

Cerveau & Psycho

*Le magazine de la psychologie
et des neurosciences*

Le plaisir de manger

**Foie gras, champagne,
vin, bûche de Noël :
des aliments « émotionnels »**

- **La violence des foules**
- **Les jeux éducatifs
le sont-ils vraiment ?**
- **La force des regards**
- **Don Quichotte
et ses psychoses**



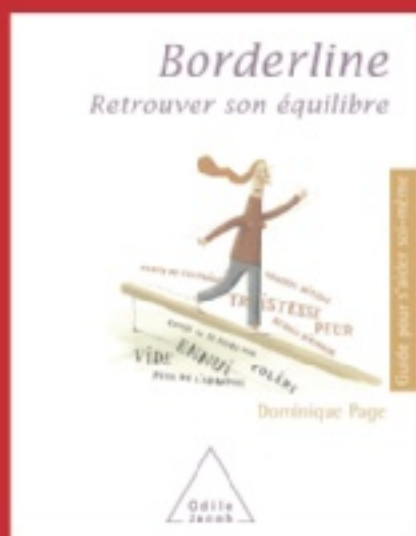
ÉDITIONS ODILE JACOB

collection *Guides pour s'aider soi-même*



256 p

21,90 €



20,90 €



336 p

21,90 €

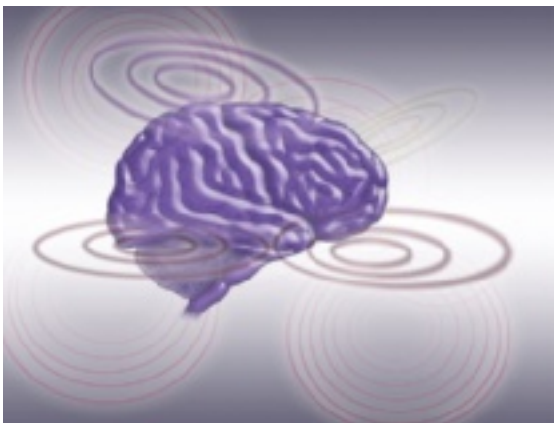
LA RÉFÉRENCE DANS LE MONDE DE LA PSYCHOLOGIE

TITRES DÉJÀ PARUS

Dr JEAN-LUC ÉMERY : *Surmontez vos peurs*
Dr JACQUES LEVEAU : *Pour que notre enfant n'ait plus peur*
Dr GISELE GEORGE : *Mon enfant s'oppose. Que dire ? que faire ?*
Dr FRANÇOIS-XAVIER POUDET : *Bien vivre sa sexualité*
Dr GÉRARD MACQUERON, STÉPHANE ROY : *La Timidité. Comment la surmonter*
Dr YVES SIMON, Dr FRANÇOIS NEF : *Comment sortir de la boulimie*
Dr FRÉDÉRIC FANGET : *Affirmez-vous. Pour mieux vivre avec les autres*
Dr DOMINIQUE SERVANT : *Soigner le stress et l'anxiété par soi-même*
PIERLUIGI GRAZIANI, DANIELA ERALDI-GACKIERE : *Comment arrêter l'alcool ?*
Dr DIDIER PLEUX : « *Peut mieux faire.* » *Remotiver son enfant à l'école*
Dr STÉPHANIE HAHUSSEAU : *Comment ne pas se gâcher la vie*
Dr LAURENT CHNEITWEISS, ÉRIC TANNEAU : *Maîtriser son trac*
Dr ALAIN SAUTERAUD : *Je ne peux pas m'arrêter de laver, vérifier, compter. Mieux vivre avec un tic*
Dr HENRI-JEAN AUBIN, Dr PATRICK DUPONT, Pr GILBERT LAGRUE : *Comment arrêter de fumer ?*

Dr ROGER ZUMBRUNNEN : *Pas de panique au volant !*
JEANNE SIALUD-FACCHIN : *L'Enfant surdoué. L'aider à grandir, l'aider à réussir*
Dr SYLVIE ROYANT-PAROLA : *Comment retrouver le sommeil par soi-même*
Dr CHRISTINE MIRABEL-SARRON : *La Dépression, comment en sortir*
Dr YVES SIMON, Dr FRANÇOIS NEF : *Comment sortir de l'anorexie. Et retrouver le plaisir de vivre*
LUIS VERA : *Mon enfant est triste*
Dr AURORE SABOURAUD-SEGUEIN : *Revivre après un choc*
BÉATRICE MILLÈTRE : *J'éveille mon bébé*
Dr BRUNO KOELZ : *Comment ne pas tout remettre au lendemain*
Dr ANTOINE PELISSOLO : *Bien se soigner avec les médicaments psy*
Dr BRUNO KOELTZ : *Comment ne pas tout remettre au lendemain ?*
Dr NICOLAS DUCHESNE : *Des hauts et des bas. Bien vivre sa cyclothymie*
BÉATRICE MILLÈTRE : *Bien vivre son homosexualité... et réussir son coming-out*

Odile
Jacob



Cerveau sous influence

L'homme est doué de raison. Il sait analyser les données de son environnement, les intégrer dans leur contexte et en déduire une information objective. Certes. Sauf que la neurobiologie et la psychologie font vaciller cette certitude. Nous sommes soumis à d'innombrables influences dont nous ne mesurons pas la portée. Ainsi, saviez-vous que la façon dont une question est posée oriente la réponse fournie (*voir Le poids des mots, page 29*)? Saviez-vous qu'il suffit que l'étiquette d'une bouteille de vin ou de champagne soit changée pour que le breuvage encensé quelques instants plus tôt soit vertement décrié – ou inversement (*voir le dossier : Le plaisir de manger, page 34*)? Saviez-vous que vos réactions diffèrent selon la façon dont votre interlocuteur vous regarde (*voir Les mille effets des regards, page 26*)? Ainsi, nous sommes si sensibles au contexte que notre nature émotionnelle – notre seconde nature – l'emporterait sur notre nature rationnelle.

Darwin expliquait les émotions par des causes extérieures. En présence d'une menace, l'animal et l'homme doivent réagir instantanément, sans avoir à réfléchir, par une sorte de réflexe de sauvegarde. Le cerveau conscient, trop lent, est court-circuité et l'organisme réagit d'emblée sans attendre de savoir si le danger est réel ou non. Les conditions d'une fuite ou d'une riposte se mettent immédiatement en place : l'attention se focalise et le rythme cardiaque accélère, de sorte que les muscles, bien oxygénés, sont prêts à la course.

Éprouver une émotion, c'est reconnaître ces modifications physiologiques. Et ces émotions, qu'elles soient primaires – la joie, la tristesse, la peur, la colère, la surprise, le dégoût – ou sociales

– l'embarras, la jalousie, l'admiration ou l'orgueil – nous aident à décider et à agir.

Émotions aussi en matière d'alimentation. Les nutritionnistes montrent que nos habitudes alimentaires sont soumises à notre humeur. Lorsque la froidure hivernale se fait sentir, que le stress s'accumule, que le jour raccourcit (ce qui peut entraîner une dépression saisonnière), c'est précisément le moment où l'on déguste du chocolat et des aliments riches en graisse et en sucres, substances qui ont la capacité d'améliorer l'humeur et de réduire la libération de l'hormone de stress.

Replacée dans un contexte évolutionniste, cette appétence pour le gras et le sucre a été vitale pour nos ancêtres. Ceux qui étaient capables d'emmagasiner des graisses survivaient mieux aux disettes. Cet avantage a aujourd'hui un revers : dans les pays industrialisés, les famines ne sont plus qu'un souvenir, de sorte qu'une consommation excessive de ces nourritures riches ouvre la porte à l'obésité.

Ainsi, les émotions commandent nombre de nos réactions et comportements. Pourtant, l'homme serait, contrairement aux animaux, capable de prendre conscience de ses émotions et, par là même, de les analyser et de les dompter. C'est, par exemple, le cas des « mangeurs émotionnels » qui ne peuvent réguler leurs émotions que par la nourriture : après avoir appris à anticiper le moment où l'appel du réfrigérateur va l'emporter, ils réussissent à mettre en place des stratégies psychologiques pour y résister. Comme la lumière qui n'est pas visible mais rend visible toute chose, l'émotion inconsciente modèle le conscient... mais on peut canaliser la lumière.

Françoise PÉTRY



Éditorial

1

L'actualité

des sciences cognitives

4

- La génétique de Mozart • Le cerveau de Machiavel • Danseuse de bar, un emploi fluctuant • Les pigeons ont le compas dans l'œil • Les bases cérébrales de la « sensibilité de gauche » • Le blindage émotionnel du chirurgien • « C'est trop injuste » : un sentiment d'origine génétique • Une poignée de main virile • Où étiez-vous ce jour là ? • Pourquoi mange-t-on sans faim ? • L'orgasme, un puissant anxiolytique • De l'image subliminale à l'image consciente

Analyses de livres

94

- *Petits pénibles et gros casse-pieds*, Christophe André et Muzo
- *À la recherche de la mémoire*, Éric Kandel
- *Psychologie*, David G. Myers

Tribune des lecteurs

95

Cerveau & Psycho

Cinéma

Deux jours à Paris :

vers la démocratie du couple

12

Les luttes de pouvoir sont une étape obligée de la vie de couple.

Comportement

Les jeux éducatifs le sont-ils vraiment ?

15

Bien choisis, ils augmentent la concentration et l'estime de soi.

Psychologie sociale

des violences collectives

20

Comment la foule libère les pulsions violentes de l'individu.

Psychologie au quotidien

Les mille effets des regards

26

Regards noirs ou langoureux, directs ou fuyants : tous nous influencent.

Cognition

Le poids des mots

29

La formulation d'une question oriente la réponse.

Le plaisir de manger

DOSSIER



Andrey Artyagov / Shutterstock

Nourriture émotionnelle

p. 35

Nourriture émotionnelle

35

Les nourritures grasses et sucrées améliorent l'humeur.

Le philosophe et le vin

40

La dégustation d'un grand cru est une expérience cognitive unique.

Le gras est-il une saveur ?

44

Le « goût » du gras serait une saveur nouvelle à part entière.

Champagne : le goût du prestige

48

Dans le champagne, l'étiquette procure plus de plaisir que le breuvage.

Les aliments du cerveau

50

L'alimentation a une influence notable sur les facultés intellectuelles.

Pathologie

- La maladie de l'immobilité** 56
Une maladie, la sclérose latérale amyotrophique, paralyse l'ensemble du corps.

Mémoire

- Neurone cherche emploi qualifié** 62
Des neurones apparaissent dans le cerveau adulte et peuvent être fonctionnels.

Comportement

- Terreurs animales et frayeurs humaines** 65
La peur ne serait pas un sentiment, mais un « programme » comportemental.

Cognition

- Son et lumière : le cerveau à la fête** 70
Le cerveau donne une représentation unifiée de tous les signaux qu'il reçoit.

Le cas clinique

- L'homme sans avenir** 74
Un homme a perdu la capacité de mémoriser tout ce qui s'est passé depuis 1999.

Interview

- L'homme au cerveau creux** 78
Le cas extraordinaire d'un homme au cerveau... rempli d'eau.

Comportement animal

- Culture et traditions chez le singe** 80
Certains singes transmettent des « cultures », comme les humains.

Illusions

- De l'importance de voir à l'endroit** 86
Nous ne savons pas détecter les détails sur des visages observés à l'envers.

Art et pathologie

- Don Quichotte, l'homme de toutes les psychoses** 89
Le héros de Cervantès est un condensé de tous les troubles mentaux.



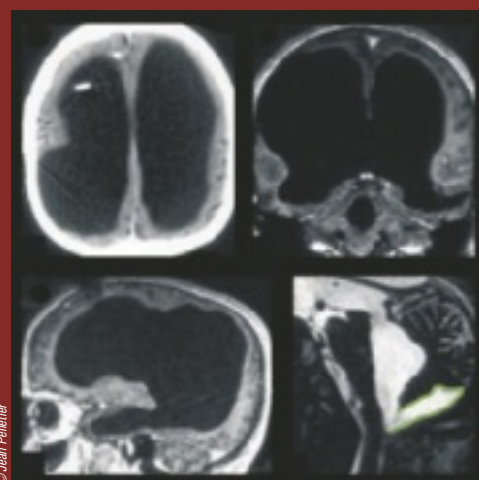
Les jeux éducatifs
le sont-ils vraiment ?

p. 15



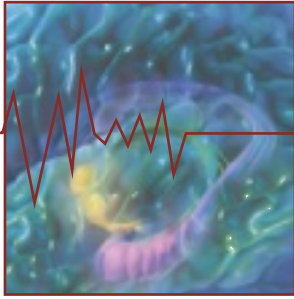
Le poids des mots

p. 29



L'homme au cerveau creux

p. 84



L'actualité des sciences cognitives



Shutterstock

La génétique de Mozart

Un « gène de la mémoire musicale » a été découvert. Il permettrait de retenir et de retranscrire les mélodies compliquées...

Mozart avait, dit-on, la capacité de retenir un morceau de musique après une seule écoute, et de pouvoir le réécrire entièrement de mémoire, sans la moindre rature. Une telle mémoire musicale serait sous-tendue par des facteurs génétiques, récemment identifiés par une équipe de biologistes de l'Université de Jérusalem.

Roni Granot et ses collègues ont fait passer des tests de mémoire musicale à 82 étudiants (essayer de faire aussi bien que Mozart...), puis ont analysé leur patrimoine génétique et ont constaté que les différences dans les scores de mémoire musicale étaient associées à des variations dans une zone du patrimoine génétique qui détermine la production d'une molécule, nommée récepteur de la vasopressine. Ainsi, l'aptitude à retenir des mélodies, essentielle pour développer un bon répertoire et un sens de l'interprétation, serait en partie déterminée par des facteurs génétiques.

Si les capacités pour la musique ont une base génétique, il y a de fortes chances pour que la sensibilité de l'être humain aux mélodies et aux rythmes ait eu une valeur adaptative. Cela signifie que la musique a joué un rôle assez important dans les sociétés primitives pour que les individus qui y sont sensibles voient leurs gènes se multiplier et se répandre dans la population. Les récepteurs de la vaso-

pressine sont responsables de la formation des liens sociaux et affectifs entre individus, du moins chez les rongeurs. En 2004, la biologiste Miranda Lim avait introduit des récepteurs de la vasopressine dans le cerveau d'une espèce de campagnols polygames où les mâles ne s'attachent jamais à une femelle. Les campagnols ainsi modifiés étaient devenus monogames. Cette expérience démontrait le rôle de la vasopressine dans la formation des liens sociaux.

R. Granot et ses collègues postulent que la musique aurait eu un rôle social dans les premières sociétés, et qu'elle l'a probablement conservé aujourd'hui. La musique serait un moyen de créer des communautés soudées, s'adonnant à des activités synchronisées. Danser ensemble, c'est accéder sur un mode collectif à une pratique ludique et parfois sacrée. De même, la musique aurait la capacité de synchroniser les affects entre deux personnes du sexe opposé. Ainsi, lorsque vous dînez en tête à tête avec une personne que vous désirez séduire, une musique romantique diffusée dans le restaurant suscite la même émotion au même moment chez elle et chez vous. Le récepteur de la vasopressine serait mobilisé à la fois dans la perception de la musique et... dans la formation des couples. Belle chimie des accords et des sentiments !

R. GRANOT et al., *Evolution and Human Behavior*, vol. 26, p. 313, 2007

Le cerveau de Machiavel

Comment fonctionne le cerveau des individus machiavéliques ? C'est ce qu'ont cherché à savoir Ernst Fehr, Manfred Spitzer et leurs collègues, de l'Université de Zürich. Ils ont distribué à des volontaires des questionnaires visant à établir leur « score de machiavélisme », à travers des affirmations telles que : « Le meilleur moyen d'obtenir ce qu'on veut des gens est de leur dire ce qu'ils veulent entendre », ou « On ne fait pas d'omelette sans casser des œufs ». Puis ils les ont fait jouer à un jeu, pendant que leur activité cérébrale était enregistrée.

Chaque joueur se voyait remettre une somme d'argent et devait la partager, comme bon lui semblait, avec un partenaire. Si le joueur proposait un partage trop inéquitable (« Je garde 90 pour cent de la somme, et je ne laisse que des miettes à mon partenaire »), deux situations pouvaient se présenter : dans la moitié des cas, le partenaire avait la possibilité de protester en interdisant à ce joueur de gagner une quelconque somme d'argent au tour suivant ; dans l'autre moitié des cas, le partenaire n'avait aucun moyen de protester et le joueur restait impuni.

Les machiavéliques se sont distingués par une attitude très spéciale à ce jeu : ils proposaient des partages très équitables lorsqu'ils pouvaient être sanctionnés, et des partages iniques

lorsque leur partenaire n'avait aucune possibilité de protester. M. Spitzer a alors observé ce qui faisait la particularité du cerveau machiavélique. Par imagerie cérébrale, il a constaté l'activation de quatre zones particulières : les cortex préfrontaux dorsolatéral, ventrolatéral et orbitolatéral, ainsi que le noyau caudé. Selon E. Fehr et M. Spitzer, ces zones permettent d'agir en conformité avec des normes. Elles s'activent chez toute personne qui doit agir dans un contexte régi par des règles sociales, et notamment lorsqu'une punition peut venir sanctionner un acte qui contrevient à ces règles. C'est le cas dans le jeu précédemment décrit (lorsque le partenaire peut punir un acte injuste), mais aussi lorsque nous avons la tentation de brûler un feu rouge. Chez les machiavéliques, ces zones sont suractivées lorsqu'ils savent qu'une rétorsion est possible, et inactivées en l'absence de représailles.

Chacun est soumis à deux types de motivations : soit une motivation morale (je ne brûle pas le feu rouge parce que je risque de mettre en danger la vie d'autrui) soit une motivation d'ordre répressif (je ne brûle pas le feu parce qu'il y a un gendarme). Les plus machiavéliques raisonnent selon la seconde optique.

M. SPITZER et al., *The Neural Signature of Social Norm Compliance*, in *Neuron*, vol. 56, p. 185, 2007

Danseuse de bar, un emploi fluctuant

Les danseuses de bar pourront désormais invoquer l'instabilité de l'emploi, mais pas pour des raisons juridiques ou économiques... La cause est biologique : les pourboires varient du simple au double selon qu'elles sont en période d'ovulation ou non.

