
.....
Code postal ..... Ville : .....
Téléphone .....
J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ **Par chèque à l'ordre de *Pour la Science***
☐ **Carte bancaire**
N° .....
Date d'expiration .....
Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) .....

Signature obligatoire :

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

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR

L'ESSENTIEL

- Le cerveau, comme tous les organes, est le produit de l'évolution biologique.
- Les mécanismes inconscients qui sous-tendent l'univers mental des êtres humains dans leurs interactions avec l'environnement physique et social sont le fruit de la sélection naturelle.
- L'appétit pour les sucreries, le rejet de l'inceste, s'expliqueraient ainsi par les avantages évolutifs qu'ils ont procuré à nos ancêtres.
- Et un système immunitaire psychologique sous-tendrait, en partie du moins, la xénophobie, le conservatisme politique, l'ethnocentrisme, le fondamentalisme religieux...

LES AUTEURS

NASSIM ELIMARI
est doctorant au laboratoire Cognition santé société, à l'université de Reims-Champagne-Ardenne.

GILLES LAFARGUE
est directeur du département de psychologie de l'université de Reims-Champagne-Ardenne et chercheur au laboratoire C2S.

Instincts : la marque de l'évolution

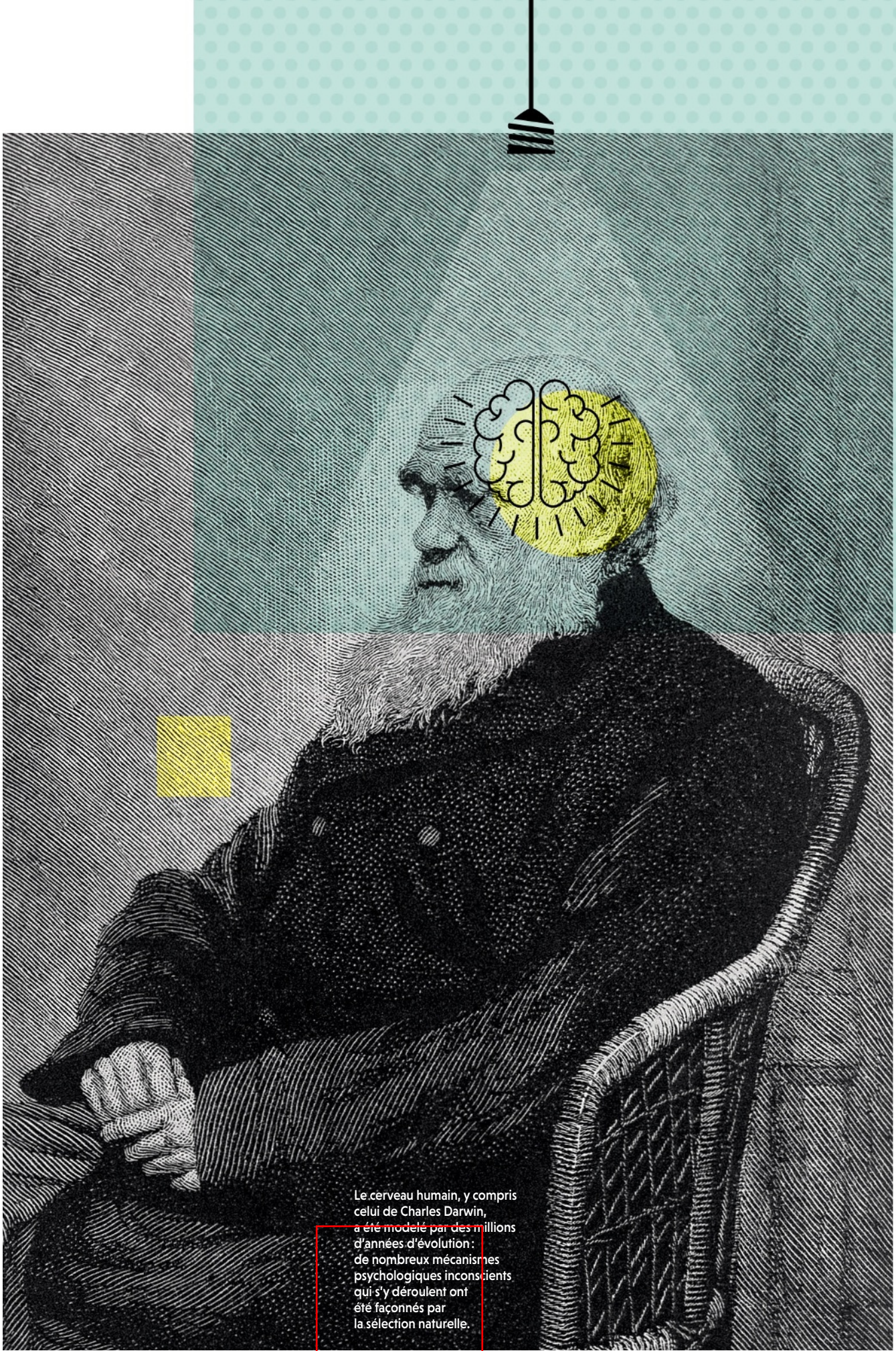
Nombre de comportements inconscients ont été façonnés par la sélection naturelle, par gradations, indépendamment les uns des autres le plus souvent, pendant des millions d'années. Et aujourd'hui, ils se heurtent à la modernité du monde.

En 1859, Charles Darwin évoquait l'avenir de la psychologie : « Dans un futur lointain, je vois une porte ouverte pour des recherches bien plus importantes. La psychologie sera fondée sur un nouveau principe, celui de l'acquisition nécessairement graduelle de chaque fonction ou capacité mentale. » Nous sommes dans ce futur lointain.

De fait, aujourd'hui, les chercheurs s'intéressent à ce que William James – l'un des pères de la psychologie moderne, au XIXe siècle – appelait nos « instincts ». Cette notion renvoie ici à des processus mentaux inconscients et largement indépendants du contrôle volontaire, qui influent sur l'expérience consciente, la pensée et l'action, dans certaines circonstances. Ce dernier point est important, car aucun comportement n'est adapté dans l'absolu. Le caractère adaptatif résulte de l'interaction entre les caractéristiques d'un organisme et son environnement.

Percevoir le monde, se nourrir, se protéger des prédateurs, se prémunir contre les maladies, comprendre ses pairs, trouver un partenaire, communiquer, prendre soin d'autrui, sont autant de problèmes auxquels nos ancêtres chasseurs-cueilleurs ont dû faire face, et pour lesquels divers circuits neuronaux se sont lentement spécialisés, nous offrant autant de comportements échappant à la conscience. Ce n'est ainsi pas par hasard ni pour des raisons purement culturelles >

© Wellcome Collection. Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (Darwin); © Shutterstock.com (Dessins)



Le cerveau humain, y compris celui de Charles Darwin, a été modelé par des millions d'années d'évolution : de nombreux mécanismes psychologiques inconscients qui s'y déroulent ont été façonnés par la sélection naturelle.

> que nous avons une aversion spontanée pour l'inceste. Il serait dans l'absolu plus pratique de nous reproduire avec les personnes les plus proches de nous, mais la consanguinité augmente considérablement la probabilité de fausses couches, de mortalité infantile, de défauts congénitaux… La sélection naturelle nous aurait-elle équipés de mécanismes d'évitement instinctif de la consanguinité?

C'est l'hypothèse qu'ont testée en 2007 Debra Lieberman, de l'université de Californie à Santa Barbara, et ses collègues. Ils ont montré que notre cerveau est doté d'un mécanisme inconscient d'identification des individus dont les chances d'être très proches de nous génétiquement sont importantes, comme nos frères ou nos sœurs. Évidemment, le génome n'est pas perceptible à l'œil nu, et la sélection naturelle a façonné ce mécanisme pour estimer le degré de filiation sur la base d'indices environnementaux fiables et disponibles dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs de jadis. Le fait qu'un proche ait reçu (ou non) les soins de notre mère étant bébé est le premier indicateur de parenté. Lorsque cet indice n'est pas disponible (pour un individu dont l'écart d'âge avec un aîné est supérieur à dix ans par exemple), c'est sur la base du temps de corésidence durant l'enfance et l'adolescence que le cerveau estime automatiquement le degré de parenté et peut, grâce à un autre mécanisme, inhiber l'attraction sexuelle que ce proche pourrait exercer sur nous.

Pour les 264 femmes et 191 hommes de l'étude, la durée de corésidence entre zéro et dix-huit ans avec un proche de sexe opposé était fortement corrélée avec le degré d'aversion à l'idée d'avoir une relation sexuelle avec le proche en question. L'évitement de l'inceste n'est donc pas le résultat d'un tabou culturel arbitrairement imposé, il est plutôt l'émanation d'instincts ancestraux promouvant (à long terme) la qualité de notre matériel génétique. D'ailleurs, ce comportement se retrouve chez les primates non humains, sur la base de mêmes mécanismes.

Nos mécanismes psychologiques ont été façonnés par la pression sélective de l'environnement de nos ancêtres. Ainsi, nos traits, émotions, capacités cognitives, et comportements sont fondamentalement adaptés au mode de vie chasseur-cueilleur selon lequel *Homo sapiens* et ses ancêtres du genre *Homo* ont vécu, par petits groupes de quelques dizaines d'individus pendant 2,6 millions d'années. Ce n'est que tout récemment avec le basculement dans l'agriculture, il y a 10000 ans seulement, que ce mode de vie a progressivement disparu. Les êtres humains sont devenus sédentaires, ont inventé l'écriture et fondé des villages et des villes.

UN CERVEAU DE L'ÂGE DE PIERRE

Au fil des révolutions techniques, la complexité de l'environnement physique et social n'a cessé de croître. Mais 10000 ans (soit 400 à 500 générations) représentent un temps bien trop court pour que la structure fondamentale de notre cerveau, fruit de millions d'années d'évolution et objet le plus complexe de l'Univers connu, change radicalement. Cet état de fait peut entraîner des décalages, des inadéquations entre le mode de fonctionnement par défaut du cerveau, ses réactions inconscientes, et les caractéristiques de la société moderne.

NOS ÉMOTIONS, CAPACITÉS COGNITIVES ET COMPORTEMENTS SONT ADAPTÉS AU MODE DE VIE CHASSEUR-CUEILLEUR

Pourquoi aimons-nous tant les sucreries au point que certains d'entre nous ne peuvent refréner leur envie d'en manger? Ce n'est certainement pas parce que nos ancêtres ont bénéficié d'un avantage adaptatif en termes de survie en mangeant des barres chocolatées! L'explication est ailleurs. Le sucre, énergie principale de notre organisme, était une ressource autrefois limitée, et chaque occasion, rare, qui se présentait d'en consommer ne se ratait pas. Mais aujourd'hui, le sucre est concentré en quantités importantes dans des aliments accessibles facilement à la plupart des individus. L'attrait prononcé pour les aliments sucrés, jadis adaptatif, est devenu l'une des sources premières de pathologies dans les sociétés industrialisées.

Dans un autre registre, on imagine difficilement l'avantage dont auraient pu bénéficier nos ancêtres à consommer de la pornographie. Pendant des millions d'années, la force et le caractère irrépressible des instincts qui sous-tendent l'attraction des humains pour un partenaire potentiel ont agi comme une composante essentielle de la motivation à se reproduire. Il en allait de la transmission des gènes. La pornographie est un produit travaillé pour stimuler et

La violence, que l'on retrouve aussi bien chez les gorilles que chez les humains, a procuré un avantage sélectif à nos ancêtres chasseurs-cueilleurs. Et aujourd'hui ?

exploiter ces motivations inconscientes qui avaient un autre sens dans les savanes que nos ancêtres arpentaient.

Le bénéfice évolutif à s'alimenter ou se reproduire est relativement évident, mais la perspective évolutionniste explique également des comportements plus complexes, et ayant des répercussions plus importantes, comme la violence. En 2016, une étude menée par Marcos Méndez, de l'université du Roi-Juan-Carlos, à Madrid, en Espagne, portant sur les origines ancestrales de la violence, a mis en lumière le fait qu'il existe chez les mammifères une inclination répandue à tuer ses congénères. Plus précisément, à partir de l'analyse des causes de 4 millions de morts dans 1024 espèces distinctes, les auteurs ont évalué pour chaque espèce un pourcentage de décès dus aux congénères puis ont estimé cette valeur pour les humains : elle est de 2%. Or cette valeur est similaire à celle déduite, sur la base d'outils phylogénétiques, pour l'ancêtre commun des primates et des grands singes dont nous faisons partie, ainsi que dans les tribus préhistoriques (ces données ont été compilées pour quelque 600 populations des 50000 dernières années). On en déduit qu'un certain niveau de violence s'explique par notre position au sein de la phylogénie des mammifères.

Selon cette étude, 40% des mammifères, dont la majeure partie des primates, s'entre-tuent, une tendance accrue chez les espèces sociales délimitant leur habitat selon une logique territoriale. Dans la plupart des espèces, cette propension à la violence concerne surtout les mâles, souvent équipés d'armes biologiques (cornes, bois, physique surdéveloppé), témoignant d'un passé évolutif violent où les comportements agressifs ont constitué un avantage adaptatif.

En 2014, Michael Wilson et ses collaborateurs de l'université du Minnesota ont compilé cinquante ans de données portant sur la violence létale chez les chimpanzés et les bonobos (nos plus proches cousins). Parmi les 152 « chimpicides » délibérés identifiés dans l'étude, 92% des tueurs et 73% des victimes étaient des mâles. Les auteurs en concluent que ces attaques meurtrières, dont le taux n'était pas modifié par l'impact des activités humaines sur l'habitat des chimpanzés, résultaient d'une stratégie adaptative augmentant l'accès aux ressources et aux partenaires.

LES ORIGINES DE LA VIOLENCE

Les données observées chez l'humain ne contredisent pas la tendance constatée chez le chimpanzé : selon les données de l'Office des Nations unies contre la drogue et le crime portant sur 193 pays, à l'échelle mondiale sans exception de continents ni de pays, environ 95% des homicides volontaires sont commis par des hommes, une violence majoritairement tournée vers d'autres hommes qui représentent 79% des victimes. La proximité entre les données observées chez l'humain, le chimpanzé et les autres primates non humains laisse penser que les hommes continuent d'être inconsciemment mus par des forces ancestrales qui, dans certaines circonstances, les incitent non seulement à user de la violence physique, mais aussi à commettre des meurtres.

En 2018, un rapport des services de police a identifié 92 bandes rivales en France métropolitaine, composées de jeunes hommes (60% de mineurs) ultraviolents revendiquant le contrôle de quartiers qu'ils considèrent comme leur territoire. C'est sur fond de rivalité amoureuse, d'appropriation de biens d'autrui, et de conquête de territoire que des centaines de rixes entre jeunes hommes éclatent chaque année, et aboutissent à des homicides.

Étonnamment, ces bandes rivales identifient assez intuitivement la motivation de leurs comportements, sans pour autant savoir qu'elle a des racines ancestrales. Mais nous ne sommes pas nécessairement si prompts à comprendre l'origine, le pourquoi de nos comportements. Par exemple, et bien que nous ne le verbalisions pas ainsi, le choix de nos stratégies de résolution de conflit découlerait de notre capacité à nuire à autrui. C'est en tout cas ce qu'indique une étude réalisée en 2009 par Aaron Sell, de >

© Alan Tunnicliffe/Shutterstock.com

l'université de Californie à Santa Barbara, aux États-Unis, et ses collègues, selon laquelle le développement musculaire de la moitié haute du corps prédit la tendance d'un individu à résoudre les conflits par la force.

Cette corrélation est tout particulièrement vraie pour les hommes, qui sont influencés jusque dans leur orientation en matière de politique étrangère : une force physique importante amène les hommes à exagérer l'utilité de solutions belliqueuses, qu'ils soutiennent par ailleurs activement. L'omniprésence de la violence chez la plupart des espèces laisse supposer que nos ancêtres ont adopté l'agressivité comme stratégie adaptative depuis des dizaines de millions de générations (pour subtiliser les ressources d'autrui, se défendre, élever son statut social, éliminer des rivaux…). En comparaison, le passage des conflits tribaux de petite envergure impliquant quelques dizaines d'individus aux conflits armés entre États s'est fait il y a environ 250 générations. Une fois encore, nos instincts nous poussent à envisager l'agressivité en cas de conflit international malgré l'utilité dérisoire qu'apporteraient nos biceps face aux armes à feu, aux chars, et aux bombardements. Et pourtant, nous (et plus particulièrement les hommes) avons conservé cette tendance, inconsciente, à jauger l'efficacité et la valeur des stratégies de résolution de conflit à l'aune de notre force physique.