Cette étude réalisée dans des bars et boîtes de nuit d'Albuquerque, aux États-Unis, avait initialement pour but de déterminer si l'ensemble des modifications biologiques qui accompagnent la phase d'ovulation chez la femme a réellement une influence sur les rencontres entre hommes et femmes, et joue encore, dans notre espèce comme chez d'autres animaux, un rôle dans la sélection des partenaires sexuels. Geoffrey Miller et ses collègues ont donc suivi 18 danseuses de bar pendant 60 jours, en consignant les phases de leur cycle ovarien et en demandant aux intéressées de leur communiquer le montant des pourboires qu'elles recueillaient jour après jour.

Le résultat de leur enquête a montré que les pourboires atteignaient une moyenne de 185 dollars lorsque la femme était en période menstruelle, 260 dollars lors de la phase lutéale qui sépare la phase menstruelle de la phase ovulatoire, et 335 dollars lors de la phase ovulatoire (pour une même danse). L'ovulation fait s'envoler les prix.

Pourquoi ? Parce que les femmes sont plus attirantes et plus belles quand les hormones de l'ovulation irriguent leur organisme. C'est déjà ce qu'avait montré une étude, où des hommes devaient indiquer, parmi deux photos d'une même femme prises en phase lutéale ou en phase ovulatoire, laquelle était la plus jolie. Dans presque tous les cas, ils désignaient la photo prise en phase ovulatoire.

Le surcroît d'éclat des femmes en période ovulatoire est une astuce bien rodée de l'évolution pour optimiser les chances de procréation. La nature nous poursuit même dans l'artifice des grandes villes...

G. MILLER et al., in *Evolution and human behavior*, à paraître





Tim Zlotewski / Shutterstock

Les pigeons ont le compas dans l'œil

La rétine des pigeons contient des molécules organiques qui réagissent à l'orientation du champ magnétique terrestre et permettent aux oiseaux de « voir » les lignes de champ.

Comment les pigeons voyageurs font-ils pour atteindre leur destination en dépit des vents contraires, des nuages, et des variations de visibilité ? Pourquoi ne s'égarent-ils jamais ? Selon les biologistes, ces oiseaux sont sensibles au champ magnétique terrestre, dont ils perçoivent l'orientation grâce à une boussole microscopique associée à leur cerveau.

Mais où se trouve cette boussole ? Certains zoologues ont postulé l'existence de magnétite, un métal naturellement aimanté qui se trouverait sous la forme de fines particules dans certains neurones de l'oiseau. Cela n'a jamais pu être démontré. C'est pourquoi une autre hypothèse a été formulée : des

molécules de la rétine de l'oiseau, nommées cryptochromes, seraient sensibles au champ magnétique et susciteraient des réactions chimiques dans les cellules rétinienne, selon l'orientation des lignes de champ magnétique. La rétine de l'oiseau réagirait de cette façon à l'orientation du champ terrestre.

Mais pour que l'oiseau puisse tirer parti de ce système de détection, il faut que son cerveau traite l'information de façon cohérente. Pour le démontrer, D. Heyers et ses collègues, de l'Université de Oldenburg en Allemagne, ont montré, grâce à des méthodes de marquage biochimique, qu'une structure cérébrale nommée l'amas N (impliquée dans l'orientation) est connectée à la fois au thalamus visuel (la plaque tournante de l'information visuelle dans le cerveau) et aux cellules de la rétine qui produisent le cryptochrome. Ainsi, l'amas N ferait partie du système visuel

des oiseaux migrateurs, et ces derniers détecteraient le champ magnétique grâce à des cellules spécifiques de leur rétine. C'est la première fois que l'on trace une chaîne complète de traitement de l'information du signal magnétique chez les oiseaux migrateurs, mais le plus extraordinaire – et qu'un œil humain ne verra jamais – doit être la vision qu'un pigeon a de son environnement en vol. Étant donné que l'organe détecteur du champ magnétique est connecté au système visuel, le pigeon doit apercevoir dans son champ visuel des lignes de champ qui parcourent la surface de la Terre. Dans le film *Terminator*, l'androïde programmé pour tuer ses victimes « voit » aussi des signaux infrarouges ou magnétiques.

Qui aurait cru que l'animal dont la vision se rapproche le plus de *Terminator* serait un pigeon ?

D. HEYERS et al., in *PLoS One*, n° 9, e 937, sept. 2007

Les bases cérébrales de la « sensibilité de gauche »

Les électeurs de gauche se distingueraient par une activité cérébrale plus accentuée dans la zone du cortex cingulaire antérieur.

Selon une étude publiée récemment par David Amodio, de l'Université de New York, les électeurs libéraux américains auraient une zone du cerveau plus active, qui permet de changer de stratégie face à des situations fluctuantes. Cette même zone, moins active chez les électeurs de droite, dénoterait une tendance accrue à fonctionner suivant des habitudes bien ancrées.

D. Amodio a demandé à des volontaires d'appuyer le plus vite possible sur un bouton quand un signal GO apparaissait sur un écran d'ordinateur. Au bout de quelques répétitions, le geste devient une habitude. Toutefois, si les mots NO GO apparaissent sur l'écran, il faut se retenir d'appuyer sur le bouton et, par conséquent, résister à la force de l'habitude. Avant l'expérience, tous les volontaires avaient été classés entre libéraux (l'équivalent de la gauche en France) et conservateurs (l'équivalent de la droite), grâce à des questionnaires politiques. Les résultats ont montré que les participants de gauche réussissaient mieux à ne pas appuyer sur le bouton quand le signal NO GO apparaissait. Les participants de droite continuaient sur leur lancée et appuyaient souvent sur le bouton. Ils étaient « conservateurs » au sens propre, conservant leur pratique bien ancrée.

Les neurologues ont constaté que, dans le cerveau des participants de gauche, l'aire du cortex cingulaire antérieur est plus active que chez les participants de droite. Cette zone est un « détecteur de conflits », qui permet de prendre en compte des situations nouvelles. Le conservatisme des personnes de droite pourrait ainsi résulter du fait qu'elles ont du mal à assimiler la nouveauté des situations. Le changement pourrait être parfois trop rapide, si bien qu'elles préféreraient garder leurs habitudes.

Il est beaucoup trop tôt pour conclure que de telles différences cérébrales sont prédéterminées et qu'on ne peut en dévier. Le cerveau est extrêmement plastique et peut se remodeler suivant l'environnement auquel il est exposé, de sorte que le cortex cingulaire antérieur des électeurs de gauche pourrait être plus actif pour la simple raison qu'il a été plus entraîné au fil d'un apprentissage politique de gauche. Toute la question que pose cette étude est de savoir si des facteurs génétiques peuvent rendre cette zone cérébrale plus ou moins active, prédisposant certaines personnes à être plutôt de droite ou plutôt de gauche.

D. AMODIO et al., *Neurocognitive correlates of liberalism and conservatism*, in *Nature Neuroscience*, publication en ligne

Le blindage émotionnel du chirurgien

Comment font les médecins pour imposer parfois des traitements douloureux à leurs patients, sans pour autant ressentir la douleur du malade ? Ils ont appris, à force de pratique, à éteindre les zones du « partage de la douleur » dans leur cerveau.

Certains se souviennent peut-être d'un film hollywoodien intitulé *Le docteur* où l'acteur William Hurt campe un chirurgien de haute renommée, virtuose du scalpel, dont la carrière est jalonnée d'exploits techniques hors du commun. Sa dextérité lui permet de sauver n'importe quel accidenté, mais il reste un monstre froid qui ne ressent jamais la moindre empathie pour ses patients. Bien entendu, comme il s'agit d'un film à vocation pathétique, il se trouve un jour confronté à sa propre insensibilité et rencontre une patiente condamnée par un cancer qui demande autre chose que de la technique médicale : de la compassion. Le docteur entame alors une lente et douloureuse métamorphose, au fil de laquelle il réapprend ce qu'est la souffrance du patient opéré, du malade en phase terminale...

Derrière la facture un peu grossière de ce film se cache une réalité humaine indubitable. Le professionnel de santé est régulièrement confronté à la souffrance humaine – parfois il doit même faire souffrir pour soigner – et doit malgré tout garder la pleine possession de ses moyens pour pratiquer un acte médical de qualité. Se laisser contaminer par la souffrance de l'autre, voilà qui serait le plus sûr moyen de commettre des erreurs irréparables. Imaginez qu'un dentiste soit affolé par les mouvements de son patient ou qu'un chirurgien pâlisse à la vue du sang !

C'est pourquoi le cerveau est muni de dispositifs qui permettent de limiter la « contagion de la douleur » et de se détacher des souffrances de son patient. À l'Université de Chicago, Jean Decety et ses collègues ont examiné par imagerie cérébrale les réactions de médecins experts et de volontaires profanes face à des scènes pouvant suggérer une légère souffrance de la part du patient, par exemple des scènes d'acupuncture. Ils ont constaté que, chez une personne non habituée à la pratique médicale, des zones telles que la substance grise périaqueducale, l'insula et le cortex cingulaire antérieur s'activent préférentiellement : elles sont impliquées dans le « partage de la douleur d'autrui », ce sont

ces régions qui nous rendent difficile à supporter le spectacle d'un scalpel coupant la peau d'un patient. Mais chez les experts du monde médical, ces zones ne sont pas actives et ce sont d'autres aires cérébrales, le cortex préfrontal médian, le gyrus frontal supérieur et le lobule pariétal inférieur droit, qui entrent en action. Le lobule pariétal inférieur droit contribue à la distinction entre soi et autrui et permet au médecin de comprendre que ce n'est pas à lui de souffrir pour son patient ; quant au cortex préfrontal médian, il a la capacité d'inhiber l'action de l'insula et donc certaines composantes de la douleur que pourrait ressentir le médecin à la place de son patient.

C'est donc confirmé : les médecins habitués à voir souffrir leurs patients dressent une barrière émotionnelle qui leur permet

d'exercer leur pratique à longueur de journée sans prendre sur eux toute la douleur des malades.

Ce mécanisme ne risque-t-il pas d'entraîner une forme d'indifférence ou d'insensibilité à la douleur d'autrui qui, tel le docteur du film éponyme, évacuerait toute dimension humaine de la relation entre le médecin et son patient ? De fait, les études de J. Decety et de ses collègues révèlent que les médecins jugent moins déplaisante l'expérience du patient, que ne le feraient des profanes. Sous-estiment-ils la douleur du malade ? Pour être bon technicien et rester humain, il faut savoir rallumer le système d'empathie lorsque le patient en a besoin. C'est ce qu'apprend, non sans peine, William Hurt dans le film *Le docteur*.

Y. CHENG et al., in *Current Biology*, vol 17, n° 19, p. 1708, 2007



Kiselev Andrey, Valerovich / Shutterstock



« C'est trop injuste » : un sentiment d'origine génétique

Dans toutes les civilisations, l'être humain manifeste un sens profond et viscéral de l'injustice. D'où vient ce sentiment ? Des psychologues, des Universités de Stockholm et du

Massachusetts, ont récemment découvert que le sens de l'injustice a un fondement génétique, ce qui permet de mieux comprendre pourquoi l'être humain y est si sensible.

Dans leurs expériences, Björn Wallace et ses collègues ont réuni 758 jumeaux et les ont fait jouer au jeu de l'ultimatum : chaque participant est placé face à un homme qui détient une somme de 100 euros et peut la partager comme bon lui semble. Il peut par exemple garder 90 euros pour lui et en proposer 10 à l'autre. Ou bien en garder 50 et en donner 50. De toute façon, le participant peut simplement accepter ou refuser, car il n'a pas le pouvoir d'influer sur la somme allouée par le donneur. S'il accepte par exemple l'offre de 10 euros, il repart avec ces 10 euros et son donateur repart avec 90 euros, mais s'il refuse, ni lui ni le donateur n'empochent la moindre somme.

D'un strict point de vue économique, il vaut mieux accepter 10 euros même si l'offre n'est pas équitable, car le fait de refuser impose de repartir les mains vides. Mais la plupart des gens testés à ce jeu préfèrent refuser, car ils souhaitent punir le donateur d'avoir fait une offre si injuste. Chez eux, le sens de l'injustice est plus fort que le désir d'argent.

Lorsque B. Wallace et ses collègues ont fait jouer tous les jumeaux de leur expérience, ils ont constaté que les participants présentaient différents « seuils d'acceptation » de l'offre : certains acceptaient des offres aussi basses que 10 euros, d'autres refusaient au-

dessous de 30. Cela reflète le fait que, dans la population, les gens ont des sensibilités différentes à l'injustice. Mais ils ont ensuite montré que cette sensibilité est en partie codée par les gènes : les vrais jumeaux, même élevés dans des conditions différentes, ont toujours des seuils d'acceptation très proches, et donc des sensibilités similaires à l'injustice.

Ainsi, le niveau de sensibilité à l'injustice est déterminé en partie par des gènes. Selon les auteurs de cette étude, ils participent à l'élaboration de circuits cérébraux dans une zone nommée cortex préfrontal, qui intervient de façon cruciale dans le comportement de rejet des offres iniques. Le développement de cette zone cérébrale présente des disparités importantes selon les individus.

En quoi cette observation nous renseigne-t-elle sur l'origine du sentiment d'injustice ? Le cadre de réflexion des psychologues évolutionnistes est le suivant : à certains stades clés de son évolution, le cerveau humain aurait acquis des structures lui permettant de se comporter de façon altruiste. Toutefois, pour qu'une collectivité d'individus altruistes puisse profiter de la solidarité de tous, il faut aussi un système cérébral de détection des égoïstes. Le sens de l'injustice est ce système de détection, qui se manifeste dans les réactions de rejet au jeu de l'ultimatum.

Dans une telle perspective de psychologie évolutionniste, l'acquisition d'un système de détection de l'injustice repose sur la fixation de certains gènes dans le patrimoine génétique de l'espèce. Ainsi, l'étude américano-suédoise confirme qu'il existe vraisemblablement des gènes du sentiment d'injustice, même si les influences de l'environnement interviennent certainement pour une part équivalente dans ce sentiment.

B. WALLACE et al., in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, édition en ligne avancée



Une poignée de main virile

Savez-vous qu'une poignée de main vigoureuse est généralement un signe de bonne santé, reflète une alimentation saine ainsi qu'une faible masse grasseuse ? Toutes ces associations sont le résultat de longues années d'études épidémiologiques qui permettent d'en savoir long sur son interlocuteur, rien qu'à sa façon de serrer la main.

La plus récente de ces découvertes concerne un aspect bien connu de la poignée de main : la poignée de main « virile ». Ce terme est fréquemment employé pour une personne qui vous broie les métacarpes en vous saluant. Mais pourquoi le terme « viril » ? Andrew Gallup et ses collègues, de l'Université d'Albany, ont interrogé 82 hommes âgés

de 18 à 28 ans. Ils ont mesuré la largeur de leurs hanches, de leurs épaules, leur ont demandé de serrer le plus fort possible une poignée à ressort munie d'un capteur de force, leur ont demandé quel avait été l'âge de leur premier rapport sexuel, combien de partenaires ils avaient eues, à combien de reprises ils avaient frappé un camarade à l'école. Ils ont constaté que le nombre de partenaires sexuels était relié à la force de leur poignée de main, et que leur premier rapport sexuel avait eu lieu à un âge d'autant plus précoce que leur poignée de main était puissante. En outre, ils avaient les épaules plus larges et avaient eu un comportement plus agressif lorsqu'ils étaient lycéens.

Ces données s'expliquent par le fait que la force de la poignée de main, de même

Où étiez-vous ce jour-là ?

Si nous nous rappelons tous où nous étions lorsque les avions se sont écrasés sur les tours du *World Trade Center*, c'est à cause d'une molécule nommée noradrénaline.

Où étiez-vous le 11 septembre 2001, lorsque les avions se sont écrasés sur les tours du *World Trade Center* ? Vous vous en souvenez sûrement. On se rappelle ces événements extraordinaires : le cerveau a mémorisé le contexte où vous avez vécu l'émotion liée à ces attentats. De façon générale, l'émotion agit comme un fixateur de la mémoire.

Les agents chimiques de cette fixation viennent d'être identifiés. Il s'agit principalement d'une molécule, la noradrénaline, qui est libérée en situation d'émotion, légère ou intense, et qui a de profonds effets sur les mécanismes de mémorisation. Le rôle de cette molécule a été mis en valeur par les neurobiologistes Hailan Hu et ses collègues, de l'Université de *Cold Spring Harbor*, aux États Unis.

La principale zone du cerveau engagée dans les mécanismes de mémorisation se nomme l'hippocampe. Elle est reliée à une zone plus profonde située dans le tronc cérébral, le locus coeruleus, et à un carrefour émotionnel qui occupe le centre du cerveau, l'amygdale cérébrale. Le locus coeruleus est relié à l'hippocampe et à l'amygdale cérébrale par des neurones qui contiennent de la noradrénaline : lorsque nous ressentons une émotion intense, il inonde l'hippocampe de cette molécule, de sorte que ce noyau enregistre l'événement avec une acuité accrue.

H. Hu et ses collègues ont montré que la noradrénaline provoque des modifications chimiques de certaines molécules (nommées récepteurs AMPA de type GluR1) qui assurent la transmission du signal

que le comportement sexuel précoce et l'agressivité, sont sous-tendus par la présence de testostérone. Dans la plupart des espèces mammifères, les mâles dominants dotés d'une forte concentration de cette hormone mâle, sont recherchés par les femelles, car ils disposent généralement de ressources plus abondantes pour pourvoir à la survie de la progéniture.

N'en concluons pas que toute personne du sexe féminin serait vouée à s'accoupler avec un homme agressif aux larges épaules et à la poignée de main vigoureuse : heureusement, chaque individu a ses goûts, son histoire et sa sensibilité, mais il s'agit – d'après cette étude – d'une tendance statistique indéniable.

Un détail mérite d'être souligné : le caractère héréditaire de la poignée de main ! Au moins trois études indépendantes ont mis en évidence le fait que la force de la poignée de main est un caractère héréditaire, ce qui laisse à penser que cette caractéristique ait pu remplir une fonction adaptative au cours de l'évolution. Les zoologues font remarquer qu'une bonne force de serrage est un des premiers critères de survie chez les primates qui se déplacent dans les arbres de branche en branche.

A. Gallup et al., in *Evolution and Human Behavior*, à paraître



nerveux entre les neurones de l'hippocampe. Du fait de ces modifications chimiques, le signal nerveux transite mieux entre les neurones et ces derniers peuvent former des réseaux où s'ancre le souvenir de la scène. Les modifications chimiques qui participent à cette fixation du souvenir sont des phosphorylations des récepteurs AMPA de type GluR1. Lors d'une phosphorylation, un groupe phosphate se fixe en certains endroits de la molécule. Ici les sites de phosphorylation sont les acides aminés sérine en positions 831 et 845.

Des techniques biochimiques permettent de mesurer la quantité de récepteurs AMPA de type GluR1 qui ont fait l'objet d'une telle phosphorylation. Les biochimistes ont réalisé ces mesures dans deux types de situation : lorsque des rats avaient reçu une injection de noradrénaline, et lorsqu'ils avaient été soumis à une vive émotion, par exemple lorsqu'on leur fait respirer de l'urine de renard – un prédateur redouté. Dans les deux cas, les mesures ont révélé une hausse importante de la quantité de récepteurs phosphorylés.

Que se passe-t-il lorsqu'un récepteur de ce type est phosphorylé ? Il est acheminé plus efficacement vers les synapses, c'est-à-dire les jonctions entre neurones, où il participe plus activement à la transmission du signal nerveux. Grâce à des électrodes qui mesurent l'intensité des signaux nerveux dans ces synapses, les neurobiologistes ont établi la présence de nombreux récepteurs AMPA de type GluR1 après l'injection de noradrénaline et également après l'émotion vécue par l'animal.

Enfin, des expériences de conditionnement ont montré que la noradrénaline augmente les capacités de mémorisation des rats exactement de la même façon qu'une émotion. Pour cela, des rats ont été placés dans une cage où ils ont reçu une décharge électrique. Ultérieurement, ils ont adopté une posture d'attente et de repli dans cette cage, signe qu'ils avaient mémorisé le danger qui lui était associé. Mais des rats placés dans une cage similaire et à qui l'on injecte simplement de la noradrénaline, sans procéder à un choc électrique, se comportent de la même façon : la noradrénaline, comme une émotion vive, renforce le souvenir de cet environnement menaçant. Enfin, pour parachever leur démonstration, les neurobiologistes ont créé des souris modifiées génétiquement, de façon à ce que les récepteurs AMPA de type GluR1 ne puissent plus être phosphorylés. Ils ont constaté que ces souris ne mémorisaient plus les conditions où elles avaient vécu une vive émotion. C'est pourquoi on mémorise les événements traumatisants.

H. Hu et al., *Emotion enhances learning via norepinephrine regulation of AMPA-receptor trafficking*, in *Cell*, vol. 131, p. 160, 2007



Gargantua était renommé pour ses festins gigantesques. Avait-il, comme le suggèrent des psychologues anglais, un cortex orbitofrontal hypertrophié ?

Pourquoi mange-t-on sans faim ?

Ah ! Si seulement on ne mangeait que lorsqu'on a faim ! Plus de problème d'obésité, peu de diabète et de cholestérol... L'humanité prospère serait peuplée d'individus sveltes et bien portants. Douce utopie : depuis des millénaires, les philosophes s'interrogent sur la tendance de l'être humain à « vouloir en faire trop », dès lors qu'il tient une fourchette à la main. Socrate expliquait par exemple, à travers sa notion de tempérance, qu'un mangeur devrait toujours se demander s'il a encore faim avant de se resservir. Cicéron quant à lui résuma cette idée dans une des formules dont il avait le secret : « Il faut manger pour vivre, et non vivre pour manger ».

Belles maximes à méditer lorsqu'on a un penchant pour la bonne chère. Plus facile à dire qu'à faire : le problème, c'est que le centre du « besoin alimentaire », l'hypothalamus, passe le relais au centre du « plaisir sans faim », le cortex orbitofrontal, dès que l'estomac est suffisamment rempli. C'est ce qu'ont constaté la biologiste Rachel Batterham et ses collègues, de l'Université de Londres, en mesurant la concentration d'un peptide intestinal nommé PYY chez des volontaires à différents moments de leur journée, avant, pendant et après un repas. Avant un repas, la concentration de ce peptide est faible : les biologistes ont constaté alors que la quantité de nourriture ingérée pendant le repas est déterminée par l'activité de l'hypo-

thalamus, un centre cérébral de la faim. En revanche, si l'on donne la possibilité aux mangeurs d'ingérer encore de la nourriture alors que le repas touche à sa fin, la concentration du peptide PYY est plus élevée et l'on s'aperçoit alors que la quantité de nourriture supplémentaire ingérée est déterminée, non plus par l'activité de l'hypothalamus, mais par celle du cortex orbitofrontal dorsolatéral.

Tout se passe donc comme si le peptide PYY déconnectait l'hypothalamus du comportement alimentaire, et faisait entrer en jeu le cortex orbitofrontal dorsolatéral. Ce dernier est connecté aux centres cérébraux du plaisir, mais aussi à d'autres zones corticales plus complexes qui peuvent prendre en compte des données de l'environnement, telles que l'image d'un dessert appétissant, la présence de convives, la conversation, et donner envie de manger plus.

Il est aujourd'hui bien accepté que l'épidémie mondiale d'obésité est due en partie à un comportement alimentaire qui va « au-delà de la faim ». Dès lors, la connaissance des circuits cérébraux qui nous poussent à continuer à manger peut se révéler précieuse pour mieux évaluer l'efficacité de traitements anti-obésité, qu'il s'agisse de médicaments ou de psychothérapies. Mais il n'est jamais inutile de relire Socrate pour remettre un peu de sagesse dans son assiette.

R. BATTERHAM et al., in *Nature*, édition en ligne avancée

L'orgasme, un puissant anxiolytique

Chacon connaît la tension et l'excitation qui précède un acte sexuel, et qui va croissant jusqu'au plaisir. Chacun connaît aussi la décompression qui suit : un sentiment de détente, de relâchement. On parle parfois de morosité post-coïtale, mais le plus souvent c'est une sensation agréable et sereine qui suit l'orgasme. Cette plénitude dissipe souvent des angoisses, au point que certains artistes confient avoir des relations sexuelles juste avant d'entrer en scène, pour combattre le trac.

À l'Université de Regensburg, en Allemagne, Martin Waldherr et Inga Neumann ont réalisé des expériences avec des rats qu'ils ont laissé s'accoupler et chez qui ils ont mesuré à la fois le niveau d'anxiété et la capacité à prendre des risques après la copu-

lation. Ils ont constaté qu'un mâle change de comportement dans des tests mesurant l'anxiété. Le rat doit par exemple s'avancer à découvert sur une passerelle étroite située en hauteur. Ils ont nettement moins peur, prennent plus facilement des risques, sans pour autant tomber ! Un autre test consiste à laisser le choix au rat entre un compartiment obscur et un compartiment illuminé dans une cage. La lumière suscite généralement l'anxiété chez les rats, qui sont des animaux nocturnes et se dissimulent dans l'obscurité pour fuir les dangers. Après s'être accouplé, le rat mâle passe beaucoup plus de temps dans le compartiment illuminé.

Pourquoi l'orgasme est-il un anxiolytique ? Parce que l'acte sexuel augmente la concentration d'un peptide nommé ocytocine dans

l'hypothalamus paraventriculaire, plaque tournante du désir et des émotions. L'ocytocine produite dans l'hypothalamus serait ensuite relâchée dans l'amygdale cérébrale, une zone-clé de la peur et de l'anxiété. Voilà comment l'ocytocine réduit l'anxiété...

Chez l'homme, les choses se passent probablement de la même façon, car il a été montré que l'activité de l'amygdale cérébrale (et donc l'anxiété) se trouve réduite, aussi bien lorsque l'on fait respirer de l'ocytocine à des volontaires hommes, que lorsque ces derniers ont une éjaculation.

Voilà qui permet de mieux comprendre les effets bénéfiques du sexe sur la santé mentale et physique : l'ocytocine libérée lors d'un acte sexuel diminue le stress !

M. WALDHERR et I. NEUMANN, in *P.N.A.S. of the U.S.A.*, éd. avancée en ligne du 8 octobre 2007

De l'image subliminale à l'image consciente

Quand nous prenons conscience de ce qui nous entoure, l'activité de notre cerveau se déplacerait des régions situées à l'arrière du cerveau vers les régions antérieures. Il faut environ un quart de seconde pour que se forme un tel réseau cérébral, nécessaire à la conscience.

Les images subliminales sont des stimulations visuelles trop brèves pour être perçues consciemment, mais qui peuvent quand même déclencher des réactions instinctives, par exemple émotionnelles. Cela se comprend si l'on songe qu'il suffit de quelques millisecondes pour que les neurones de la rétine et ceux qui traitent les premiers stades de l'information visuelle s'activent, mais il semble qu'il faille plus de temps pour que davantage de neurones soient activés et pour que nous puissions réellement avoir conscience de voir cette image.

L'idée d'une « masse critique de neurones » nécessaire à l'apparition de la conscience est un peu naïve, mais elle correspond malgré tout à une certaine réalité. Ainsi, une équipe de neuroscientifiques vient de montrer que la conscience n'apparaît pas instantanément lorsque nous apercevons un objet. Elle se constitue progressivement, à mesure que l'activité cérébrale gagne plusieurs régions du cerveau, à la manière d'une contagion ou d'un embrasement.

Antoine Del Cul, Sylvain Baillet et Stanislas Dehaene, du Centre NeuroSpin de Saclay et de l'Unité CNRS-UPR640 de Paris, ont montré que, lorsque nous voyons consciemment un signe visuel (par exemple un chiffre sur un écran), l'activité cérébrale s'étend à tout un réseau comprenant les régions postérieures (dites occipitales et temporales) et les régions situées plus à l'avant et sur le dessus (régions dites frontales et pariétales), alors que l'activité du cerveau se cantonne aux zones situées à l'arrière lorsque nous avons une perception subliminale (sans conscience) de ce chiffre.

Pour arriver à cette conclusion, les neuroscientifiques ont projeté très rapidement un chiffre sur un écran (pendant une durée de 16 millisecondes) à des volontaires. Après un intervalle de temps variable, la présentation du chiffre était suivie d'un autre motif visuel (nommé masque) venant perturber la visibilité du chiffre. Ils ont constaté que, lorsque le temps écoulé entre la projection du chiffre et celle de ce nouveau motif était supérieur à 50 millisecondes, les volontaires percevaient consciemment le chiffre. En revanche, lorsque cet intervalle était inférieur à 50 millisecondes,

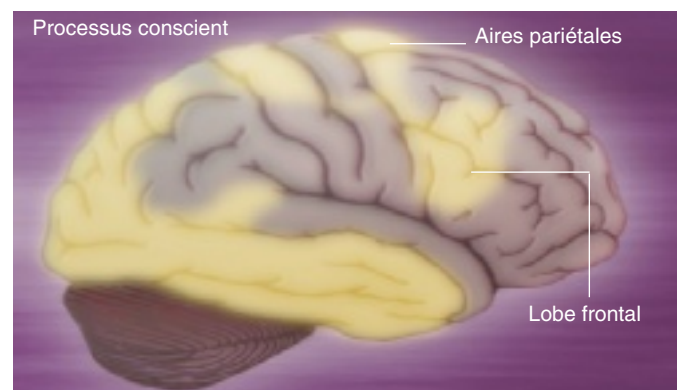
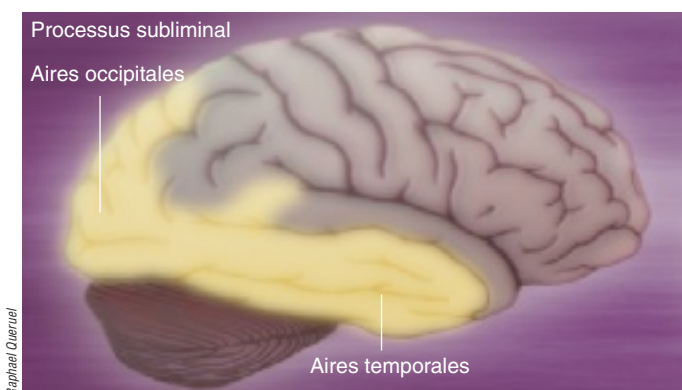
les volontaires n'identifiaient plus consciemment le chiffre : sa perception restait subliminale, c'est-à-dire non consciente.

Lors de la perception subliminale, les zones postérieures et temporales du cerveau s'activent, mais lorsque le délai entre la projection du chiffre et du nouveau motif visuel dépasse 50 millisecondes, les volontaires ont une perception consciente du chiffre et l'on voit alors s'activer dans leur cerveau le reste du « réseau de la conscience visuelle », comportant notamment les zones frontales et pariétales. Toutefois, cette activation des régions antérieures n'intervient que 270 millisecondes après la présentation du stimulus, soit plus d'un quart de seconde. La conscience met donc un certain temps à s'installer !

Les régions frontales du cerveau semblent ainsi nécessaires à la conscience visuelle. Comme ce sont des zones qui ne sont pas spécialisées dans la perception d'un sens en particulier (visuel, auditif, tactile, gustatif ou olfactif), elles pourraient participer à l'ensemble des « consciences », qu'elles soient visuelle, auditive ou autre. Cela s'accorderait avec le caractère profondément unitaire de la conscience, à savoir qu'elle peut réunir en un tout des informations de caractères très différents.

Une telle observation contraste avec d'autres théories soutenant que l'activation précoce d'une région visuelle pourrait être suffisante à la conscience visuelle, de même que l'activation précoce d'une zone auditive suffirait à la conscience auditive, etc. Les lobes frontaux constitueraient alors un pivot de la conscience, nécessitant néanmoins l'activation de tout un réseau d'aires cérébrales. Contrairement à ce que l'étymologie du mot pourrait laisser penser, la conscience ne se produit donc pas seulement quand le cerveau a une connaissance globale d'une situation, mais quand la globalité du cerveau perçoit cette situation ! Il reste que le problème de l'émergence de la conscience (comment l'activité des réseaux de neurones donne-t-elle naissance à une perception subjective ?) est intact et donnera sans doute encore bien du fil à retordre aux spécialistes...

A. Del Cul et al., in *PLoS Biology* vol. 5, N° 10, e260, 2007



Le passage d'une perception subliminale (non consciente) à une perception consciente se manifeste par une propagation de l'activité cérébrale des aires postérieures (à gauche) vers les aires antérieures et, notamment, les lobes frontaux (à droite).



Après l'amour fusionnel des premiers mois, tous les couples traversent une phase de turbulences. Les défauts de l'autre deviennent flagrants, et chacun cherche à défendre son territoire, à changer l'autre et à montrer qu'il a raison. Pourtant, cette étape périlleuse, si elle est bien négociée, peut aboutir à une approche plus éclairée du couple, comme le met en scène le film *Deux jours à Paris*.

Cinéma

Deux jours à Paris : vers la démocratie du couple

Jean-François VÉZINA

Jack est américain, Marion est française. Elle est photographe, il est architecte d'intérieur. Ils souhaitent donner un nouveau souffle à leur relation. Alors ils partent en voyage à Venise, mais les choses ne se passent pas exactement comme ils l'avaient prévu. C'est d'abord Jack qui attrape une gastro-entérite, ce qui les force à se replier sur Paris où logent les parents de Marion. Mais les motifs de dispute se multiplient, au croisement de la belle-famille et des ex-partenaires envahissants de la jeune femme. La relation devient chaotique. Jack et Marion sont entrés sans le savoir dans une phase relationnelle nommée « jeux de pouvoir ». La plupart des couples traversent cette étape charnière, une lutte qui met en jeu les ressources biologiques, psychologiques et sociales de l'être humain.

Au début de toute relation amoureuse, les partenaires sont unis par une relation fusionnelle qui les pousse à s'idéaliser mutuellement. Bien entendu, cette idéalisation et cette fusion les empêchent de voir leurs défauts respectifs, leurs spécificités et leurs différences. C'est le moment d'une euphorie partagée, bien connue des amoureux. D'un point de vue biologique, on sait grâce aux recherches de l'anthropologue Helen Fisher, que la dopamine, un médiateur cérébral, provoque alors une focalisation de l'attention, une énergie débordante, une moti-

vation orientée vers l'obtention d'une récompense et des sensations d'euphorie, voire de manie, principales caractéristiques du sentiment amoureux.

Or la concentration de cette hormone diminue une fois la passion retombée, ce qui se produit statistiquement au bout de deux ans et peut s'apparenter à l'état de sevrage qui survient à l'arrêt de la prise de drogue. Les personnes qui sont « en manque » de dopamine le tolèrent mal. Ils peuvent alors adopter deux types de conduite : vouloir tomber de nouveau amoureux ou retrouver cette intensité émotionnelle d'une autre façon.

Le deuil du couple fusionnel

Pour éviter l'ennui et le choc de la réalité et du quotidien, le couple recherche cette euphorie perdue dans les attaques personnelles, où chacun reproche tout et rien à l'autre. En d'autres termes, ces combats sont un palliatif et évitent d'avoir à affronter la baisse naturelle de l'intensité amoureuse (et le sevrage de dopamine qui l'accompagne).

C'est alors que survient la phase des jeux de pouvoir. D'après mes observations et la plupart des études sur le couple, plus de 75 pour cent des couples y sont installés solidement. De quoi s'agit-il ? Dans la phase de jeux de pouvoir, les heurts, les disputes et les reproches aboutissent à une nouvelle décharge



DR

émotionnelle qui compense (sur un mode affadi et dégradé) la perte d'euphorie amoureuse. En cohérence avec les travaux de H. Fisher, les jeux de pouvoir font généralement leur apparition dans un couple après deux ans de relation.

Les disputes ont-elles un sens ?

Les jeux de pouvoir font partie intégrante de l'évolution du couple. Nécessaires, leur issue peut être destructive aussi bien que constructive. Au mieux, ils peuvent conduire les partenaires à faire le constat que la relation fusionnelle initiale est terminée et à fonder une relation nouvelle. Cette phase permet alors au couple de se différencier et de se choisir réellement, en connaissance de cause. Mais dans le cas contraire, les partenaires se subissent mutuellement, dans un jeu de reproches et de critiques où il s'agit désormais d'avoir raison et de prouver que l'autre a tort.

Dans le film *Deux jours à Paris*, tout part d'un voyage, symbole de la nécessaire désillusion à effectuer pour dépasser la phase des jeux de pouvoir. Mais ce qui empêche cette désillusion, c'est la récurrence des reproches et des attaques personnelles. Car dans les jeux de pouvoir au sein du couple, de curieuses croyances voient le jour. Par exemple, l'idée que l'on peut changer l'autre.