LE SYSTÈME IMMUNITAIRE COMPORTEMENTAL

La crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19 que nous traversons invite à se pencher sur ce que des chercheurs nomment le système immunitaire comportemental. Les virus et bactéries font partie de l'environnement humain depuis des millions d'années, et le danger qu'ils causent sous la forme de maladies infectieuses a imposé une forte pression sélective, dont témoigne d'ailleurs la complexité de notre système immunitaire physiologique. Mais les réponses immunitaires de notre corps ont un coût physiologique considérable, et ont l'inconvénient de ne se déclencher qu'après contamination.

De nombreux chercheurs ont ainsi postulé l'existence d'un système immunitaire psychologique en amont de son homologue physiologique, un ensemble de mécanismes ayant évolué pour détecter et éviter les maladies. Ce système influence le traitement cognitif (en renforçant l'attention envers de potentiels vecteurs de maladies) et affectif de notre environnement, et engendre une large gamme de comportements qui ont pour effet de réduire l'exposition aux maladies. Ce système est connu chez l'animal. Par exemple, les rongeurs sont sensibles à divers indices olfactifs qui trahiraient un pathogène chez un congénère. En 2006, Donald Behringer, alors à l'université Old Dominion, à Norfolk, aux États-Unis, a également montré que la langouste des Caraïbes (*Panulirus argus*) excluait les individus atteints par le virus PaV1 des communautés que forme habituellement cette espèce particulièrement grégaire. La primatologue Jane Goodall avait quant à elle observé que, dans de rares cas, les chimpanzés ostracisaient et excluaient leurs congénères qui avaient été atteints par la poliomyélite (chez ces singes, l'infection se traduit par une paralysie). Cependant, on en sait encore peu sur les mécanismes de détection de la maladie. Qu'en est-il des humains ?

Ils ont certes développé des stratégies conscientes et délibérées pour affronter le problème des maladies (préservatif, vaccination…), mais ils n'en sont pas moins toujours équipés d'instincts auxquels ils doivent leur survie jusqu'à l'avènement de la médecine moderne. L'être humain tend ainsi naturellement à se montrer moins grégaire et plus xénophobe lorsqu'il se sent menacé par la présence d'un agent pathogène, ces comportements entraînant une distanciation physique accrue entre individus, tout particulièrement lorsque certains sont perçus comme étrangers. Les personnes chroniquement préoccupées par les maladies rapportent en effet une disposition plus faible à l'extraversion et à la rencontre de nouvelles personnes. Cette modification des attitudes à l'égard des étrangers va même jusqu'à altérer la façon dont nous percevons le monde.

LE COVID-19 FAVORISE LES ATTITUDES XÉNOPHOBES, PARTICULIÈREMENT VIS-À-VIS DES NATIONS EST-ASIATIQUES

Des chercheurs de l'université de Californie à Santa Barbara, ont montré que le simple fait de présenter des photos évoquant l'idée de maladie, entraînait une distorsion auditive chez des sujets à qui l'on faisait écouter la voix d'une personne avec un accent étranger : les plus hypocondriaques exagéraient le caractère étranger de l'accent. S'il n'est pas ici question de légitimer la xénophobie engendrée par nos instincts immunitaires, comprendre son origine évolutive reste important : un individu venant d'un écosystème différent a une probabilité élevée de transporter des agents pathogènes contre lesquels il a pu pour sa part développer une immunité. La variole apportée par les Espagnols, qui a décimé la population d'Amérique centrale et a largement participé à la chute de l'empire Aztèque, témoigne par exemple du danger immunologique que peut représenter un individu issu d'un écosystème étranger.

L'équipe de Piotr Sorokowski, de l'université de Wroclaw, en Pologne vient d'ailleurs de

publier une étude (un préprint, une méthode de publication mettant, entre autres avantages, rapidement à disposition des données utiles en situation de crise) montrant que le Covid-19 favorise les attitudes xénophobes, particulièrement vis-à-vis des nations est-asiatiques. Cette attitude ne diminuait pas malgré la compréhension consciente que certaines de ces nations étaient peu touchées par la pandémie.

Nos instincts immunitaires entraînent également des comportements *a priori* sans rapport avec l'immunité. Une métaanalyse menée par John Terrizzi, de l'université de Virginie-Occidentale, a par exemple montré qu'un système immunitaire comportemental particulièrement actif (caractérisé par une inquiétude exacerbée et irrationnelle de contracter un agent pathogène, et une plus grande sensibilité au dégoût) s'accompagne d'une tendance au conformisme, au conservatisme politique, à l'ethnocentrisme, au fondamentalisme religieux, ou encore à une défiance à l'égard des homosexuels.

Notons qu'un grand nombre de phénomènes auxquels on a apposé le suffixe «phobie», ne sont pas réellement associés à l'émotion de peur, mais plutôt au système immunitaire psychologique dont la composante affective principale est le dégoût. Le fait d'avoir pensé des phénomènes comme la xénophobie ou l'homophobie à l'aune de la peur a orienté (possiblement dans la mauvaise direction) la façon de résoudre les éventuels problèmes qui en découlent. Une perspective évolutionniste de la psychologie humaine nous invite à repenser ces phénomènes, en commençant par l'identification des variables environnementales qui les influencent.

Un collectif de 42 chercheurs a publié le 30 avril 2020 dans la revue *Nature* un article condensant les conclusions de nombreux travaux en psychologie, et qui alerte sur les conséquences attendues ou constatées de la menace liée au SARS-CoV-2, comprenant l'isolement social, l'augmentation des discriminations, la polarisation politique, la méfiance vis-à-vis des gouvernements, le repli identitaire, et bien d'autres encore. Les solutions à apporter à ces problèmes sociaux nécessitent de se poser la question de l'origine évolutive des systèmes psychologiques qui sont à l'œuvre.

ÉDUQUER ET RESPONSABILISER

Réfléchir à l'histoire évolutive de nos instincts n'est pas une injonction à adhérer à la notion de déterminisme biologique. Le fait que nos mécanismes psychologiques aient une histoire et une fonction précise n'est pas un appel à la déresponsabilisation. Le cerveau, substrat biologique de nos instincts, est un organe plastique, capable de remodeler son architecture structurelle et fonctionnelle en réponse aux variables environnementales et à nos actions.

Plus la partie haute du corps est puissante, plus la tendance d'un individu à résoudre les conflits par la force est élevée.

Cette marge de manœuvre n'est toutefois pas illimitée. Il est donc capital de se poser la question des contraintes qui régissent la flexibilité des mécanismes mentaux pour jongler au mieux avec celles-ci.

En apprenant aux êtres humains à mieux comprendre qui ils sont et dans quelle mesure ils sont le fruit de l'évolution biologique, il est possible de les rendre moins vulnérables aux contrôles ou manipulations par les diverses stimulations du monde contemporain ainsi que par leurs propres mécanismes inconscients. Il y a là un enjeu éthique et sociétal majeur.

S'il est par exemple possible d'exploiter nos instincts pour pousser à la consommation de pornographie, il est aussi possible de concevoir des programmes de santé publique ou d'éducation spécialement conçus pour répondre aux paramètres de nos systèmes psychologiques. La compréhension fine de l'origine et du fonctionnement de nos instincts renseigne sur les possibles façons de repenser l'organisation sociale.

Prévenir et éduquer les garçons sur les contextes propices au développement de tendances agressives ou coercitives ; légiférer sur la fréquence ou la nature des contenus publicitaires exploitant nos instincts ; reconnaître l'aspect adaptatif de certaines conduites à risque développées en réponse aux environnements rudes et imprévisibles et travailler à rétablir l'espoir et le sentiment de contrôle sur l'avenir ; ou encore réajuster les conditions d'éducation propres au développement naturel ancestral de l'enfant en promouvant par exemple les contacts intergénérationnels et en évitant la ségrégation par classe d'âge favorisant le harcèlement, sont autant de manières proposées par des chercheurs du monde entier de considérer l'origine de nos instincts pour mûrir l'idée d'une société plus juste et égalitaire. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. VAN BAVEL *ET AL.*, Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response, *Nature Human Behaviour*, prépublication, 2020.