Chacun adresse alors des critiques et des reproches à l'encontre du partenaire, ou entreprend de le contrôler, au lieu de le laisser être ce qu'il est. Or vouloir changer l'autre contre son gré constitue la racine de presque toutes les guerres. C'est aussi le talon d'Achille des jeux de pouvoir, car lorsque l'un des partenaires (ou les deux) en vient à attaquer l'autre sur ce qu'il est, au lieu d'exposer ses doutes à propos de comportements ou des situations problématiques qu'il faudrait changer, la relation entre dans une impasse.

Un des principaux reproches adressés par Marion à Jack est le suivant : « Jack ne prend pas le temps de vivre. Il prend des photos tout le temps en voyage ! » ; « Il est comme tous les Américains, il n'a pas de culture. » Elle condamne donc ses valeurs et sa culture. Or une telle condamnation ne peut déboucher sur aucun changement réaliste. Il est illusoire de vouloir changer fondamentalement la manière d'être d'un individu. Une personne peut changer, mais toujours si elle en éprouve le besoin, si elle en exprime la volonté.

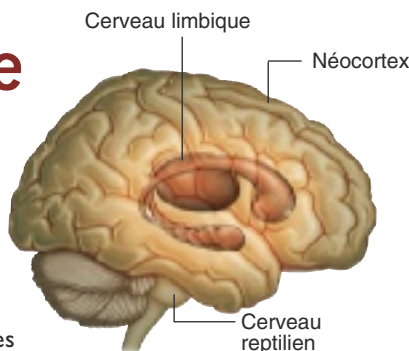
De son côté, Jack reproche à Marion sa relation avec son passé et avec ses ex-partenaires : il souhaiterait bien entendu la voir moins chaleureuse avec eux. Dès lors, il lui reproche de ne pas vivre dans le présent et de rester cramponnée au passé, de ne pas s'être séparée de sa famille. Cette situation

I. Dans Deux jours à Paris, Julie Delpy et Adam Goldberg campent un couple qui peut paraître instable et névrosé, mais qui illustre en fait une situation traversée par une majorité de couples. Après deux ans de relation fusionnelle, les partenaires doivent faire face à la réalité, découvrir les défauts de l'autre avec parfois la tentation de le dominer. Une prise de distance est alors nécessaire pour remplacer la passion fusionnelle par un amour éclairé.

De la dispute au divorce

Lorsqu'ils entrent dans la phase des jeux de pouvoir, la plupart des couples s'affrontent sur quatre grands champs de bataille : la sexualité, l'argent, les tâches ménagères, les valeurs et l'éducation des enfants. Le couple mis en scène dans *Deux jours à Paris* se dispute principalement autour du lit et des valeurs qui s'y entrecroisent. De fait, cette phase apparaît le plus souvent après deux ans de relation commune. Si rien n'est fait pour y remédier, le divorce est prononcé en moyenne deux ans plus tard, un fait corroboré par les statistiques actuelles estimant à quatre ans la durée de vie moyenne d'une relation amoureuse. Dans le film, c'est cette menace qui plane au-dessus de Jack et Marion.

Quelles sont les structures du cerveau à l'œuvre dans la phase des jeux de pouvoir ? Dans son livre *Reptiles in love*, le psychologue américain Don Ferguson a exploré comment le cerveau reptilien (le plus ancestral) est en action dans les combats de couple. Le cerveau reptilien est responsable de la protection du territoire, de l'agressivité et de la peur. Dans le film, on constate qu'aucun n'est prêt à céder du terrain à l'autre, et que la colère se déverse sur les défauts de l'autre. La colère et la peur de perdre le combat prennent alors le dessus sur le sentiment amoureux. Ces émotions perturbent la relation comme nous le percevons surtout chez Jack. Lors d'une fête chez des amis de Marion, il craint que celle-ci tombe dans les bras d'un autre... et la quitte avant même qu'elle ne le trompe. Le cerveau reptilien est responsable de cette crainte inappropriée, du désir de possession d'un territoire – les prises de décisions dans le couple – et, d'une certaine façon, des coups de force qui conduisent à la rupture temporaire de ce couple.



traduit alors un des défis essentiels du couple moderne pour passer à travers les jeux de pouvoir : vivre avec le passé de l'autre et intégrer ce qu'on nomme le troisième terme.

Le troisième terme désigne en psychologie du couple une présence externe qui empêche le couple de se refermer sur lui-même et de fusionner, et qui peut aussi lui interdire toute intimité. Le troisième terme est facteur de chaos, dans le bon et le mauvais sens du terme : c'est le chaos qui permet de garder un mouvement ouvert et vivant entre deux personnes, mais qui peut aussi tout emporter.

Cette troisième personne ou ce « tiers objet » symbolique instaure un déséquilibre dans le couple, le poussant naturellement à chercher un nouvel équilibre. Il engendre une inévitable insécurité mais, à « dose acceptable », il pousse le couple à chercher de nouveaux pôles de stabilité dans la relation, en plus de lui insuffler un mouvement.

Dans le film, ce troisième terme s'incarne de trois façons : les ex-partenaires de Marion, sa famille et un objet symbolique pour le couple, l'appareil photo. Car Marion est photographe et Jack empiète sur ce territoire en effectuant ses voyages uniquement à travers la photo, délaissant complètement sa compagne. Elle se venge à sa façon, dévoilant une photo de lui, nu, à sa famille. Cette humiliation involontaire infligée par

Marion est typique des combats qui peuvent faire rage dans cette phase de la relation.

En outre, la famille de Marion est un sujet de dispute permanent : il s'agit d'un ingrédient important de ce troisième terme qui devra être reconnu par les membres du couple comme une réalité, tout en essayant de fixer des limites à l'intrusion de ce troisième terme dans leur relation, afin de préserver une intimité.

Le couple comme institution

La dernière dimension contribuant aux jeux de pouvoir est la dimension sociale et culturelle. Un couple est toujours la rencontre de deux cultures, une notion particulièrement bien symbolisée par Jack et Marion, qui sont de nationalités différentes.

Le couple est le plus petit pays du monde et il doit donc y avoir des élections de temps en temps pour se choisir. La saine répartition du pouvoir est ainsi un enjeu majeur du couple, comme de toute institution. Le sociologue italien Francesco Alberoni a montré que l'amour naissant est équivalent à une période de révolution menée à deux. Les jeux de pouvoir renferment alors une période où le couple tente de devenir une institution et d'incarner une nouvelle culture à deux. C'est lors de cette phase d'institutionnalisation du couple que les jeux de pouvoir risquent d'apparaître.

La démocratie constituerait bien entendu la saine répartition du pouvoir. L'échec de cette saine répartition du pouvoir est l'enlèvement du couple dans les jeux de pouvoir qui conduisent, d'une certaine façon, au totalitarisme et à la dictature. Pour que l'institution du couple soit saine et durable, elle doit donc devenir démocratique, c'est-à-dire que le combat ne doit pas se faire sur les individus, mais sur les objectifs votés par le couple dans le respect de la différence.

Plutôt que de vouloir éliminer les différences dans une sorte de totalitarisme amoureux, le couple doit donc en arriver à reconnaître la richesse de cette différence et à en jouer. Il doit s'élever au-dessus des caprices du cerveau reptilien qui le pousse à défendre son territoire et à dominer l'autre (*voir l'encadré ci-contre*) et faire preuve d'imagination pour alimenter le sentiment amoureux. « Toutes nos faillites sont des faillites de l'imagination » écrivait ainsi le sociologue québécois Pierre Dansereau. Rien ne saurait être plus vrai quand il s'agit de transcender les jeux de pouvoir dans le couple.

On ne peut pas changer une personne. En revanche, chacun peut modifier sa relation avec cette personne, dans le respect. Le respect, étymologiquement, suggère une prise de distance, un recul et se retrouve aussi dans l'origine du mot répit. On y trouve l'idée de relâche, de pause : peut-être faut-il accepter à la fois une pause dans la relation, et une certaine distance vis-à-vis de l'autre pour l'accepter tel qu'il est, avec ses différences. Jack et Marion, après s'être longtemps débattus dans de vaines tentatives pour changer l'autre et le critiquer, se voient alors offrir la chance d'instaurer cette distance salvatrice, en acceptant, voire en nourrissant leurs différences. La question fondamentale leur est posée : pouvez-vous faire le deuil de votre relation fusionnelle, afin de passer à une autre étape de la vie et à « mieux » vous aimer ?

Bibliographie

H. FISHER, *Pourquoi nous aimons ?*, Robert Laffont, 2006.

D. FERGUSON, *Reptiles in love, Ending destructive fights and evolving toward a loving relationship*, Jossey-Bass, 2006.

H. FISHER, *L'histoire naturelle de l'amour*, Robert Laffont, 1994.

Jean-François VÉZINA

est psychologue et psychothérapeute à la Maison de psychologie Salaberry, à Québec, et auteur de nombreux articles et ouvrages sur la psychologie et le cinéma.

Un jeu éducatif peut-il être à la fois ludique et favoriser les apprentissages ? Les recherches récentes montrent que certains stimulent l'attention et la concentration, et qu'ils augmentent l'estime de soi chez les enfants.

Comportement

Les jeux éducatifs le sont-ils vraiment ?

Célia HODENT-VILLAMAN



Shutterstock

Le jeu est-il une activité stérile ? Du moins a-t-il été longtemps considéré comme tel. Dans l'Antiquité grecque et romaine, il était réservé aux êtres à l'intellect peu développé, parmi lesquels les enfants. Il faut attendre le siècle des Lumières et un nouveau regard porté sur l'enfance pour que le statut du jeu change radicalement. L'enfant n'étant plus un homme en miniature, mais un homme en devenir, la qualité de son éducation devient primordiale. Le jeu, activité enfantine par excellence, a depuis lors été élevé au rang d'outil pédagogique. Dans son ouvrage *Jeu et réalité*, le médecin pédiatre et psychanalyste Donald Winnicott (1896-1971) écrit : « Ce qui m'importe avant tout, c'est de montrer que jouer, c'est une expérience : toujours une expérience créative, une expérience qui se situe dans le continuum espace-temps, une forme fondamentale de la vie. » Pour le psychologue suisse Jean Piaget (1896-1980), le jeu est essentiellement assimilation de la réalité au moi. Enfin, jouer implique des activités plus complexes que celles que l'enfant rencontre dans sa vie quotidienne. Les jouets et les jeux, outils d'exploration du monde, sont aujourd'hui pensés comme devant contribuer au développement de l'enfant et à son appropriation de la culture.

L'activité ludique, essentielle au développement affectif et cognitif de l'enfant, est donc, en soi, éducative. Dans ces conditions, que sont ces jeux rehaussés de l'épithète « éducatifs » qui envahissent depuis plusieurs années les rayons des magasins de jouets ? Si le jouet classique permet un apprentissage implicite, dans le jouet « éducatif » l'objectif est clairement affiché. Il s'agit de jeux qui, en plus de leur caractéristique didactique intrinsèque, offrent un contenu pédagogique supplémentaire, ou une ergonomie étudiée pour favoriser l'éveil moteur. Par exemple, un trieur de

formes, en plus d'exercer la motricité fine du bébé, lui fait découvrir les formes géométriques élémentaires. Et si le jouet en question est électronique, il renforce également l'acquisition linguistique du nom des formes manipulées (quand l'enfant insère un triangle, il entend le mot *triangle*). Il s'agit dès lors d'apprendre en se distrayant.

S'ils sont bien adaptés à l'âge et au stade de développement de l'enfant, aident-ils l'enfant à acquérir et à renforcer certaines compétences, telles que les mathématiques, le raisonnement logique ou la grammaire ? C'est ce que nous examinerons au fil de quelques exemples.

Améliorer la catégorisation et le raisonnement

La perspective pédagogique sous-jacente aux jouets éducatifs, qu'elle soit consciente chez les fabricants de tels jouets ou non, est la théorie constructiviste qui stipule que la connaissance se construit par l'action. Être activement impliqué dans un apprentissage en faciliterait l'assimilation. Cependant, très peu de recherches en psychologie ou en sciences de l'éducation ont vérifié l'apport pédagogique de tels jouets. Les recherches existantes concernent essentiellement des jouets informatisés ou des jeux vidéo utilisés dans un cadre scolaire. Une très récente étude conduite par les chercheurs suédois Jörgen Lindh et Thomas Holgersson teste l'effet de l'utilisation en classe de jouets robotiques (*Lego Dacta*) contrôlés par ordinateur via le langage de programmation LOGO inventé par Seymour Papert, mathématicien et disciple de Piaget.

Dans ce jeu, les enfants sont amenés à construire un jouet (par exemple un robot ou une motocyclette) composé d'engrenages, de lampes, de capteurs et de petits moteurs, puis ils doivent l'animer à l'aide d'une interface informatisée. Ils apprennent ainsi les bases de la programmation informatique et de la mécanique (transmission du mouvement, inertie), mais aussi à créer de nouveaux comportements par combinaison de mouvements élémentaires, tout en jouant. Avec LOGO, l'idée de S. Papert est de permettre à l'enfant de domestiquer l'ordinateur, ce qui favoriserait selon lui l'expérimentation et la découverte.

Plusieurs études ont montré que l'utilisation du langage LOGO facilite l'apprentissage des mathématiques, de la géométrie, voire de la lecture, de l'écriture et même de la grammaire. J. Lindh et T. Holgersson ont ainsi observé l'effet de la programmation ludique sur les performances en mathématiques notamment d'élèves âgés de 12 à 16 ans. Cette recherche a été conduite auprès de 696 enfants issus de différentes écoles suédoises. Ils étaient répartis dans deux groupes : un groupe expérimental qui a utilisé le matériel à peu près deux heures par semaine en classe pendant 12 mois et un groupe contrôle qui n'a pas utilisé le matériel. Les professeurs ajustaient cette activité ludique aux activités scolaires habituelles. Tous les enfants ont passé un test permettant d'évaluer leur niveau en mathématiques et en résolution de problèmes avant le début du projet et un autre test, à la fin du projet.

Bien que les résultats ne permettent pas de conclure à une amélioration globale des perfor-

I. De petits robots
obéissent aux enfants,
qui commandent
leurs mouvements
par programmation
informatique.
« Changesens » ordonne
ainsi à un moteur
de changer son sens
de rotation.



mances des enfants du groupe expérimental par rapport aux enfants du groupe contrôle, ils montrent un effet positif de l'utilisation des *Lego Dacta* sur certains d'entre eux : les enfants qui présentaient des résultats plutôt mauvais ou très moyens au début ont vu leurs performances s'améliorer après manipulation des *Lego Dacta*, par rapport aux enfants du groupe contrôle.

Les auteurs soulignent la difficulté de ce genre d'études, due aux nombreux biais que peut présenter une recherche effectuée dans un cadre scolaire. Pourtant, il semble que la participation active des enfants en classe, *via* des jeux éducatifs, favorise l'acquisition des connaissances.

Une autre étude conduite par Rosa Bottino et ses collègues, du Centre italien de recherches de Gênes, met en évidence la valeur pédagogique de jeux de réflexion sur support informatique (comme la bataille navale ou le jeu *Mastermind*) dans le développement cognitif. Dans cette expérience, des enfants âgés de sept à dix ans, issus de milieux défavorisés et non familiarisés avec les outils informatiques, ont joué à des jeux de réflexion sur ordinateurs en classe pendant à peu près une heure par semaine. Les jeux proposés ont amélioré les capacités de raisonnement logique des élèves.

De plus, les élèves ont globalement appris que la résolution d'un problème au hasard, par essais successifs et réajustements, est beaucoup moins efficace que l'élaboration et l'application d'une stratégie précise, bien qu'un tel processus puisse sembler plus long à mettre en place à première vue. Pour ces chercheurs, la clé du processus éducatif est d'améliorer les capacités de raisonnement de l'élève auquel il s'adresse. L'utilisation de tels jeux dans un cadre scolaire pourrait donc améliorer les performances et la motivation des élèves. Et les mathématiques ne semblent pas être les seules concernées, puisqu'une recherche conduite à Taipei, en Chine, par Yao-Ting Sung et ses collègues, montre que des jeux de classification sur ordinateur favorisent la compréhension du concept de catégorisation par des enfants âgés de quatre à cinq ans.

Cependant, beaucoup des jeux informatiques utilisés dans ces recherches récentes ne sont finalement qu'une adaptation virtuelle, certes interactive, de jeux assez classiques qui peuvent se jouer sans ordinateur. Mais les jeux vidéo ne se limitent pas à un changement d'interface. La plupart immergent le joueur dans un monde original avec des propriétés, des règles et des procédures qui lui sont propres et que l'utilisateur doit maîtriser. Il faut ainsi faire travailler son raisonnement inductif, afin de comprendre les lois qui régissent le jeu et de planifier son action. Par exemple, selon la psychologue américaine Patricia Greenfield, pour atteindre les plus hauts niveaux du jeu *Pacman*, il faut bien observer le comportement des fantômes, qui ont tous une « personnalité » différente, afin d'anticiper leurs réactions.

Par exemple, le fantôme rouge, Blinky, est plutôt téméraire et agressif, tandis que le bleu, Inky, est plus timide. Or cette personnalité propre à chaque fantôme n'est pas précisée dans la notice du jeu, il faut la découvrir par soi-même. La compréhension de ces concepts inhérents aux jeux vidéo a en soi un rôle important dans l'organisation de la pensée. Mais les jeux vidéo ont d'autres caractéristiques

intéressantes. Ils ont tout d'abord un but bien précis, autre que celui de simplement gagner (il faut sauver la princesse, le monde, etc.). Ils présentent aussi une complexité progressive en proposant au joueur des défis toujours plus difficiles tout en lui donnant la satisfaction des étapes franchies. Enfin, l'instruction est incorporée au jeu et un jeu bien fait ne nécessite pas d'avoir recours au mode d'emploi.

Qu'est-ce que l'*edutainment* ?

Quels sont alors les effets des jeux vidéo éducatifs ? Ils représentent très bien ce que l'on nomme l'*edutainment* (contraction de l'anglais *educational entertainment*, ou divertissement éducatif). Le joueur est immergé dans une mission qui requiert l'action appropriée afin d'atteindre son but. C'est la composante ludique. La part éducative revient à ajouter dans le jeu des exercices scolaires, comme des additions ou des soustractions, qui sont souvent perçues comme ennuyeuses par les élèves. Pour les parents, c'est une aubaine : ils savent que leurs enfants veulent jouer, mais souhaitent qu'ils apprennent leurs tables de multiplication. Ainsi, tout le monde est satisfait si des jeux divertissants permettent en même temps d'apprendre les multiplications. Mais l'apport éducatif de tels jeux est-il démontré ?

Dans une étude conduite au Chili auprès de 1 274 élèves issus de différentes écoles primaires, Ricardo Rosas et ses collègues ont testé l'apport de jeux vidéo éducatifs utilisés sur une console portable similaire à la *Gameboy* de *Nintendo*. Les jeux créés mettent en scène un personnage qui doit franchir différents obstacles afin d'accomplir une mission. Or les obstacles sont composés de problèmes simples qu'il s'agit de résoudre ou de petites phrases qu'il faut lire. Par exemple, il faut faire sauter le personnage sur la plate-forme portant le nombre qui vient après 14 dans l'ordre numérique. Ces jeux ont été élaborés de façon à diriger l'attention des enfants sur le scénario du

2. Dans Pac Man,
si tous les fantômes sont
à éviter, ils n'ont pas
tous le même caractère.
Ainsi, le joueur apprend
à anticiper ses actions
selon les fantômes
qui l'entourent.





jeu lui-même plutôt que sur les apprentissages qu'il propose. De plus, le programme régule automatiquement le niveau de difficulté du jeu selon les performances de l'enfant et indique tout de suite s'il a donné ou non la bonne réponse. Enfin, les jeux proposent une interface dynamique et amusante similaire à certains jeux vidéo qui peuvent se trouver dans le commerce.

Les élèves du groupe expérimental ont utilisé ces jeux en classe pendant environ 30 heures réparties sur une période de trois mois. On a ensuite comparé leurs performances en mathématiques et en lecture à celles d'élèves issus des mêmes écoles, mais qui n'avaient pas manipulé les jeux. Bien que les résultats ne montrent pas de différences significatives entre les performances de ces deux groupes, ils révèlent néanmoins que l'utilisation des jeux vidéo éducatifs favorise l'attention et la concentration, et qu'elle a un impact positif sur des composantes sociales et affectives liées à la réussite scolaire, comme l'estime de soi, la coopération entre pairs et l'interactivité des élèves.

Cependant, pour qu'il motive l'enfant, un jeu vidéo éducatif se doit d'être véritablement amusant. Les psychologues grecs Maria Virvou et George

Katsionis ont comparé chez des enfants âgés de 11 à 12 ans l'utilisation, en classe et à la maison, d'un jeu éducatif en trois dimensions avec un logiciel éducatif qui n'a pas de composante ludique, mais qui propose le même contenu scolaire que le précédent, et avec un jeu vidéo commercial qui n'a pas de composante éducative. Le jeu vidéo éducatif immerge l'enfant dans un monde de type médiéval fantastique où il doit évoluer. Afin de franchir une porte gardée par un dragon par exemple, l'enfant doit correctement répondre à la question de géographie posée par ce dernier. Dans le logiciel éducatif sans composante ludique, l'enfant doit répondre aux mêmes questions, sans qu'elles soient intégrées dans aucun scénario.

Un label pour les jeux éducatifs ?

Les résultats de cette étude montrent que, dans le contexte scolaire, les enfants ont été fascinés et très motivés par l'utilisation du jeu vidéo éducatif, bien plus que par le logiciel éducatif sans composante ludique. Dans le contexte familial, le jeu éducatif reste plus attrayant que le logiciel éducatif : les enfants l'utilisent spontanément. Cependant, chez les élèves novices en jeu vidéo, cette différence est faible, sans doute parce qu'ils ont des difficultés à manier le jeu vidéo éducatif en trois dimensions. En revanche, tous les enfants préfèrent jouer au jeu vidéo commercial, et cette préférence est encore plus marquée chez les élèves experts en jeu vidéo. Ainsi, le jeu vidéo commercial est le plus attrayant des trois, car il présente des environnements virtuels très élaborés, avec une aventure plus captivante mais... il n'a aucun contenu éducatif. Pourtant, 84 pour cent des élèves ont déclaré qu'ils aimeraient avoir le jeu vidéo éducatif chez eux afin d'y jouer pendant leur temps libre. Ce résultat est encourageant.

Parce qu'il y a de nombreux types de jeux électroniques éducatifs différents, les données portant sur un type de jeux ne sont pas généralisables à tous les jeux. De plus, de nombreuses recherches font état de l'utilisation de ces jeux en classe, où l'expérimentation n'est pas aisée. Enfin, les effets des jeux éducatifs utilisés à la maison sont peu étudiés, donc mal connus. Malgré cela, les jeux vidéo éducatifs semblent avoir un impact positif global sur la motivation des élèves. L'ensemble de ces études montre qu'ils présentent l'avantage de donner plus de sens aux apprentissages et qu'ils sont plus en accord avec les centres d'intérêt des enfants. Par ailleurs, ils s'adaptent au niveau de chacun et procurent au joueur un retour immédiat sur ses performances. Ils encouragent le dépassement de soi et les échanges, puisque les joueurs aiment partager leurs stratégies de jeu et leurs astuces avec leurs camarades de classe. Contrairement aux adultes, les jeux ne se lassent jamais de refaire encore et encore des parties avec l'enfant. Enfin, l'« effet d'immersion », qui peut sembler néfaste aux parents, favorise l'attention et la concentration, deux composantes essentielles au processus d'apprentissage. Il pourrait ainsi être intéressant d'utiliser de tels jeux en classe, sous la tutelle de l'enseignant, afin de permettre à l'enfant de mieux intégrer le programme scolaire.

3. Même si les jeux éducatifs peuvent présenter un intérêt pour développer certaines capacités de raisonnement ou d'attention, les jeux « classiques » restent des valeurs sûres.



Ivonne Weirnik / Shutterstock

Utilisés à la maison, les jeux éducatifs peuvent présenter un inconvénient important : beaucoup des jeux disponibles dans le commerce ne sont pas toujours éducatifs ni toujours amusants. En ce qui concerne la composante éducative, contrairement aux jeux élaborés par les laboratoires de recherche, le bénéfice pédagogique des jeux éducatifs commerciaux n'est pas souvent vérifié. En outre, les concepteurs de ces jeux se doivent de connaître le développement cognitif de l'enfant afin de ne pas, sans le savoir, créer des situations qu'il ne comprendrait pas. Il est ainsi nécessaire d'adopter son point de vue, qui parfois diffère de celui de l'adulte. Pour les parents soucieux de proposer un jeu bien adapté à leur enfant, il est très difficile de s'y retrouver parmi la multitude de jeux et jouets éducatifs disponibles, tous censés améliorer telle ou telle compétence chez l'enfant.

Il pourrait être salvateur pour le porte-monnaie des parents et le cerveau très sollicité de leurs enfants que soit créé un label européen de « qualité pédagogique » dont bénéficieraient les jeux éducatifs adaptés et qui intègrent une méthode pédagogique cohérente. L'autre danger des jeux éducatifs est qu'ils ne soient pas vraiment... divertissants. La composante ludique risque de ne pas être assez forte pour motiver l'enfant et pour atteindre son but : que le joueur intègre le contenu éducatif. L'utilisation d'un jeu éducatif à la maison ne doit pas rappeler l'école, ce qui pourrait dans certains cas devenir anxiogène pour un enfant devant satisfaire l'ambition de ses parents jusqu'à dans son temps libre.

Dans la mesure où ils sont conçus en adéquation avec les programmes scolaires du pays dans lequel ils sont commercialisés (il faut être vigilant avec les jeux traduits) et adaptés au développement cognitif, les jeux éducatifs peuvent être des atouts non négligeables pour l'enfant. Par exemple, un jeu faisant manipuler la monnaie aide à acquérir les additions et les soustractions sans qu'il soit nécessaire de véritablement « poser » une opération à l'écran. Un jeu d'aventure riche en énigmes en tous genres encourage l'enfant à trouver la réponse (et la question posée peut aborder n'importe quel contenu scolaire) par lui-même tout en développant son raisonnement logique, voire son sens de l'orientation quand il doit se déplacer dans le monde virtuel. Il y a même fort à parier qu'un jeu de football éducatif pourrait améliorer les connaissances en géographie, si le jeu insistait sur les caractéristiques des pays (situation géographique, langue, drapeau) d'où proviennent les équipes.

Et, de plus en plus, l'adulte est lui aussi invité à améliorer ses performances intellectuelles, ce qu'il fait volontiers vu le formidable essor des *serious games* (les jeux sérieux) qui proposent d'apprendre les rudiments de la chirurgie, de retarder les effets du vieillissement cognitif ou de perfectionner son anglais. Quoiqu'il en soit, le jeu éducatif doit rendre l'apprentissage amusant. En aucun cas il ne doit rendre le jeu ennuyeux. Et n'oublions pas pour autant les jouets classiques ni les jeux de plein air, qui ont prouvé leur importance dans le développement moteur, affectif et cognitif de l'enfant. ◆

Bibliographie

Y.-T. SUNG et al., *Designing multimedia games for young children's taxonomic concept development*, in *Computers and Education*, à paraître.

J. LINDH et T. HOLGERSSON, *Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?*, in *Computers and Education*, vol. 49, pp. 1097-1111, 2007.

R. BOTTINO et al., *Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level*, in *Computers and Education*, vol. 49, pp. 1272-1286, 2007.

D. WINNICOTT, *Jeu et réalité*, Gallimard, 1975.

Célia HODENT-VILLAMAN
est docteur en psychologie
de l'Université Paris V
et psychologue.

CONFÉRENCES
le mercredi à 18 h 30

cité L'ENFANCE

Cycle organisé à l'occasion de l'ouverture de la nouvelle Cité des enfants 2/7 ans.

En partenariat avec

7 NOVEMBRE L'ENFANCE ET L'HISTOIRE DES SCIENCES : BÉBÉS, ENFANTS ET SAVANTS
Olivier Houdé, professeur de psychologie du développement.

Avec le soutien de

14 NOVEMBRE L'AVÈNEMENT DE L'ENFANT, DU XVIII^e SIÈCLE À NOS JOURS
Paul Yonnet, sociologue.

21 NOVEMBRE L'ATTACHEMENT
Nicole Guédeney, pédopsychiatre.

5 DÉCEMBRE TOUT SE JOUE-T-IL AVANT 6 ANS ?
Catherine Jousseime, pédopsychiatre.

12 DÉCEMBRE PEUT-ON PRÉDIRE LES TROUBLES DE CONDUITE ?
Table ronde avec
Jean-Claude Amelsen, professeur d'immunologie,
Bernard Golse, pédopsychiatre,
Philippe Jeammet, pédopsychiatre.
Animation : Sébastien Behler, journaliste à Cerveau & Psycho.

cite-sciences.fr/collège

Information 01 40 05 35 96

Porte de la Villette

Au milieu d'une foule, l'individu se pare du masque de l'anonymat. Dès lors, il bascule plus facilement vers les positions extrêmes défendues par certains membres du groupe. Cette perte apparente d'identité favorise les comportements violents, mais parfois aussi – ce qui est plus surprenant – les attitudes altruistes.

Comportement

Psychologie sociale des violences collectives

Laurent BÈGUE

Le 8 novembre 2005, l'état d'urgence est instauré en France après une série d'incendies criminels et d'émeutes dans des quartiers de banlieues dits « sensibles ». Face à cette escalade de destructions (dont le coût a été estimé à 200 millions d'euros), on a parlé d'irrationalités collectives et de contagion. L'idée selon laquelle la propagation de troubles sociaux serait comparable à une infection microbienne a été défendue par un médecin sociologue du début du XX^e siècle, Gustave Le Bon. Selon les propres termes de l'auteur de la *Psychologie des foules*, dont se réclamaient Goebbels et Mussolini, toute assemblée serait en proie à une régression et une hypnose à grande échelle. La réalité est plus complexe. Dans quelles conditions les groupes deviennent-ils violents ? Pour le savoir, nous identifierons les facteurs sociaux associés à la violence et nous en évaluerons la pertinence dans l'analyse des violences collectives.

En criminologie contemporaine, on propose généralement trois grandes explications sociales de la délinquance, tremplin de la violence : l'absence de contrôle, l'imitation et l'apprentissage social des conduites délinquantes et la frustration. Selon la première, l'absence de contrôle est à l'origine de la criminalité. Il existe plusieurs formes de contrôle : le contrôle direct, le contrôle interpersonnel et le contrôle interne. Pour comprendre le contrôle direct, il suffit de se poser la question : pourquoi ne sommes-nous pas des êtres violents ? La réponse de Glaucon, mise en scène par Platon dans la *République*, était sans appel : en l'absence de contrainte forte, n'importe quel humain transgresserait les règles de base de la vie collective s'il pouvait en tirer quelque

bénéfice. C'est ce qu'illustre la fable de Gygès de Platon (*La République*, livre II).

« Après qu'une forte pluie s'est abattue, causant un glissement de terrain, un lopin de terre se déchira et [...] s'ouvrit une béance dans le lieu où Gygès faisait paître ses bêtes. [...] S'y penchant, il y aperçut un cadavre [...] qui portait à la main une bague en or. Il s'en empare et ressort de la faille. Or, comme à lieu le rassemblement habituel aux bergers, destiné à rapporter chaque mois au roi l'état des troupeaux, il s'y rend en portant la bague. S'étant assis parmi les autres, il tourne par hasard le chaton de la bague vers lui-même, vers l'intérieur de sa main, et dès lors devient invisible aux autres convives [...]. Il s'en émerveille, et manipulant la bague en sens inverse, tourne le chaton vers l'extérieur, et [...] redevient visible [...]. Dès qu'il s'en aperçoit, il fait en sorte de se trouver parmi les messagers allant auprès du roi, et une fois là-bas, ayant commis l'adultère avec la femme du roi, il complotte avec elle pour tuer le roi et ainsi s'emparer du pouvoir. »

La morale de cette fable est simple : en l'absence de répression, la violence s'installe. De fait, le contrôle direct correspond à un jeu de surveillances, de contraintes physiques et de sanctions. On observe par exemple que la quantité de dégradations et de violences observées dans les lieux publics urbains est liée à l'importance du contrôle formel ou informel qui y est effectivement exercé, qu'il s'agisse des dégradations dans les bus (vingt fois plus importantes à l'étage supérieur qu'à l'étage inférieur, où se trouve le chauffeur) ou les espaces scolaires (où violences et dégradations augmentent avec la superficie, indépendamment du nombre d'élèves).



Galina Barskaya / Shutterstock

Cette idée de contrôle s'applique également à d'autres contextes, celui de la famille par exemple, où l'on constate que la délinquance des adolescents est inversement proportionnelle à la surveillance parentale ; elle permet de comprendre en partie pourquoi les aînés, les personnes de sexe féminin, ou encore celles issues de fratries peu nombreuses, sont moins enclins à la délinquance que les autres.

L'importance du contrôle parental

On pourrait citer maints exemples historiques de pillages et violences facilités par telle catastrophe naturelle (l'exemple de la Nouvelle Orléans n'est pas loin), ou par telle grève des services du maintien de l'ordre, pour alimenter cette idée simple : le relâchement du contrôle direct crée des opportunités déviantes que certains s'empressent de saisir. Bien qu'un contrôle direct excessif puisse avoir des effets contre-productifs en augmentant la frustration et la défiance des agents de l'autorité (nous y reviendrons), l'absence de contrôle direct est fréquemment liée à des comportements indésirables.

Toutefois, les êtres humains sont plus durablement influencés par d'autres formes de contrôle, que l'on peut nommer contrôles interpersonnels, et qui représentent la deuxième forme de contrôle. Des études réalisées en France auprès de milliers d'adolescents scolarisés indiquent que la délinquance diminue quand l'attachement aux parents, aux enseignants ou aux autorités, telle la police, augmente. Ainsi, les principaux régulateurs du comportement social sont d'autres êtres sociaux et des institutions. Dans une expérience faite il y a quelques années, on demandait à des jeunes âgés

de 15 à 21 ans quelles seraient les conséquences les plus graves à leurs yeux s'ils étaient arrêtés pour un délit. Tandis que seulement 10 pour cent mentionnaient la sanction pénale et 12 pour cent évoquaient la réaction de leurs proches, famille ou petite amie.

Une importante synthèse réalisée par Lawrence Sherman, de l'Université de Pennsylvanie, a montré que le taux de récidive de conjoints ou de maris violents est plus faible lorsqu'ils sont arrêtés immédiatement après les faits que lorsqu'ils sont simplement admonestés par les forces de l'ordre, mais ce uniquement s'ils ont un attachement social significatif, tels que la profession ou le lien conjugal. Dans le cas contraire, la sanction augmente les risques de récidive. En d'autres termes, le succès d'une politique répressive dépend de la bonne insertion des citoyens dans un tissu social.

La troisième forme de contrôle est le contrôle interne, ou moral. Ce dernier correspond aux normes morales intériorisées par l'individu, et s'exprime par exemple à travers le jugement de gravité porté sur tel ou tel comportement. Des adolescents qui jugent bénigne telle conduite délinquante en ont plus fréquemment été auteurs dans le passé. Ce jugement de gravité n'est pas statique : au niveau individuel, il existe de nombreux tours de passe-passe mentaux pour neutraliser les injonctions morales (dévaloriser la victime éventuelle, minimiser la gravité de l'acte ou mettre en avant sa nécessité absolue, par exemple). Le même phénomène de déconnexion des normes morales est à l'œuvre au niveau collectif : ainsi, Dane Archer, de l'Université de Santa Cruz, a analysé les données statistiques fournies par 110 pays entre 1900 et 1970. Elle a

I. Les explosions de violence notamment dans les banlieues sensibles ne sont pas dues au hasard. Elles s'enracinent d'abord dans une violence individuelle latente, qui se libère dans les grands rassemblements grâce au phénomène de désindividuation et « d'extrémisation des normes ».

constaté que, dans les pays qui ont été en guerre, l'augmentation des homicides résulte d'une légitimation de la violence inhérente aux conflits.

La deuxième grande explication de la délinquance est l'observation de conduites délinquantes et l'exposition à des influences délinquantes. L'une des observations les plus récurrentes de la criminologie est la suivante : la délinquance de ses amis est le meilleur indicateur statistique pour prévoir la délinquance d'un individu.