P. SOROKOWSKI *ET AL.*, Information about pandemic increases negative attitudes toward foreign groups: a case of COVID-19 outbreak, prépublication, 31 mars 2020. https://bit.ly/2TIPIa2

J. M. GÓMEZ *ET AL.*, The phylogenetic roots of human lethal violence, *Nature*, vol. 538, pp. 233-237, 2016.

M. WILSON *ET AL.*, Lethal aggression in *Pan* is better explained by adaptive strategies than human impacts, *Nature*, vol. 513, pp. 414-417, 2014.

J. TERRIZZI JR *ET AL.*, The behavioral immune system and social conservatism: A meta-analysis, *Evolution and Human Behavior*, vol. 34(2), pp. 99-108, 2013.

© Featureflash Photo Agency/Shutterstock.com

Le Code de la conscience

STANISLAS DEHAENE

ODILE JACOB, 2014

(**432 PAGES, 25,90 EUROS**)

D'où viennent nos perceptions, nos sentiments, nos illusions et nos rêves ? Où s'arrête le traitement mécanique de l'information et où commence la prise de conscience ? L'esprit humain est-il suffisamment ingénieux pour comprendre sa propre existence ? La prochaine étape sera-t-elle une machine consciente de ses propres limites ? Dans cet ouvrage, l'auteur invite le lecteur dans son laboratoire où d'ingénieuses expériences visualisent l'inconscient et démontent les bases biologiques de la conscience, le dernier des grands mystères.

Pourquoi et comment fait-on attention ?

SYLVIE CHOKRON

LE POMMIER, 2004

(**64 PAGES, 4,99 EUROS**)

Faire attention, est-ce si simple ? Quels liens l'attention entretient-elle avec la perception, la conscience et la mémoire ? Peut-on vraiment faire attention à deux choses en même temps ? Tout le monde pourrait-il être contrôleur aérien ? Et que penser des troubles de l'attention avec hyperactivité qu'on diagnostique à tour de bras chez les enfants ? Toutes les réponses de l'autrice, neuropsychologue, qui a toujours développé en parallèle de son activité de recherche et d'enseignement une activité clinique tant chez l'enfant que chez l'adulte.

L'Inconscient

JEAN-CLAUDE FILLOUX

QUE SAIS-JE ? 2019

(**128 PAGES, 9 EUROS**)

La reconnaissance d'une activité inconsciente de l'esprit a été tardive et les psychologues ont longtemps ignoré l'inconscient. Il revient à la psychanalyse, dont l'essor s'amorça vers 1900 avec la publication de *L'Interprétation du rêve*, de Freud, d'avoir en quelque sorte dévoilé des structures psychiques inconscientes et d'en avoir fourni des schémas cohérents. Quels philosophes jouèrent un rôle précurseur, avant Freud, dans cette découverte ? En quoi consiste l'apport spécifique de la psychanalyse ? Quelles sont les répercussions aujourd'hui de ce phénomène majeur ?

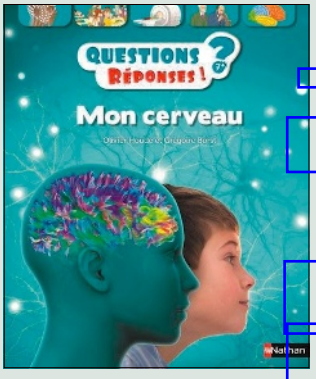
De beaux rêves

DANIEL C. DENNETT

FOLIO ESSAIS, 2012

(**320 PAGES, 11,50 EUROS**)

La conscience est un champ de bataille où s'affrontent les idées, en un tumulte sur lequel continuent de planer les ombres de Descartes. En s'attaquant aux obstacles philosophiques qui s'opposent à une science de la conscience, l'auteur poursuit une entreprise de clarification qui tourne le dos aux convictions les plus tenaces, en faisant appel à un modèle, celui de la « célébrité cérébrale ». « Dans le cerveau, pas de Roi, pas de Contrôleur Officiel des programmes de la Télévision d'État », écrit-il. La démocratie, l'anarchie y sont autrement plus actives et efficaces.



JEUNESSE

Mon cerveau

OLIVIER HOUDÉ, GRÉGOIRE BORST ET LAURENT MATHILDE

NATHAN, 2018

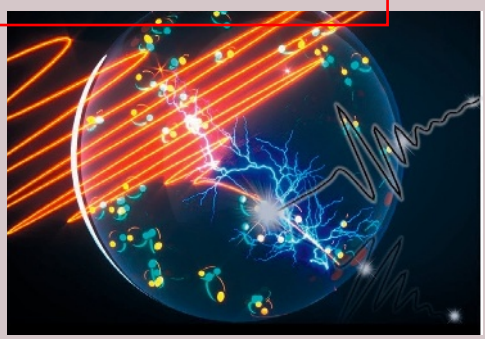
(**32 PAGES, 7,40 EUROS**)

Destiné aux jeunes lecteurs, à partir de 7 ans, cet ouvrage les emmène à la découverte d'une extraordinaire machine nichée dans la tête de chacun : le cerveau. Qu'est-ce qu'un neurone ? À quoi sert le cerveau ? Comment voit-on dans la tête ? Qu'est-ce que les neurosciences ? Le cerveau peut-il faire des erreurs ? Les animaux ont-ils tous un cerveau ? Le cerveau rêve-t-il ? Qu'est-ce que la conscience ? Qu'est-ce que l'intelligence ?

RENDEZ-VOUS

P. 92

REBONDISSEMENTS
DES ACTUALITÉS SUR
DES SUJETS ABORDÉS
DANS LES HORS-SÉRIES PRÉCÉDENTS

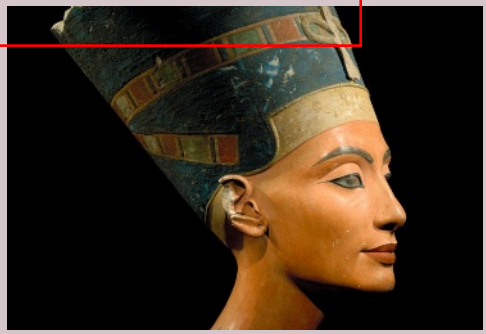


P. 94

DONNÉES À VOIR
DES INFORMATIONS
SE COMPRENNENT MIEUX
LORSQU'ELLES SONT MISES EN IMAGES

P. 96

ART & SCIENCE
COMMENT UN ŒIL SCIENTIFIQUE
OFFRE UN ÉCLAIRAGE INÉDIT
SUR UNE ŒUVRE D'ART



HORS-SÉRIE N° 107 : RÉVOLUTION QUANTIQUE

Aux frontières de la lumière interdite

La découverte de l'émission d'une lumière interdite par les lois de la physique dans les supraconducteurs donne accès à de nouveaux phénomènes quantiques possiblement utiles aux futurs ordinateurs quantiques.

Les supraconducteurs, ces matériaux dépourvus de résistance électrique à une température proche du zéro absolu, sont idéaux pour concevoir des qubits, soit l'équivalent quantique des bits d'information de nos appareils électroniques actuels. Le *Hors-Série* n° 107 : « La nouvelle révolution quantique » détaillait d'ailleurs pourquoi ils sont aujourd'hui les systèmes les plus avancés sur le marché des machines quantiques. Ils pourraient encore creuser l'écart grâce aux travaux de Jigang Wang, de l'université de l'Iowa, à Ames, aux États-Unis.

Avec son équipe, le physicien s'intéresse aux interactions de la lumière avec le courant électrique circulant dans les supraconducteurs, et plus précisément de ce que l'on nomme un supercourant : ce ne sont pas de simples électrons qui se déplacent, comme dans l'électricité classique, mais des électrons liés en paires dites « de Cooper ».