Ce constat ne se réduit pas à une simple tendance homophile qui voudrait que l'on s'associe préférentiellement aux personnes qui nous ressemblent. En réalité, la délinquance est apprise au contact des pairs délinquants : c'est ce que démontrent les recherches longitudinales consistant à réaliser un suivi des mêmes personnes durant plusieurs années. Le groupe délinquant initie et renforce la délinquance de ses membres à plusieurs niveaux.

rapport à des enfants exposés à des modèles neutres, expriment davantage de conduites agressives par la suite, et ce d'autant plus que les modèles observés tirent profit de leurs actes, sont séduisants ou attirants, ou encore ressemblent aux observateurs.

Enfin, la troisième grande explication de la délinquance se rapporte au rôle des frustrations et des émotions négatives en général. L'expérience de la frustration est fréquemment associée à l'apparition de comportements agressifs, comme le montre cette ancienne expérience datant de 1941 mais toujours d'actualité : le psychologue américain Roger Barker et ses collègues avaient examiné comment des enfants s'amusaient avec des jouets mis à leur disposition. Certains devaient patienter assez longtemps avant de pouvoir jouer. Ces enfants voyaient les jouets mais ne pouvaient les atteindre... D'autres, au contraire, pouvaient toucher les jouets immédiatement. Les enfants ayant été



1. Explosions de violence dans la banlieue de Paris, en novembre 2005.

2. En 1934, les ouvriers de Minneapolis se rebellent contre les forces de l'ordre.

3. En 1938, Orson Welles présente à la radio une transcription du roman d'H.G. Wells, *La guerre des mondes*. Un million de personnes sont prises de panique et fuient leur ville, croyant à l'invasion des extraterrestres.

Tout d'abord, il dispense des normes délinquantes et des modes de conduite délinquants. Il fournit en outre des gratifications matérielles ou symboliques aux auteurs d'actes transgressifs. Il offre enfin un échantillon de modèles, de modes de conduite et de techniques spécifiques, susceptibles d'être imités. Comme dans n'importe quel apprentissage, les encouragements du groupe favorisent cette acquisition de comportements agressifs.

Ainsi, les psychologues Rich Ennis et Mark Zanna, de l'Université de Waterloo, ont montré que les adolescents joueurs de hockey dont les pères applaudissent lorsque le jeu est plus agressif se montrent plus violents sur la glace que les autres. Il n'est pas nécessaire de faire soi-même l'expérience d'encouragements ou de désapprobation, pour acquérir des connaissances et des modes de conduite : l'observation d'autrui est également très efficace.

Divers exemples tirés de la psychologie sociale expérimentale montrent que des enfants observant incidemment des modèles agressifs, par

préalablement frustrés ont présenté des comportements plus destructeurs, jetant plus fréquemment les jouets sur le sol ou contre les murs.

Dans une étude plus récente réalisée à Lille par Françoise Van Düren et Jean-Pierre Di Giacomo, certains participants recevaient (aléatoirement) une évaluation négative ou positive d'une tâche qu'ils venaient d'effectuer. Ceux ayant obtenu une évaluation négative se sont montrés plus enclins à accepter ultérieurement d'être complices du vol d'un objet supposé appartenir à une autre personne.

Les études consacrées à la frustration permettent de distinguer les frustrations suscitées par l'impossibilité d'atteindre un but (par exemple, on commence une tâche, mais on est empêché de la terminer) donnent souvent lieu à des réactions moins agressives que celles résultant d'une menace de l'estime de soi, quand un individu est insulté par un autre, par exemple.

Ces deux types de frustration peuvent être liés dans ce que l'on nomme l'incohérence de statut.

Ainsi, d'après des travaux consacrés aux violences conjugales, lorsqu'un homme a une qualification professionnelle éloignée du métier qu'il pratique effectivement (il est par exemple titulaire d'un diplôme valorisant, mais n'a trouvé qu'un emploi faiblement qualifié ou mal rémunéré), il est six fois plus enclin que la moyenne à agresser sa femme.

Lorsque la valeur que l'on s'attribue à soi-même est menacée par autrui, l'agression verbale ou physique n'est généralement pas très éloignée. Une très grande proportion d'homicides résulte d'un écart entre la haute opinion que les gens se font d'eux-mêmes et la manière irrespectueuse dont ils s'estiment traités par autrui. Dans une autre étude, des sujets étaient insultés par un assistant de recherche se faisant passer pour un participant comme les autres, et avaient la possibilité de l'agresser en retour. Il est apparu que par rapport aux sujets qui n'avaient pas été insultés, ceux qui

que l'impulsivité ou l'irritabilité. Les frustrations perçues comme intentionnelles et injustes se manifestent souvent par des comportements violents, de forte intensité et résultent d'incitations à la violence.

Un facteur clé : anonymat ou désindividuation

Les grandes explications de la délinquance individuelle qui viennent d'être mentionnées éclairent certains aspects importants des violences collectives. Selon la théorie du contrôle, la violence résulte d'une absence de surveillance ou de contraintes physiques, sociales ou psychologiques. Le groupe apporte une désindividuation (perte d'identité dans le groupe ou anonymat) propice à une baisse du contrôle et à une plus grande réceptivité aux normes violentes du contexte immédiat. L'intensité de la désindividuation étant théoriquement fonction de la taille du groupe lui-même, on doit s'attendre à une plus grande désindividuation, donc une propension à la violence supérieure lorsque les groupes sont plus denses. De même, on peut supposer que plus la désindividuation est importante, plus la violence exprimée est intense.

Cette dernière hypothèse a été traitée par Robert Watson, de l'Université de Harvard, qui a étudié des documents archéologiques se rapportant à 24 cultures. Il a montré que les guerriers qui cachent leur identité avant d'aller à la guerre (par exemple en se peignant le visage ou le corps) sont plus enclins à tuer, torturer ou mutiler les prisonniers que des combattants ne cachant pas leur identité. Concernant le lien entre la taille du groupe et les actes agressifs, une étude de Brian Mullen, de l'Université de Syracuse, a étudié le lien entre la taille des groupes et leur degré d'agressivité. Pour ce faire, il a compulsé 50 ans d'archives de lynchages. Il a montré que plus une foule est nombreuse, plus les atrocités telles que brûler, lacérer et démembrer la victime sont fréquentes. Dans une autre étude très illustrative, Leon Mann, de l'Université d'Australie du Sud, s'est intéressé à 21 situations où une foule entourait une personne menaçant de se jeter d'un édifice ou d'un pont. Il a observé que si la foule est peu nombreuse et agit en plein jour, les gens ne poussent généralement pas le désespéré au suicide. C'est le contraire lorsque la foule est plus nombreuse et lorsque l'événement se produit de nuit : dans ce cas, les incitations à sauter sont plus fréquentes.

Reste à passer cette hypothèse (la désindividuation favoriserait l'agression) à l'épreuve de l'expérience. C'est ce qu'a fait Phil Zimbardo, de l'Université Stanford. Ce dernier a fait écouter à des volontaires l'enregistrement d'une personne passant pour une victime et apparaissant comme altruiste et agréable, ou au contraire égocentrique et désagréable. Certains participants étaient individués (ils portaient un large badge avec leur prénom), d'autres étaient désindividués (ils portaient des vestes de laboratoire et des masques). Les participants apprenaient ensuite que l'étude concernait le conditionnement psychologique, et qu'il leur faudrait administrer des chocs électriques douloureux à une autre personne (en réalité, un acteur). Les résultats ont montré que les personnes désindividuées administrent des chocs presque deux fois plus longs que les autres.



l'avaient été et avaient une haute image d'eux-mêmes (ceci était évalué au préalable au moyen d'un questionnaire psychométrique) avaient une réaction beaucoup plus agressive.

Ce résultat est conforme aux observations de Martin Janowski, sociologue à l'Université de Berkeley, ayant partagé le quotidien d'une dizaine de gangs pendant plus de dix ans : les membres du gang avaient une haute opinion d'eux-mêmes. La fierté était exacerbée lorsqu'on leur manquait de respect en public ; or, dans plus de la moitié des homicides examinés dans une étude de référence, l'affrontement a lieu en présence d'un public qui, éventuellement, encourage les protagonistes à se battre.

Les individus les plus susceptibles de réagir à la frustration par la violence ne disposent généralement pas de ressources et de qualifications leur permettant de la gérer correctement ; leurs compétences verbales, ainsi que leurs ressources intellectuelles, relationnelles et financières sont limitées, et ils présentent souvent des traits de personnalité tels



Laurent Bégue

2. À Halloween, les enfants apprécient l'anonymat (tout relatif !) que leur confère leur déguisement.

3. Comment la violence latente de l'individu devient-elle violence en acte dans la foule ? La charge de violence créée par diverses formes de dévalorisation et de désinsertion sociale chez l'individu se structure d'abord par des contacts avec des membres d'un groupe vivant les mêmes difficultés. Puis l'explosion de violence est facilitée par l'anonymat que confère la foule.

Dans une autre étude, Ed Diener, de l'Université de l'Illinois, a demandé à 1352 enfants déguisés à l'occasion de la fête d'Halloween, d'aller sonner aux portes des maisons de la ville de Seattle pour y quêmander des friandises. Dans la vingtaine de maisons que comptait l'étude, avaient pris place des assistants de recherche : ces derniers demandaient leur prénom à certains enfants, mais pas à d'autres. Une triple désindividuation était donc induite pour certains sujets : aux masques (portés par tous) s'ajoutaient le caractère collectif de la situation et l'anonymat... Reçus dans chaque maison, les enfants étaient invités à prendre une seule friandise, puis laissés seuls. On observait alors à leur insu s'ils chapardaient des friandises supplémentaires et s'ils volaient de l'argent, qui se trouvait dans une coupe sur une table disposée à proximité.

Les résultats ont montré que 57 pour cent des enfants en groupe et dont le prénom n'avait pas été identifié (anonymes) étaient auteurs de vol, tandis que c'était le cas pour seulement 7,5 pour cent de ceux qui étaient seuls et dont le nom était connu ! Dans les deux autres conditions expérimentales (en groupe et non anonyme, ou seul et anonyme), 20 pour cent des enfants volaient.

Un dernier exemple d'étude réalisée quelques années plus tard en Allemagne est particulièrement

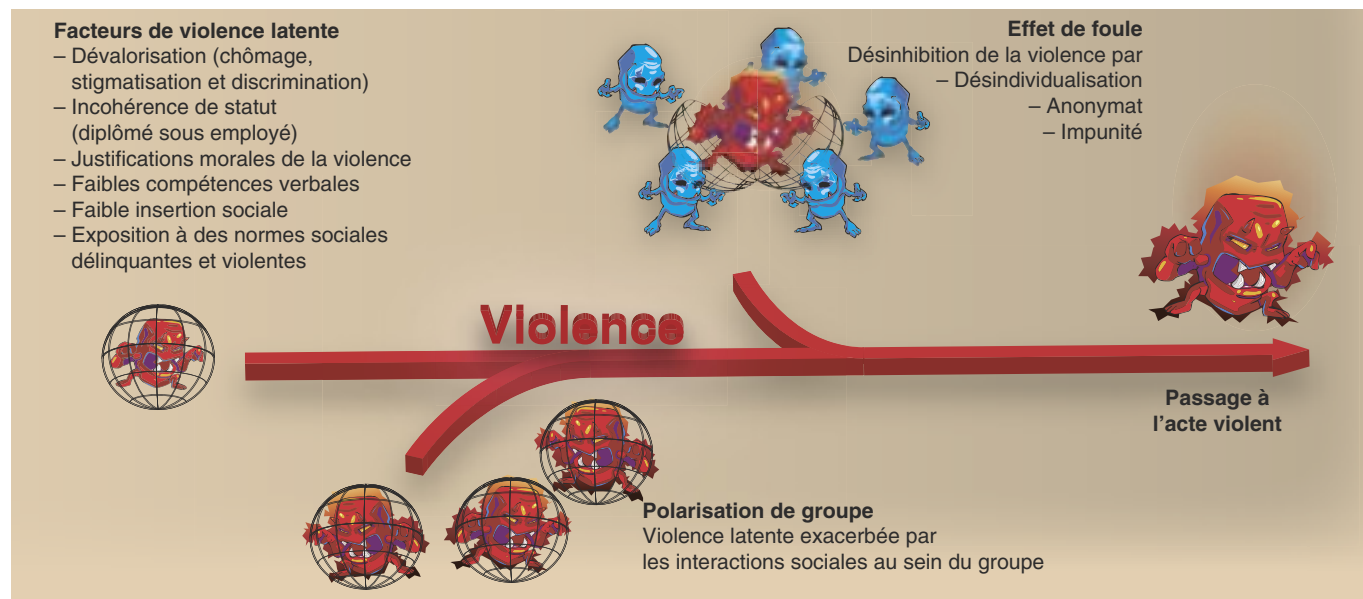
intéressant, car il s'agit d'une expérimentation de terrain. L'étude a consisté à regrouper aléatoirement par cinq des élèves pour une compétition de handball. Certaines équipes portaient un tee-shirt orange, d'autres portaient des vêtements ordinaires, ce qui préservait davantage leur individualité. Il s'est avéré que les joueurs de l'« équipe orange » jouaient plus agressivement que les autres.

Pourquoi la désindividuation rend-elle violent ? Tout d'abord, elle contribue à abaisser le sentiment de responsabilité individuelle. Ensuite, elle altère la conscience de soi en diminuant notamment la capacité de l'individu à vérifier l'adéquation entre des normes personnelles relativement stables et ses comportements en situation, rendant l'individu plus sensible aux normes de la situation immédiate. Nous verrons toutefois que la désindividuation n'a pas nécessairement d'effets destructeurs.

Le pouvoir de la mimésis

Nous avons noté que le deuxième type d'explication individuelle des violences correspond aux apprentissages sociaux et à l'imitation d'autrui. L'une des idées développées par Le Bon est précisément que dans la foule, « tout sentiment, tout acte est contagieux ». Selon lui, cette contagion serait indifférenciée : « Les déformations qu'une foule fait subir à un événement quelconque dont elle est le témoin devraient, semble-t-il, être innombrables et de sens divers, puisque les hommes qui la composent sont de tempérament fort variés. Mais il n'en est rien. Par suite de la contagion, les déformations sont de même nature et de même sens pour tous les individus de la collectivité [...]. La qualité mentale des individus dont se compose la foule ne contredit pas ce principe. Cette qualité est sans importance. Du moment qu'ils sont en foule, l'ignorant et le savant deviennent également incapables d'observation ».

Contrairement à ce qu'affirme Le Bon, les phénomènes collectifs affectent la population de façon inégale : la « contagion mentale » est sélective. Un premier exemple l'illustre : l'anthologique panique déclenchée par la radiodiffusion du roman de H.G. Wells *La guerre des mondes*, le 30 octobre 1938.



Cerveau & Psycho / Shutterstock

Un tiers des six millions d'auditeurs de cette émission a cru à une véritable émission d'information et plus de la moitié de ces derniers ont été pris de panique, voulant fuir à la hâte et créant embouteillages et accidents dans cette fuite. Les réactions observées n'ont rien eu d'aléatoire : la panique a essentiellement touché certains auditeurs, notamment ceux ayant un faible niveau d'instruction, une personnalité fragile, un sentiment d'insécurité élevé et dont le domicile était situé à proximité de la localité du New Jersey où l'invasion de martiens était supposée se produire. Dans une analyse sociologique de 341 émeutes urbaines, Clark Mc Phail, de l'Université d'Illinois, a montré par ailleurs que les violences ont généralement des objectifs politiques ou sont dirigées contre des groupes spécifiques ; ils ne constituent pas des « explosions » par disparition des valeurs du groupe. Quand il s'agit de lynchage, l'enquête, quand elle existe, révèle que les personnes les plus actives dans la foule sont en situation de précarité économique et sociale. En ce qui concerne le rôle de la frustration, des analyses économiques indiquent que la probabilité de violences collectives est liée à des facteurs identifiables, par exemple économiques. Ainsi, le nombre de lynchages de minorités noires dans le Sud des États-Unis augmente quand le prix du coton diminue.

La polarisation de groupe : comment une idée se radicalise

Les recherches réalisées sur la prise de décision collective ont mis en évidence l'intéressant phénomène de la polarisation de groupe, qui correspond à la tendance à prendre en groupe des décisions plus extrêmes que les décisions individuelles, ce qu'on nomme la dérive vers le risque, ou *risky shift* en anglais. Cette polarisation s'exprime également au niveau des attitudes sociales. Ainsi, des personnes rassemblées selon un critère homophilique quelconque (par exemple leur opposition commune à telle mesure gouvernementale) et échangeant leurs opinions sur ce sujet auront une position plus extrême après la discussion collective qu'avant. Ce phénomène est important, car il apporte un éclairage nouveau à la psychologie collective. Un groupe violent sera souvent un groupe adoptant des orientations extrêmes, qui étaient déjà présentes au début chez certains de ses membres. Clark McCauley, chercheur au *Bryn Mawr College*, a analysé diverses organisations terroristes du monde entier et a constaté que l'émergence du phénomène terroriste est graduelle : le terrorisme se développe chez des activistes qui se rapprochent, et qui, à l'écart d'influences modératrices, tendent à adopter des positions plus extrémistes que leurs positions initiales.

L'identité collective est la première à subir cette dérive vers l'extrémisme. Par le jeu des conversations collectives, les différences entre les membres du groupe et « le reste du monde » sont accentuées, aboutissant à une dichotomie qui constitue en soi une source puissante de désinhibition comportementale, porte ouverte aux actes de violence. Contribuant à l'autovalorisation du groupe (potentiellement source de violence) et à la dépréciation des exogroupes (ce qui rend plus acceptable un traitement déshumanisant à leur rencontre), la constitu-



tion de frontières psychologiques de ce type est un puissant ferment de violences collectives. Par exemple, la différenciation intergroupe et la dépréciation d'un exogroupe ont précédé l'holocauste nazi, le génocide arménien en Turquie, l'autogénocide cambodgien et les disparitions en Argentine.

L'idée selon laquelle le groupe facilite les agressions (facilitateur, mais non intrinsèquement générateur d'agression) par un tel phénomène de dérive vers une position extrémiste, souligne qu'il s'agit d'un facteur de désinhibition : il aide l'individu à extérioriser des comportements jusque-là « retenus ». C'est pourquoi il faut envisager que, dans certains cas, le groupe facilite d'autres comportements que la violence, par exemple des comportements d'entraide. Cette fonction de polarisation du groupe pourra être renforcée par la consommation d'alcool – ce qui n'est pas exceptionnel lors des violences collectives –, alcool qui renforce les tendances comportementales dominantes induites par le contexte direct.