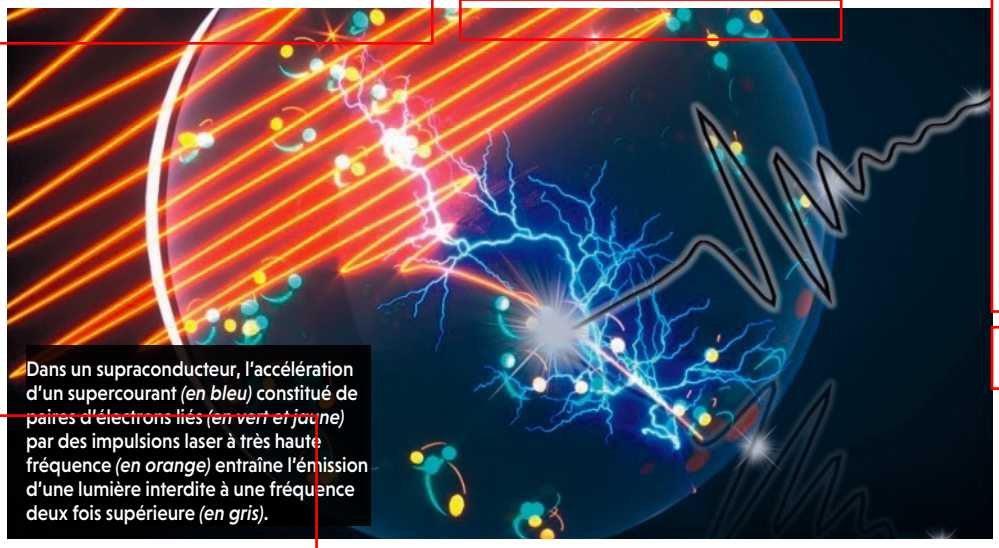
L'objectif est d'accélérer ce supercourant grâce à des impulsions lumineuses (un laser) à très haute fréquence, de l'ordre du térahertz, et d'étudier la lumière réémise. Grâce à un nouvel appareil de spectroscopie, ils ont détecté dans cette lumière un second harmonique, c'est-à-dire à une fréquence double de celle utilisée (et donc de longueur d'onde divisée par deux) pour stimuler les paires de Cooper.

Or ce second harmonique est normalement interdit par les lois de la physique, car il correspond à une rupture de symétrie dans les états supraconducteurs. Selon les auteurs de l'étude, cette observation donne accès à des phénomènes quantiques particuliers, les « précessions de pseudospin d'Anderson ». Schématiquement, il s'agit d'un changement graduel de l'axe de rotation d'un analogue du spin, ce mouvement cinétique intrinsèque des particules.

La génération d'un second harmonique était déjà connue depuis les années 1960 avec des cristaux aux propriétés optiques dites « non linéaires » : ils doublent eux aussi la fréquence d'une lumière incidente. Ces cristaux sont présents par exemple dans certains pointeurs laser verts. En un sens, précise Sébastien Tanzilli, de l'université de Nice, « Jigang Wang et ses collègues ont fait de l'optique non linéaire dans un supraconducteur où les paires de Cooper jouent le rôle des atomes dans le cristal. »

Reste à mieux comprendre les mécanismes de l'émission du second harmonique. Selon Jigang Wang, la contrôler aidera à la conception de systèmes électroniques plus performants et, peut-être, d'ordinateurs quantiques. Les supraconducteurs ont encore leur longueur d'avance !

C. VASWANI *ET AL.*, PHYS. REV. LETT. VOL. 124, ART. 207003, 2020



Dans un supraconducteur, l'accélération d'un supercourant *(en bleu)* constitué de paires d'électrons liés *(en vert et jaune)* par des impulsions laser à très haute fréquence *(en orange)* entraîne l'émission d'une lumière interdite à une fréquence deux fois supérieure *(en gris)*.

© J. Wang

Les Amérindiens de Sibérie

La génétique est un outil précieux pour reconstituer l'histoire d'un individu, mais aussi de toute l'espèce humaine, plusieurs articles du *Hors-Série* n° 105 : « Qui sommes-nous ? Les nouvelles réponses de la génétique » le démontraient. Une nouvelle preuve vient d'être apportée par Johannes Krause, de l'institut Max-Planck pour les sciences de l'histoire humaine, à Iéna, en Allemagne : elle concerne les premiers humains du continent américain. Tout commence près du lac Baïkal, au Sud de la Sibérie, sur les berges de la rivière Selenga. Là, à côté du village Ust-Kyahta, plusieurs vestiges humains avaient été mis au jour dans les années 1970. Ils sont au cœur de la nouvelle étude. Il y avait notamment des morceaux de dents datés de 14000 ans. Ils recelaient en outre des fragments d'ADN dont le séquençage a révélé beaucoup de points communs avec le génome des Amérindiens, notamment une association de motifs génétiques que l'on retrouve dans les populations ancestrales d'Eurasie du Nord et d'Asie du Nord-Est. C'est la plus ancienne connexion connue entre les deux continents (la précédente avait 11500 ans). L'étude d'autres génomes ainsi que des traces de *Yersinia pestis* (l'agent pathogène de la peste) trouvées chez deux individus du site, et très proche de celle d'un fossile contemporain de la Baltique, révèle que les populations d'Asie étaient à cette époque (le Paléolithique supérieur) beaucoup plus mobiles qu'on ne l'imaginait. Le lac Baïkal était-il une zone où confluaient les humains des quatre coins de l'Eurasie avant de partir à la conquête de l'Amérique ?

H. YU *ET AL.*, *CELL*, PRÉPUBLICATION EN LIGNE, 2020.

HORS-SÉRIE N° 104 : OCÉANS

Au fond aussi, ça se réchauffe

Les océans se réchauffent, et les conséquences, recensées dans les articles du *Hors-Série* n° 104 : « Océans. Le dernier continent à explorer », sont nombreuses, à commencer par le blanchissement du corail. Beaucoup d'études se sont concentrées sur les eaux de surface, mais Isaac Brito-Morales, de l'université du Queensland, en Australie, est allé voir au fond. Et ce qu'il a trouvé n'est pas rassurant.

Avec son groupe, il s'est intéressé aux vitesses de déplacements des espèces en fonction du réchauffement, c'est-à-dire aux décalages des aires de répartition. Son idée de départ : tester l'hypothèse selon laquelle, les eaux profondes se réchauffant plus lentement que celles de surface, la biodiversité y est moins perturbée. Ce n'est pas le cas, l'analyse de données recueillies entre 1955 et 2005 révèle que les déplacements d'espèces sont plus prononcés dans les profondeurs, jusqu'à deux fois plus rapides que ceux observés en surface. Et à en croire des modélisations effectuées par Isaac Brito-Morales et ses collègues sur la base de plusieurs scénarios de réchauffement global, cet écart va s'accroître dans les prochaines décennies.

C'est que le brassage des eaux en surface peut atténuer les effets du réchauffement, alors que plus bas dans la colonne d'eau, ce phénomène n'a pas lieu. L'évolution la plus spectaculaire est attendue dans la zone mésopélagique, entre 200 et 1000 mètres de profondeur : les vitesses de déplacements des espèces pourraient être multipliées par onze ! Plus étonnant encore, alors qu'en surface ces déplacements se font essentiellement vers les pôles, les directions suivies en profondeur pour conserver des conditions de vie similaires, notamment thermiques, sont très variées.

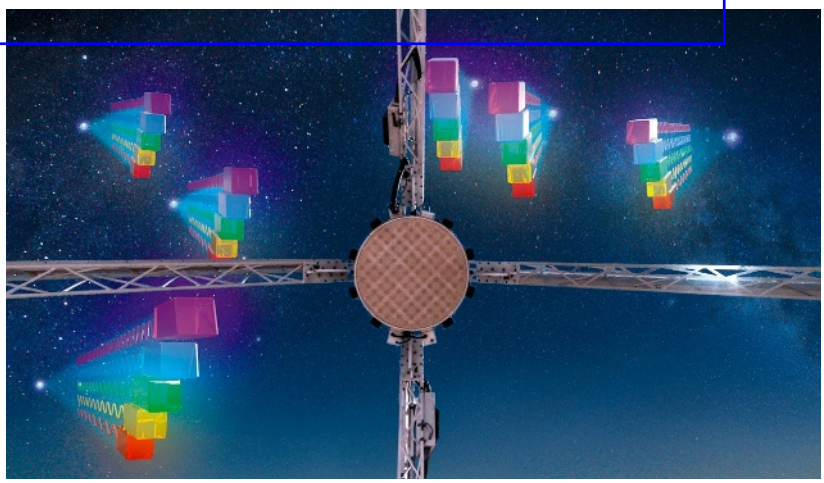
En conclusion de leur étude, les auteurs appellent à tenir compte du déplacement des espèces dans la délimitation des aires marines protégées. Sans oublier d'insister sur l'indispensable réduction de la surexploitation, qu'elle soit due à la pêche ou à l'industrie minière.