De fait, certains travaux suggèrent que la désindividuation engendrerait également des comportements non violents. Par exemple, des personnes à qui l'on fait porter des uniformes d'infirmières adoptent des conduites moins agressives que sans l'uniforme. Dès lors quelles conclusions peut-on tirer des recherches sur la désindividuation ? Il se pourrait que les moyens utilisés pour gommer l'individualité des participants leur instillent implicitement des normes agressives. Dans certaines études par exemple, les vêtements et masques portés par les sujets ressemblaient à ceux du Ku Klux Klan. Est-il étonnant dans ces conditions que les comportements adoptés aient été négatifs ?

De tous ces travaux, on peut tenir pour acquis que la participation collective a pour effet de pousser à l'extrême les attitudes et les comportements, et non de plonger l'individu dans une irrationalité fusionnelle. Ceci étant posé, on peut ensuite noter que la situation collective n'est pas obligatoirement synonyme de violence. « Criminelles, les foules le sont souvent, certes, mais souvent aussi héroïques », a écrit Le Bon, à qui il faut donner raison sur ce point. Il pensait toutefois que l'altruisme de la foule n'était que l'expression de son impuissance à se raisonner. Il eût été plus exact de voir dans la foule héroïque l'action des personnes qui la composent et de leurs idées. ♦

Bibliographie

- L. BÈGUE et B. SUBRA, *Alcohol and Aggression: Perspectives on Controlled and Uncontrolled Social Information Processing*, in *Social and Personality Psychology Compass*, à paraître.
- P. ZIMBARDO, *The Lucifer effect: understanding how good people turn evil*, New York: Random House, 2007.
- L. BÈGUE et S. ROCHÉ, *Birth order and youth delinquent behavior: testing the differential parental control hypothesis*, in *Psychology, crime and law*, vol. 11, pp. 73-85, 2005.
- E. STAUB, *The roots of evil: Social conditions, culture, personality, and basic human needs*, in *Personality and social psychology review*, vol. 3(3), pp. 179-192, 1999.
- T. POSTMES et P. SPEARS, *Deindividuation and anti-normative behavior: A meta-analysis*, in *Psychological Bulletin*, vol. 123, pp. 238-259, 1998.

Laurent BÈGUE

est professeur de psychologie à l'Université de Grenoble, où il dirige le Laboratoire interuniversitaire de psychologie : personnalité, cognition, changement social (EA 4145).

« Je l'ai lu dans ses yeux. » « Elle lui a fait les yeux doux. »
« Il m'a lancé un regard noir. » Bon nombre de nos expressions quotidiennes évoquent le pouvoir du regard et, au sens large, des expressions faciales. Les expressions du visage sont chargées de sens pour celui qui sait les observer.

Les mille effets des regards

LA PSYCHOLOGIE AU QUOTIDIEN

Nicolas GUÉGUEN

Droit dans les yeux : succès assuré

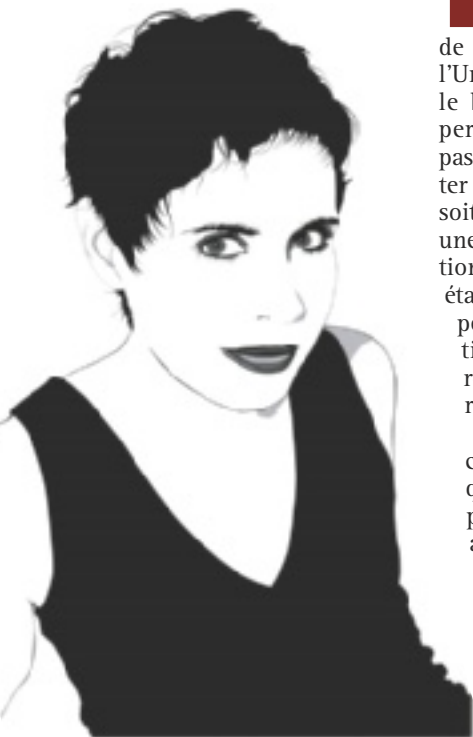
Pour s'adresser à un public et essayer de le gagner à sa cause, il vaut mieux fixer du regard une personne en particulier, plutôt que de parcourir la foule du regard. Dans l'expérience de Swenn Lindskold et de ses collègues, de l'Université de l'Ohio, des compères arborant le badge d'une association en faveur des personnes handicapées, sollicitaient des passants dans la rue avec une boîte pour collecter des dons. Les expérimentateurs adoptaient soit une condition dite de requête directe, soit une condition de requête indirecte. En condition de requête directe, les expérimentateurs établissaient un contact visuel direct avec une personne en lui demandant une contribution, tandis que dans une condition de requête impersonnelle, la sollicitation et le regard étaient lancés à la cantonade.

Plus de 3 000 passants ont été testés dans cette expérience, et les résultats ont révélé que la requête formulée à la cantonade a permis d'obtenir 2,5 pour cent de donateurs, alors que la requête « individualisée » a atteint 33 pour cent de donateurs ! La conclusion est simple : face à un auditoire, n'hésitez pas à vous focaliser sur quelques personnes successivement, en vous attachant d'abord sur l'une d'entre elles, puis

en captant le regard d'une autre, et ainsi de suite, mais sans changer trop rapidement. Le regard influence même si les personnes visées prétendent souvent ne pas aimer être fixées par autrui. Ainsi, une étude réalisée par Charles Morgan et ses collègues, de l'Université de Seattle, a montré qu'un auto-stoppeur qui regarde dans les yeux l'automobiliste qui arrive vers lui, a bien plus de chances d'être pris en stop que s'il regarde juste au-dessus des yeux du conducteur. Pourtant, les automobilistes prétendent ne pas aimer être regardés dans les yeux. Selon les psychologues, le regard direct et soutenu déplaît, car il traduit une position de dominance (dans les rapports sociaux, une personne dominée baisse les yeux alors qu'une personne dominante soutient le regard), mais il produit aussi, fort logiquement, davantage d'obéissance.

Toujours dans le domaine de l'auto-stop, nous avons montré qu'un auto-stoppeur ou une auto-stoppeuse qui sourit a plus de chances qu'un automobiliste s'arrête (14 pour cent) qu'en l'absence de sourire (8 pour cent). Le sourire d'une femme est plus efficace que celui d'un homme. Encore faut-il que le sourire soit visible de loin !

N. GUÉGUEN et C. JACOB, *Direct Look Versus Evasive Glance and Compliance With a Request*, in *The Journal of Social Psychology*, vol. 142, p. 393, 2002.



Tadomir / Shutterstock

Pupilles dilatées, séduction assurée

Les dames de l'ancien temps s'humidifiaient l'œil avec du jus de citron pour rehausser leurs charmes. Le jus de citron élargit les pupilles, et une pupille dilatée a des effets irrésistibles... Selina Tombs et Irwin Silverman, de l'Université de York, à Toronto au Canada, ont demandé à des hommes et des femmes d'évaluer l'attrait exercé par des photos de visages d'hommes ou de femmes ni beaux, ni laids (moyens !) et dont la pupille (retouchée par traitement d'image) était peu, moyennement ou très dilatée. Les sujets devaient classer les photos selon l'attrait qu'elles exerçaient. Les résultats ont ainsi révélé que les hommes jugent les femmes d'autant plus jolies que leurs pupilles sont dilatées. Quant aux femmes, elles préfèrent les photos d'hommes dont la pupille est dilatée, mais, dans le même temps, elles associent ce trait à une évaluation plutôt négative lorsqu'on leur demande de décrire l'homme de la photographie. Les hommes sont alors décrits comme étant opportunistes, têtus et même mauvais garçons...

Une dilatation pupillaire forte pour les femmes augmenterait la perception du côté enfantin du visage, les bébés ayant une grande pupille comparée à la taille de leur visage. Or les hommes apprécieraient, sur un visage féminin, tout trait traduisant la jeunesse. Chez les hommes la dilatation pupillaire serait perçue comme un signe de dominance, de santé et de vigueur (des traits que peuvent présenter les mauvais garçons) : les travaux de James Dabbs, de l'Université Georgia, à Atlanta aux États-Unis, confirme d'ailleurs le lien entre dominance et dilatation pupillaire chez l'homme. On sait que le niveau de testostérone est lié à la dominance, et J. Dabbs a montré que les hommes ayant les dilatations pupillaires les plus impor-

tantes en réponse à des enregistrements auditifs à fort contenu érotique sont également ceux chez lesquels on trouve un niveau élevé de testostérone...

La dilatation de la pupille ne concerne pas que les rapports de séduction amoureuse. Dans une expérience que nous venons de mener, des *curriculum vitae* numériques avec la photographie d'un candidat à l'embauche ont attiré plus favorablement des employeurs potentiels lorsque la pupille des postulants avait été agrandie... Il ne reste donc plus qu'à savoir agrandir sa pupille pour plaire en de multiples circonstances... Outre le jus de citron (désagréable !), certains produits ophtalmologiques dilatent les pupilles. Mais plus simplement, Eckhard Hess, de l'Université de Chicago, a montré qu'un plaisir, une émotion, le simple fait de regarder un bébé, ou encore une photo suscitant des souvenirs agréables, suffit à obtenir cette dilatation. Qui a dit que le bonheur est une arme de séduction ? Du point de vue des pupilles, cela semble vrai.

S. TOMBS et I. SILVERMAN, *Pupillometry: A sexual selection approach*, in *Evolution and Human Behavior*, vol. 25, pp. 221-228, 2004



Kuzma / Shutterstock

Regard soutenu : force de persuasion



Toalomer / Shutterstock

55 pour cent des passants mettent la main à la poche en situation de regard soutenu, contre 32 pour cent dans l'autre cas...

Ces observations ont été reproduites dans d'autres recherches et ont toujours confirmé l'importance du regard soutenu. Sachez-le, dans les moments clés, en situation d'embauche ou lorsque vous voulez convaincre quelqu'un de votre sincérité, le simple fait de détourner les yeux diminue votre efficacité. Dans une étude que nous avons menée, un compère se faisait passer pour un étudiant et demandait à une personne si elle accepterait de répondre à un questionnaire dans le cadre d'un exercice lié à sa formation. Selon le cas, en formulant cette requête, l'expérimentateur regardait la personne dans les yeux ou évitait systématiquement le regard de la personne interrogée. Il s'est avéré que 66 pour cent des personnes sollicitées ont consenti à la requête lorsque le compère regardait le sujet dans les yeux, et qu'elles étaient seulement 34 pour cent en cas de « regard fractionné. »

C. KLEINKE, *Compliance to requests made by gazing and touching experimenters in field settings*, in *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 13, pp. 218-223, 1977

Certes, il n'est pas toujours facile de demander quelque chose à quelqu'un en le regardant dans les yeux. Mais les expériences de psychologie révèlent que vous aurez néanmoins intérêt à planter votre regard dans celui de la personne que vous sollicitez. Chris Kleinke, de l'Université de l'Alaska à Anchorage, a expérimenté l'effet du regard sur l'acceptation d'une requête. Dans une première expérience, une jeune femme complice de l'expérimentateur plaçait de la monnaie sur la tablette d'une cabine téléphonique et s'en allait. Elle attendait qu'une personne entre dans la cabine puis ressorte en ayant pris l'argent. À ce moment, elle l'abordait en lui disant qu'elle pensait avoir oublié de l'argent dans la

cabine quelques minutes auparavant et demandait à la personne si elle l'avait trouvé. En formulant cette demande, elle regardait de manière soutenue la personne, ou bien détournait les yeux.

Les résultats ont montré que 96 pour cent des personnes se sont montrées honnêtes et ont restitué l'argent en situation de regard soutenu, alors qu'elles n'étaient que 63 pour cent lorsque l'expérimentateur détournait les yeux. Dans une seconde expérience, le même expérimentateur abordait une personne dans la rue en lui demandant si elle pouvait lui donner une « petite pièce ». Selon le cas, en formulant cette demande, il regardait la personne de manière soutenue ou ne le regardait pas. Ici encore, on observe que

Sourire « blancheur » : beauté et bonté

Rien ne vaut un franc sourire pour laisser une bonne impression. Mais attention ! Pas n'importe quel sourire... Emma Otta et ses collègues, de l'Université de São Paulo, ont pris des photos d'hommes et de femmes d'âges différents, en leur demandant, soit de sourire pendant la prise de vue, soit d'adopter une expression neutre. Les sourires étaient de trois « types » : un sourire fermé (étirement des lèvres sans ouverture de la bouche), un sourire haut (lèvres étirées, mais seules les dents supérieures sont découvertes), ou un sourire large (lèvres étirées et dents supérieures et inférieures découvertes). Ces personnes étaient ensuite évaluées par d'autres hommes et femmes en termes d'intelligence, de gentillesse, de caractère, d'extraversion, de sympathie, de soumission, d'ambition et, enfin, d'attrait physique.

Les psychologues ont constaté que la présence d'un sourire, quel qu'il soit, suffit à accroître l'attrait de la personne et ses scores dans la plupart des catégories évaluées. Toutefois, on note également que la qualité de l'impression laissée par la personne est liée au degré d'ouverture du sourire : plus les dents apparaissent, plus les scores augmentent...

Les effets du sourire influent sur toutes les dimensions de la personnalité : le sourire n'affecte pas uniquement l'attrait physique, les psychologues ayant observé qu'une personne souriante est considérée comme plus aimable, plus extravertie, plus sympathique, ayant un caractère plus agréable...

L'effet du sourire résulterait d'un sentiment de familiarité suscité par le sourire. D'autres recherches ont en effet montré que l'on reconnaît plus rapidement une personne qui nous est familière, mais qu'on ne connaît pas bien (par exemple, une personne célèbre), lorsqu'elle sourit. Or on sait que le sentiment de familiarité favorise des jugements positifs.

Quant à l'effet « beauté », on l'explique par le fait que le sourire rendrait le visage plus symétrique, dissimulant les différences de traits entre les deux moitiés du visage. Or la symétrie d'un visage est étroitement liée à sa beauté. Cet effet du sourire est d'autant plus marqué que l'évaluateur est un homme et que la personne qui sourit est une femme. Chez les hommes, il semble que la dominance sociale soit un facteur plus décisif pour plaire aux femmes, ce qui expliquerait qu'ils aient intérêt à moins sourire pour faire bonne impression...

E. OTTA et al., *Reading a smiling face: Messages conveyed by various forms of smiling*, in *Percept. and Motor Skills*, vol. 82, p. 1111, 1996



Sourcils froncés et mine renfrognée : dominance sociale

On pense souvent qu'une mine renfrognée trahit un événement désagréable ou contrariant qui vient d'arriver à une personne. Pourtant, d'après les psychologues, elle peut tout aussi bien marquer un niveau de dominance. Ainsi, Nicole Burke, de l'Université du

Missouri, a découvert que, comparée à une expression neutre, une mine renfrognée (gros yeux et froncement de sourcils) accroît la perception de la dominance et du statut social d'une personne présentée sur une photographie. Jason Tipples, de l'Université de Hull au Royaume Uni, a également montré que le sentiment de menace associé à de telles expressions faciales est accru. En outre, il observe que ce sentiment est renforcé si la mine renfrognée s'accompagne d'une ouverture des lèvres : il n'y a pas que le sourcil froncé qui marque le comportement du dominant.

Un visage impassible – et dépourvu de sourire – est également caractéristique d'un individu dominant : James Dabbs, de l'Université d'Atlanta, a demandé à des étudiants de prendre la pose pour une photographie. Trois facteurs ont été mesurés chez ces personnes : d'une part, leur concentration de testostérone qui reflète leur niveau de dominance ; d'autre part, l'activité des muscles zygomatiques (qui permettent de sourire) et la tension des muscles du pourtour de l'œil et, enfin, le caractère attrayant de leur visage, évalué sur les photographies par des volontaires extérieurs. On a ainsi constaté que les personnes présentant un niveau élevé de testostérone dans leur salive étaient également celles qui souriaient le moins et dont la tension musculaire autour des yeux était la plus élevée. Ce sont également ces mêmes personnes qui ont été perçues comme étant les moins amicales et les plus dominantes. Encore une fois, le lien entre testostérone et dominance trouve sa matérialisation dans les expressions faciales...

J. M. DABBS, *Testosterone, smiling, and facial appearance*, in *Journal of Nonverbal Behavior*, vol. 21(1), pp. 45-55, 1997

Nicolas GUÉGUEN est enseignant-chercheur en psychologie sociale à l'Université de Bretagne-Sud, et dirige le Groupe de recherches en sciences de l'information et de la cognition à Vannes.

Préférez-vous sauver les trois quarts des passagers d'un navire en perdition ou en laisser périr un quart ? Vous avez bien sûr remarqué que les deux questions sont équivalentes, mais la plupart des personnes interrogées choisissent la première option ! Des études récentes montrent que la façon dont sont posées les questions influe sur les réponses.

Le poids des mots

Barry SCHWARTZ



Dans le film Vol 93, des passagers de l'avion qui, le 11 septembre 2001, doit s'écraser sur Washington, apprennent ce qui se passe au sol par un téléphone

portable. Ils décident de prendre le contrôle de l'avion. Reste, par la force des mots, à convaincre les passagers d'accepter ce sacrifice collectif pour sauver la capitale.

■ imaginez que le gouvernement français se prépare à lutter contre une nouvelle épidémie, dont on estime qu'elle tuera 6 000 personnes. Deux plans d'action sont envisageables pour combattre la maladie ; avec le plan A, on sauve 2 000 personnes, avec le plan B, il y a une chance sur trois que les 6 000 personnes soient épargnées et une probabilité de deux tiers que personne ne le soit. Face à ce choix, 72 pour cent des personnes interrogées préfèrent le plan A – elles sauvent 2 000 personnes à coup sûr – plutôt que de risquer de ne sauver personne.

Imaginez maintenant que le gouvernement présente les deux options de la façon suivante : avec le plan d'action C, 4 000 personnes meurent ; avec le plan d'action D, il y a une chance sur trois que personne ne meure et une probabilité de deux tiers que les 6 000 personnes périssent. Daniel Kahneman, lauréat du prix Nobel 2002 d'économie et psychologue à l'Université de Princeton aux États-Unis, et le psychologue Amos Tversky ont montré que face à ces nouveaux scénarios, 78 pour cent des personnes choisissent le plan D.