I. BRITO-MORALES *ET AL.*, *NATURE CLIMATE CHANGE*, PRÉPUBLICATION EN LIGNE, 2020

HORS-SÉRIE N° 106 : UNIVERS NOIR

La matière manquante retrouvée

On ignorait où se trouvait la moitié de la matière ordinaire (ou baryonique) prévue par les modèles. Elle vient d'être détectée dans l'espace intergalactique.



Le télescope *Askap* a détecté les ondes émises par six sursauts radio rapides. La diffusion de ces ondes sur le trajet révèle la matière ordinaire qui manquait.

Le *Hors-Série* n° 106 : « Enquête sur l'Univers noir » décrivait l'ensemble des constituants de l'Univers, à savoir 70 % d'énergie sombre, 25 % de matière noire et seulement 5 % de matière ordinaire dite « baryonique ». Les deux premières sont encore des mystères pour les astrophysiciens, mais la dernière, même ordinaire, conserve encore quelques secrets. L'un d'eux concerne l'endroit où se niche la moitié de cette matière ordinaire. Jean-Pierre Macquart, de l'université Curtin, à Perth, en Australie, et ses collègues pourraient l'avoir débusqué.

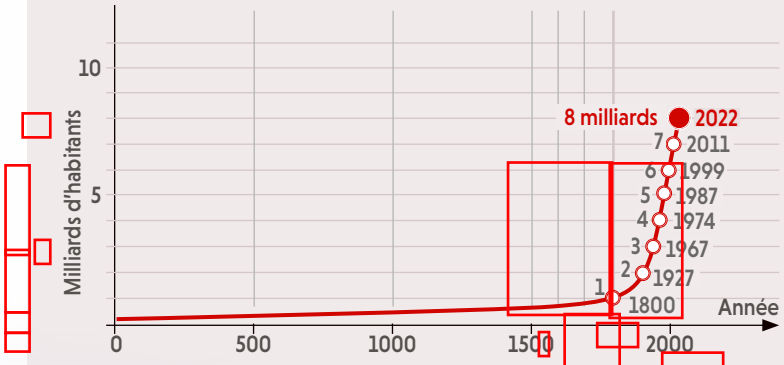
La moitié connue de la quantité de baryons prédite par l'étude du fonds diffus cosmologique et les scénarios de nucléosynthèse primordiale se trouve dans les galaxies et les amas de galaxies où elle forme les étoiles, les planètes, les trous noirs… Le reste est donc dispersé dans l'espace intergalactique, mais avec une densité extraordinairement faible, de l'ordre de un à deux atomes dans un volume d'environ 20 mètres cubes. Comment la détecter ? Grâce à un phénomène encore inexpliqué, les sursauts radio rapides, de brèves (quelques millisecondes) et très énergétiques émissions d'ondes radio. Parmi les hypothèses avancées pour les expliquer, citons les sursauts gamma, les magnétars (des étoiles à neutrons dotées d'un champ magnétique intense), des trous noirs qui s'évaporent…

Grâce au radio télescope *Askap* (pour *Australian Square Kilometre Array Pathfinder*), les astrophysiciens se sont intéressés à six sursauts parmi ceux bien localisés dans l'Univers et ont analysé les ondes radio reçues. Sur leur parcours, elles sont diffusées par les baryons qu'elles rencontrent, un peu comme l'est la lumière du Soleil quand elle traverse un prisme. Plus précisément, un décalage s'opère selon la fréquence : les plus hautes sont détectées avant les autres.

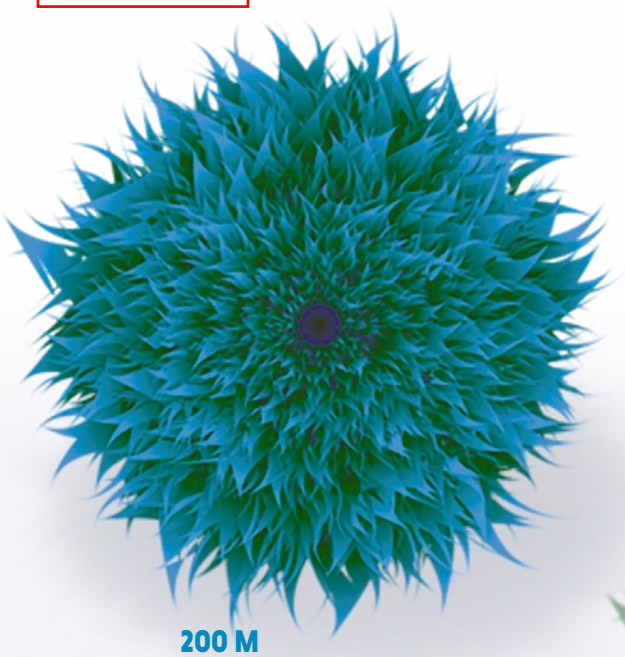
À partir des données recueillies, les astrophysiciens ont calculé la densité de matière du milieu intergalactique traversé : à raison d'un baryon par mètre cube, c'est suffisant pour expliquer la moitié de matière baryonique qui manquait à l'appel. Le modèle est donc conforme, au moins pour les 5 % de l'Univers.

J.-P. MACQUART *ET AL.*, *NATURE*, VOL. 581, PP. 391-395, 2020

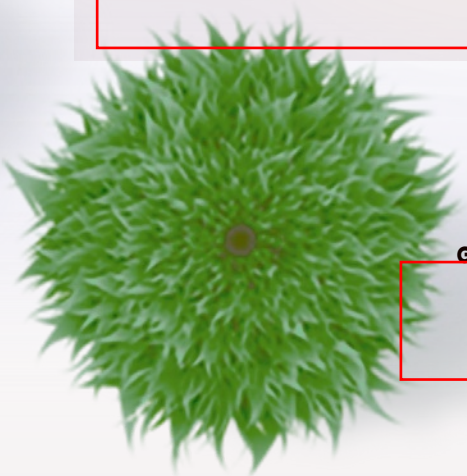
© ICRAR et CSIRO/Alex Cherney



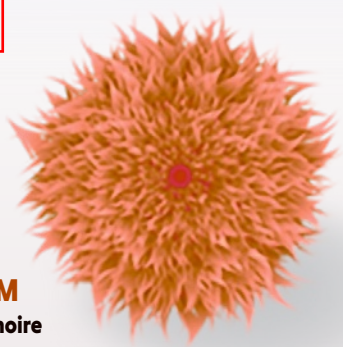
L'évolution de la démographie mondiale aide à comprendre l'ampleur de certaines épidémies. Un bilan de 100 millions de morts au XXe siècle n'est pas comparable à un bilan du même ordre, mais 1000 ans plus tôt.



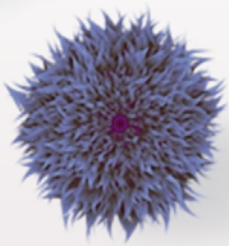
200 M
Peste (monde)
du VIe au XXIe siècle



100 M
Grippe espagnole : virus H1N1
1918-1919



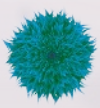
75 M
Peste noire (monde)
1347-1352



30-35 M
VIH
De 1981 à aujourd'hui

12 M
Peste de Chine
1855-1960

8 M
Variole (Empire aztèque)
1520



8 M
Peste antonine
165-180

1,3 M
Grippe asiatique : virus H2N2
1957-1958

1 M
Grippe asiatique (russe) : virus H2N2 ?
1889-1890

1 M
3e pandémie de choléra
1846-1860

800 K
Grippe de Hong Kong : virus H3N2
1968-1970

2 M
Variole au Japon
735-737

2 M
Peste perse
1772-1773

416 K
Covid-19
2019 - 2020
(chiffres au 11 juin 2020)

28 K
Grippe A : virus H2N2
2009-2010

3 K
Fièvre jaune (en Éthiopie)
1960-1962

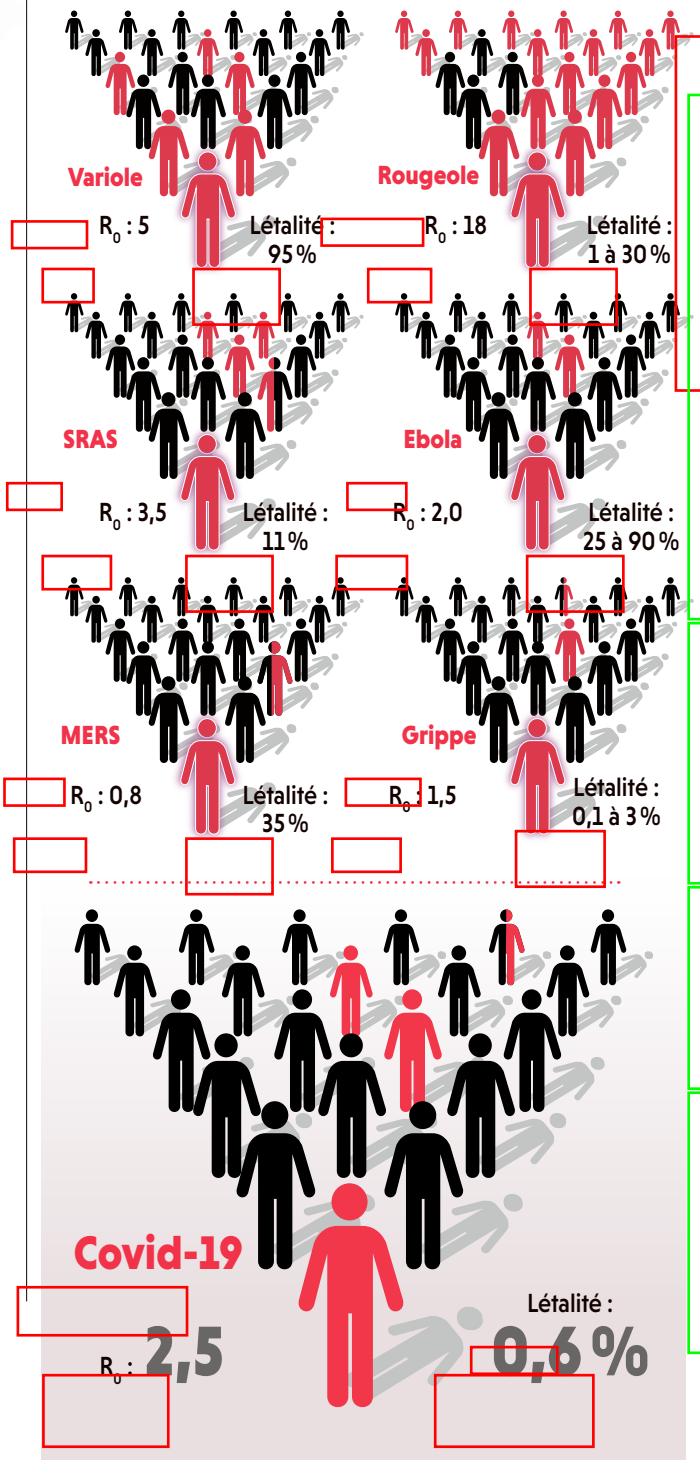
1,13 K
Ebola
2014-2016

774
SRAS
2002-2003

600
MERS
2012-2017

La peste, le choléra… et les autres

Depuis des millénaires, les êtres humains sont en lutte contre divers agents pathogènes qui ont souvent fait des millions de morts. Et même depuis l'avènement de la médecine moderne, les victimes d'infections sont encore parfois très nombreuses. Où se situe le Covid-19 dans ce « palmarès » ?



© illustration : shutterstock.com ; source : d'après www.visualcapitalist.com

Depuis l'aube de l'humanité, et plus particulièrement le Néolithique et la domestication d'animaux, notre espèce est confrontée à des maladies infectieuses. Les émergences sont parfois le fait de peu d'individus qui suffisent à déclencher une hécatombe. Ainsi en va-t-il, par exemple, de la peste noire. Transmise par des puces véhiculées par des rats, la bactérie *Yersinia pestis* serait venue d'Asie Centrale et aurait gagné, *via* des bateaux génois, quelques ports européens, comme Constantinople, Messine, Gênes, Marseille… De là, la maladie a envahi tout le continent où elle tua peut-être 25 millions de personnes en cinq ans, soit environ le tiers de la population. Puis elle se diffusa dans le monde musulman, en Chine, en Inde. Au total, la peste noire aurait fait 75 millions de morts entre 1347 et 1352. Quant à l'ensemble des pandémies de peste, du VI^e^ siècle et la peste de Justinien (542-542) jusqu'au XXI^e^ siècle, on estime qu'elles ont fait 200 millions de morts.

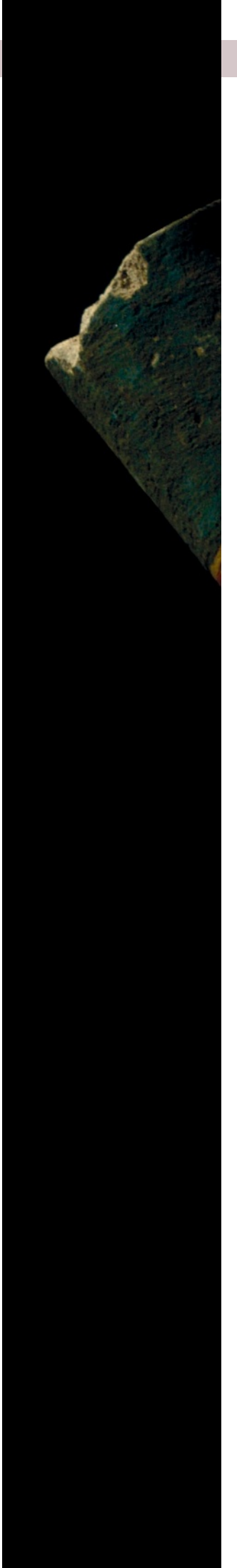
C'est aussi le cas de la variole qui s'empara du continent américain après l'arrivée des Espagnols. Ici, ce sont d'abord les estimations des populations précolombiennes qui posent problème : selon les auteurs, l'Amérique, du Nord au Sud, comptait de 8 à 112 millions d'individus ! Concernant les Aztèques, vaincus par Cortés, bien aidé en cela par le virus de la variole, l'estimation la plus consensuelle fait état d'environ 17 millions d'individus. La moitié aurait péri de la maladie au cours du XVI^e^ siècle.

D'une façon générale, plus les infections sont récentes, plus les chiffres présentés page ci-contre sont robustes. On pourrait imaginer que le bilan des diverses épidémies est allé en s'allégeant à mesure que les siècles passaient : il n'est en rien. La grippe espagnole du début du XX^e^ siècle a sensiblement tué autant que la peste noire du milieu du XIV^e^ siècle (les populations des deux époques ne sont toutefois pas comparables).

Chaque agent infectieux se caractérise par un taux de reproduction de base (*ci-contre*), noté R_0. Il s'agit du nombre de personnes infectées par une personne déjà atteinte. On observe que la rougeole est particulièrement contagieuse. Autre paramètre important, le taux de létalité (*les chiffres sont donnés en l'absence de traitement*) correspond à la proportion de décès par rapport au nombre total de malades. La variole et la maladie à virus Ebola sont notablement sévères. Au regard de tous ces paramètres, le Covid-19 semble moins effrayant… ■

Le bleu dans les yeux

La reine Néfertiti éclairait l'Égypte de sa beauté légendaire, le bleu de son buste éclaire désormais l'intérieur des cellules.



© Vladimir Wrangel / shutterstock.com

Le 6 décembre 1912, à Tell el-Amarna, en Égypte, entre Thèbes et Memphis, l'équipe allemande dirigée par l'archéologue Ludwig Borchardt fait une belle découverte: vraisemblablement l'atelier du sculpteur Thoutmôsis. Là, au milieu de nombreuses sculptures inachevées, reposait depuis plus de 3200 ans le buste, fini celui-ci, de Néfertiti, la «Joconde de l'Antiquité», dont le nom signifie «la belle est venue». La représentation de l'épouse d'Akhénaton trône désormais au Neues Museum, à Berlin.

Cet archétype de la beauté féminine est très bien conservé, et sa polychromie est presque intacte. Parmi les pigments, l'un des plus remarquables est le bleu de la couronne sur laquelle est lové un cobra sacré, symbole de divinité. Ce bleu, dit «égyptien», est en effet le premier pigment de synthèse! Il bénéficie aujourd'hui d'une nouvelle jeunesse grâce aux travaux de Sebastian Kruss, de l'université de Göttingen, en Allemagne.

Le bleu égyptien est constitué de minuscules fragments de verre au sein desquels est dispersé un matériau cristallin, en l'occurrence un silicate double de calcium et de cuivre ($CaCuSi_4O_{10}$), d'un beau bleu foncé. Les anciens le fabriquaient en faisant fondre, pendant plusieurs heures, entre 800 et 1000 °C, un mélange de sable (de la silice), un composé cuivré, du carbonate de calcium et une substance basique comme des cendres ou du natron. Le matériau obtenu était ensuite broyé. La plus ancienne trace de ce pigment a été retrouvée sur un bol d'albâtre mis au jour à Nekhen, en Haute-Égypte, et datant de 3250 avant notre ère.

Plus de 5000 ans après, le groupe de Sebastian Kruss a eu l'idée d'exfolier des grains de bleu égyptien en utilisant des procédés fondés sur des ultrasons à haute puissance, une méthode courante pour la production de nanomatériaux. De la sorte, les chimistes ont produit des feuillets de bleu égyptien extrêmement fins, d'une épaisseur 100000 fois inférieure au diamètre d'un cheveu! Mais que faire avec?

Il se trouve que le «nanobleu égyptien» est un excellent fluorochrome – une substance devenant fluorescente après une excitation lumineuse –, avec lequel on peut colorer des échantillons biologiques. Qui plus est, il fluoresce quand il est éclairé par de la lumière dans le proche infrarouge, typiquement avec une longueur d'onde de 910 nanomètres. C'est intéressant, car ce type de lumière présente plusieurs avantages: par exemple, elle diffuse peu, ce qui augmente la résolution des images, et pénètre en profondeur dans les tissus biologiques. Or les fluorochromes fonctionnant avec le proche infrarouge sont rares.

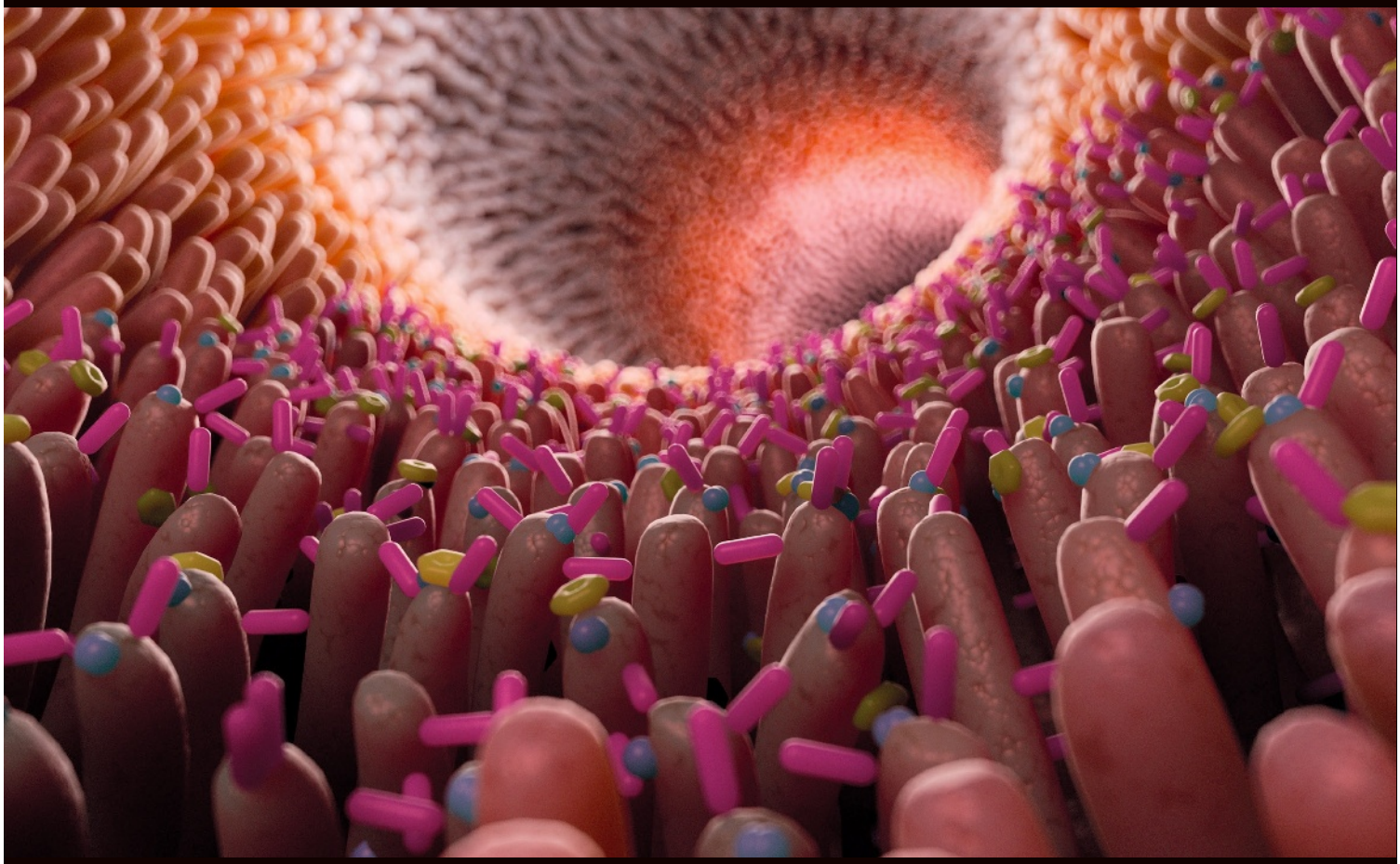
Les premiers essais ont été concluants. Ils ont permis de visualiser avec un fort contraste des noyaux cellulaires dans un embryon de mouche drosophile. De même, dans les plantes, les nouveaux fluorochromes ont montré leur efficacité. Enfin, des tests ont montré qu'ils ne sont pas cytotoxiques.

Peut-être seront-ils utiles pour étudier «La Jeune Dame», une des momies découvertes dans la tombe KV35 de la vallée des Rois et que certains pensent être celle de Néfertiti? ■

G. Selvaggio *et al.*, Exfoliated near infrared fluorescent silicate nanosheets for (bio) photonics, *Nature Communications*, vol. 11, art. 1495, 2020.

PROCHAIN HORS-SÉRIE

en kiosque le 7 octobre 2020



Microbiote

UN NOUVEAU CONTINENT POUR UNE NOUVELLE SCIENCE

Depuis quelques années, on découvre les liens forts entre la flore intestinale et le bon fonctionnement de notre organisme, mais beaucoup des mécanismes en jeu restent encore mal connus. Les temps changent. Aujourd'hui, l'étude de ces microorganismes est entrée dans une nouvelle ère, celle où les chercheurs tentent d'asseoir une discipline récente, la science du microbiote, sur des bases solides : ce n'est qu'à ce prix que des applications thérapeutiques efficaces émergeront.

© Sciepro/Science Photo Library / GettyImages.com

Imprimé en France – Maury imprimeur S.A. Malesherbes – N° d'imprimeur : 245 885 – N° d'édition : M0770108-01 – Dépôt légal : Août 2020.
Commission paritaire n° 0922K82079 du 19-09-02 – Distribution : MLP – ISSN 1 246-7685 – Directeur de la publication et gérant : Frédéric Mériot.

POUR LA SCIENCE

THEMA

DÉJOUER LES PIÈGES DES STATISTIQUES

- Une sélection d'articles rédigés par des chercheurs et des experts
- Une lecture adaptée aux écrans

3,99 €

Les *Thema* sont une collection de hors-séries numériques. Chaque numéro contient une sélection des meilleurs articles publiés dans *Pour la Science* sur une thématique.

Dans la collection *Thema* découvrez aussi

Commandez et téléchargez les numéros en pdf

Pour lire votre numéro, rendez-vous dans votre compte client

boutique.pourlascience.fr/tous-les-numeros/thema.html

Comment les sciences peuvent-elles nous aider à appréhender l'après-crise ?

Comment vivre avec le numérique dans le respect des règles éthiques primordiales pour notre liberté ?

« Et après ? », une collection de livres numériques pour penser le monde d'après

Éditions de L'Observatoire