Pourtant, ces deux paires de plans – A ou B et C ou D – sont identiques : sauver 2 000 vies signifie que 4 000 personnes meurent et, dans les cas de B et de D, la probabilité de un tiers de sauver tout le monde est égale à la probabilité de deux tiers de perdre tout le monde. En toute logique, votre choix, quel qu'il soit, devrait être le même, indépendamment de la façon dont les options sont formulées. Mais ce n'est pas le cas ; on préfère A à B, mais l'inverse quand les plans sont décrits comme C et D. Pour quelles raisons ?

La formulation façonne les décisions

Il y a 30 ans, D. Kahneman et A. Tversky ont montré qu'on répond différemment aux choix impliquant des pertes, tel un nombre de morts, qu'à ceux impliquant des gains, tel un nombre de survivants. Quand on choisit entre deux issues favorables (A et B), on a tendance à éviter les risques et à préférer les choses certaines (sauver 2 000 vies). Mais on est davantage prêt à prendre des risques quand les choix présentent des pertes – une tendance psychologique souvent exploitée dans la formulation des options. Ces résultats de D. Kahneman et A. Tversky ont alors enclenché une série de recherches sur l'influence de la formulation dans les choix des individus. Dès lors, on a découvert les diverses façons par lesquelles le langage peut avoir un effet – souvent contre intuitif – sur nos décisions.

Par exemple, on a montré que les personnes peuvent opter en masse pour une possibilité quand elle est présentée comme l'option par défaut – une option qui advient si l'on ne choisit rien. Mais modifiez l'option par défaut, et la plupart des personnes interrogées changent d'avis. Le contexte peut aussi influencer les décisions : présenter une option en la comparant à une autre plus coûteuse, par exemple, peut la rendre plus attrayante que si elle avait été associée à une option plus intéressante.

Par ailleurs, nous serions tous inconstants. Les travaux sur la psychologie du choix montrent que nous n'avons pas de préférences ni de valeurs

bien établies ; nous les construisons en réaction aux questions auxquelles nous sommes confrontés ou aux choix que nous devons faire. Pourquoi sommes-nous si versatiles ? Bien qu'ils paraissent souvent irrationnels, ces caprices ont parfois une certaine logique : les mots employés peuvent influencer non seulement sur nos choix, mais aussi sur la façon dont nous apprécions ces choix, une façon de nous conforter dans nos décisions (*voir l'encadré page 33*).

Comprendre comment les mots contrôlent les décisions permet aussi aux services publics de formuler au mieux leurs messages pour motiver les personnes quand il s'agit d'économiser de l'énergie par exemple. Dans certaines situations, des responsables politiques peuvent utiliser les options par défaut pour amener le citoyen à choisir l'option qu'eux préfèrent. Ainsi, si vous êtes conscient des pièges du contexte, de l'importance de l'option proposée face à celle que vous choisissez, cela peut vous permettre de mieux réagir face à des enquêtes, des campagnes politiques et des publicités : gardez toujours à l'esprit que presque toutes les questions posées orientent votre choix vers une option plutôt qu'une autre.

La théorie du verre à moitié vide

D. Kahneman et A. Tversky ont été les premiers à proposer l'idée que deux façons équivalentes de décrire un choix logique ne sont pas forcément équivalentes d'un point de vue psychologique ; c'est ce qu'ils ont nommé la théorie de la perspective. Ils ont mis en évidence la relation entre l'objectif – quel est l'état de la situation ? – et le subjectif – comment se sentent les personnes confrontées à cette situation ? – quand il s'agit de pertes et de gains (*voir l'encadré page ci-contre*).

Selon la théorie de la perspective, bien que les individus soient de plus en plus satisfaits à mesure qu'une option devient favorable, leur bonheur n'augmente pas linéairement avec le gain. Au contraire, l'état émotionnel d'une personne – qui est subjectif – s'améliore de plus en plus lentement, jusqu'à ce que le gain d'une situation ne change presque plus la satisfaction de la personne – un effet que les économistes nomment l'utilité marginale décroissante. Par exemple, cela signifie que sauver 6 000 vies ne fait pas trois fois plus plaisir que sauver 2 000 vies ; par conséquent, prendre un risque pour sauver les 6 000 vies est ressenti comme un mauvais pari psychologique. Ainsi, selon D. Kahneman et A. Tversky, la plupart des individus n'aiment pas prendre de risques quand ils sont confrontés à des gains.

De même, quand il s'agit d'événements négatifs, tels des décès, l'état émotionnel d'une personne se détériore de moins en moins à mesure que la situation s'aggrave. Ainsi, perdre 6 000 vies ne fait pas trois fois plus souffrir qu'en perdre 2 000 : prendre le risque de ne perdre personne est donc un bon pari psychologique. C'est ce principe qui nous conduit à prendre des risques quand ce sont des pertes qui sont en jeu.

Et c'est bien la façon dont les options sont présentées qui détermine si on s'intéresse aux gains ou aux pertes. Dans le choix A contre B, on évalue des gains, tandis que confronté aux scénarios C

Bibliographie

- D. KEYS et
B. SCHWARTZ,
“Leaky” rationality: how
research on behavioral
decision making challenges
normative standards
of rationality,
in *Perspectives
on Psychological Science*,
vol. 2, pp. 162-180,
juin 2007.
- L. LEE et al.,
Try it, you'll like it, in
Psychological Science,
vol. 17, pp. 1054-1058,
2006.
- D. KAHNEMAN
et A. TVERSKY, Choices,
values, and frames,
in *American Psychologist*
vol. 39, pp. 341-350,
1984.

et D, on s'intéresse aux pertes. Voilà pourquoi on n'est pas prêt à prendre un risque dans la première situation, alors qu'on l'est dans la seconde.

En outre, la théorie de la perspective précise que la perte d'une quantité donnée fait davantage souffrir que le gain d'une même quantité ne réjouit. Autrement dit, focaliser quelqu'un sur ce qu'il ne perdra pas quand il prend une décision le motivera davantage que de lui présenter ce qu'il peut gagner. Comment mettre à profit cet effet ? Par exemple, pour inciter les femmes à palper leurs seins, il est moins efficace d'insister sur les bénéfices d'une détection précoce d'un cancer (un gain) que de souligner le coût d'une détection tardive (une perte). Ou pour inciter les propriétaires à préserver l'énergie, il vaut mieux insister sur les coûts d'un gaspillage d'énergie (des pertes) que sur les économies des factures énergétiques (des gains).

Le pouvoir du choix par défaut

Une autre façon d'influencer un choix est de laisser une information dans l'ombre. Aux États-Unis et dans différents pays européens, on demande aux personnes qui renouvellent leur permis de conduire si elles accepteraient de donner leurs organes en cas d'accident mortel. En 2003, Eric Johnson, de l'Université Columbia, et Daniel Goldstein, de l'École des affaires de Londres, des spécialistes de la prise de décision, ont montré que plus de 90 pour cent des Français sont des donneurs d'organes et que ce n'est le cas que d'environ 25 pour cent des Américains – alors que la plupart des Américains approuvent le don d'organes. Pourquoi en est-il ainsi ? Aux États-Unis, pour être un donneur d'organes, il faut signer un formulaire. Si vous ne signez pas, vous n'êtes pas donneur :

or cette option est celle qui est présentée par défaut, c'est donc celle que la plupart des personnes choisissent. En revanche, en France, c'est l'inverse – vous êtes donneur d'organes à moins que vous n'indiquiez (dans un registre national de refus) que vous ne voulez pas l'être ; la plupart des Français sont donc donneurs, choisissant tacitement l'option par défaut (voir l'encadré page 32).

En 2001, l'économiste Brigitte Madrillan, de l'Université de Pennsylvanie, et Dennis Shea du *United Health Group*, ont montré que quand des employeurs changent les procédures de participation de leurs salariés à un programme donné, en passant de « choisir d'adhérer » – on signe un formulaire pour participer – à « choisir de se retirer » (on adhère par défaut), les adhésions augmentent de 49 à 86 pour cent.

Pourquoi les options par défaut ont-elles autant d'effet sur les décisions ? Peut-être en partie à cause de l'inattention. La vie est compliquée et il n'est pas possible de faire attention à tout. C'est pour cette raison que la plupart des personnes conservent leur forfait de téléphone portable qu'il soit ou non le plus approprié. Rechercher d'autres possibilités prend du temps et on est rarement prêt à prendre cette peine. Mais la paresse et l'inattention ne sont pas les seules causes du pouvoir des options par défaut. En 2006, à l'Université de Californie à San Diego, le psychologue Craig McKenzie et ses collègues ont montré que la plupart des personnes considèrent que l'option par défaut est l'option recommandée.

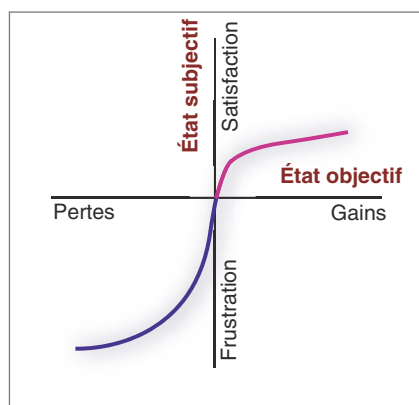
Étant donné l'intérêt des options par défaut, on pourrait les utiliser pour pousser les personnes dans une direction susceptible d'améliorer leur bien-être, une démarche que le spécialiste de droit Cass Sunstein et l'économiste Richard Thaler, de

Quand les pertes comptent plus que les gains

Nous ne réagissons pas de la même façon quand des propositions décrivent des gains ou des pertes. Cette tendance, que l'on explique grâce à la théorie dite de la perspective, peut engendrer des décisions incohérentes. En projetant sur un graphe cette théorie, développée il y a 30 ans par Daniel Kahneman, de l'Université de Princeton, et Amos Tversky, l'abscisse représente l'« état objectif » de la situation : elle s'étend des valeurs négatives, par exemple quand on parle du nombre de vies perdues, aux valeurs positives, le nombre de vies sauvées, en passant par un état neutre (zéro).

L'ordonnée représente les réactions subjectives des personnes face aux divers états objectifs, c'est-à-dire l'état dans lequel se sentent les personnes confrontées à ces réalités.

La courbe rose (en haut à droite) montre comment les personnes réagissent face à des situations positives (ou gains). Sa forme illustre le principe économique de l'utilité marginale décroissante : sauver 6 000 vies ne permet pas de se sentir trois fois mieux que si l'on en sauve 2 000, si bien que les personnes ne



sont pas prêtes à prendre un risque pour sauver les 6 000 vies. La courbe bleue (en bas à gauche) montre comment on réagit face à des situations négatives (ou pertes), et illustre l'inutilité marginale décroissante des pertes : comme perdre 6 000 vies ne blessa pas trois fois plus que d'en perdre 2 000, on a tendance à prendre le risque de ne perdre personne. On serait donc plus enclin à prendre des risques quand ce sont des pertes qui sont en jeu et non des gains.

Mais la décision dépend de la façon dont les options sont présentées. Ainsi,

on n'est pas prêt à prendre des risques si la formulation met en avant les issues positives, et on fait un choix plus risqué si les mots employés décrivent le côté sombre du tableau.

En outre, la partie « perte » de la courbe (en bleu) a une pente deux fois plus importante que la partie « gain » (en rose), ce qui signifie qu'une perte de 100 euros par exemple fait plus souffrir qu'un gain de 100 euros ne réjouit. On cherche donc toujours à éviter des pertes plutôt qu'à s'assurer des gains.

l'Université de Chicago, nomment paternalisme émancipé. Ainsi, les décideurs choisiraient les options par défaut en tenant compte des préférences des personnes (paternalisme), tout en permettant à chacun de faire un autre choix (émancipé).

Bien qu'il ne soit pas toujours possible de connaître les préférences de chacun, on les devine souvent. Dans l'exemple où des employeurs proposent à des salariés de participer à un programme donné, on peut supposer que les salariés ont envie de participer, car on sait que plus les personnes gardent longtemps leur emploi, plus leur engagement augmente. Et étant donné qu'il est impossible de formuler des options d'une façon neutre, pourquoi ne pas pousser les personnes dans la direction la plus intéressante pour la plupart d'entre elles ?

Un troisième facteur influe notablement sur les choix : le contexte. Une option est plus ou moins séduisante en fonction du choix proposé. Il y a quelques années, une machine automatique pour faire le pain a été introduite sur le marché américain. On mélange tous les ingrédients, on appuie sur un bouton et quelques heures plus tard, on obtient une miche de pain. L'appareil était vendu 275 dollars. Est-ce cher pour une machine à pain ? Le prix était difficile à évaluer, parce qu'il n'existait alors aucun produit comparable sur le marché. Quelques mois plus tard, le fabricant lança une machine à pain « de luxe », vendue 429 dollars. Les ventes de la première machine à pain explosèrent – car la nouvelle machine, plus chère, faisait apparaître la machine ordinaire comme une bonne affaire...

De tels effets sont légion. En 2002, le psychologue de l'Université de l'Oregon, Paul Slovic, a demandé à un groupe de personnes combien elles seraient prêtes à payer d'impôts pour une mesure de sécurité aéroportuaire qui sauverait 98 pour cent des 150 personnes en danger chaque année. À un autre groupe, il a demandé combien les personnes donneraient pour sauver 150 personnes par an. Le premier groupe était plus généreux que le second. Pourquoi ? Après tout, sauver 100 pour

cent de 150 personnes, c'est mieux que de sauver 98 pour cent de 150 personnes. Mais quand le chiffre 150 n'a pas de contexte, on ignore, par exemple, comment l'argent sauvera ces vies. En outre, chiffrer le succès à 98 pour cent paraît impressionnant : les participants perçoivent l'importance de l'intervention financière.

Voici un autre exemple. D. Kahneman, C. Sunstein et leurs collègues ont demandé à un groupe de personnes combien elles seraient prêtes à donner pour réparer ou empêcher des désastres tels la disparition des récifs de corail et les dangers menaçant les dauphins. À d'autres personnes, ils ont demandé combien elles paieraient pour un programme visant à prévenir les cancers de la peau chez les travailleurs agricoles. De façon surprenante, les personnes interrogées donnent la même somme pour sauver les dauphins que pour prévenir les cancers de la peau ! Mais, lorsque, pour un troisième groupe, les dauphins sont mis en compétition directe avec le cancer de la peau, les personnes dépensent davantage pour le cancer que pour les dauphins.

Le pouvoir du contexte

Que se passe-t-il donc ? Quand on compare la préservation des dauphins avec d'autres problèmes écologiques, les dauphins ont une forte valeur affective : on dépense donc de l'argent pour les sauver. Au contraire, le cancer de la peau est peu prioritaire sur la liste des problèmes de santé ; donc, on donne des sommes relativement faibles. Mais quand les dauphins et les cancers de la peau apparaissent au même niveau, on perçoit que le cancer mérite vraiment l'investissement.

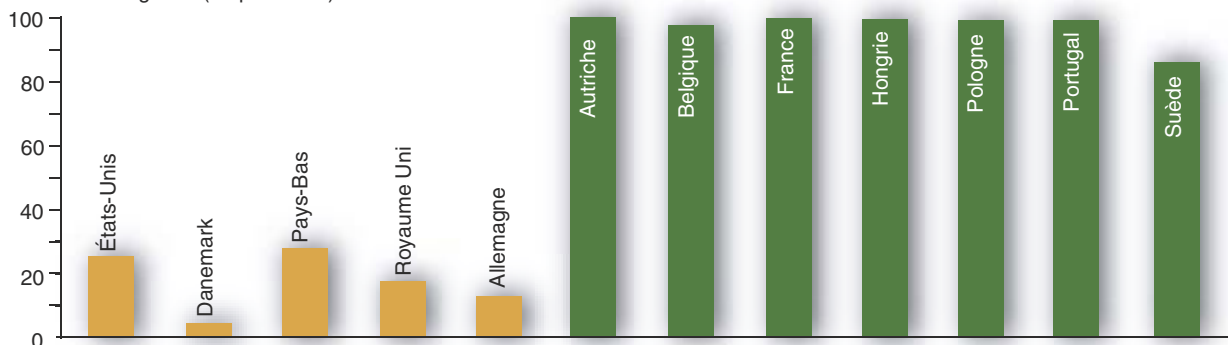
Par conséquent, l'opinion d'une personne change selon le contexte : une question construite dans un contexte étroit est susceptible de transformer un projet peu prioritaire en un point important dans l'esprit des gens. À l'inverse, un contexte large peut inciter les individus à revoir leurs priorités. Contrôler le cadre d'un débat peut donc orien-

Donner un organe : l'option par défaut

Dans les pays telle la France, le don d'organes fait partie d'un contrat de rétraction (*en vert*) : être donneur d'organes est l'option par défaut, c'est-à-dire qu'il faut signer un registre si l'on ne veut pas être un donneur. Dans les pays où s'applique cette législation, le nombre de donneurs est élevé.

En revanche, dans les pays tels les États-Unis qui ont des contrats d'adhésion (*en jaune*) – on n'est pas donneur sauf si l'on s'est fait connaître –, le nombre de donneurs d'organes est faible. Pourtant, la plupart des Américains sont favorables au don d'organes.

Donneurs d'organes (en pour cent)



Des préférences gustatives irrationnelles

La façon dont un choix est formulé influence non seulement notre décision, mais aussi – et c'est inquiétant ! – nos sensations par rapport à ce choix. Par exemple, les personnes préfèrent manger un hamburger composé de 75 pour cent de viande maigre plutôt qu'un hamburger à 25 pour cent de matière grasse. Et quand elles goûtent vraiment les deux hamburgers – qui sont identiques ! –, celui contenant 75 pour cent de viande maigre leur semble vraiment meilleur. Ainsi, bien qu'il paraisse irrationnel de préférer un hamburger à un autre qui lui est identique, si la viande labellisée « 75 pour cent de viande maigre » a meilleur goût que celle qui est étiquetée « 25 pour cent de matière grasse », la première l'emporte. Il existe ainsi de nombreux exemples de la façon dont l'étiquetage des aliments influe sur nos papilles gustatives. Le Perrier est préféré à une autre eau pétillante si les deux boissons sont consommées en voyant les étiquettes ; mais si les consommateurs ne voient pas les étiquettes, ils n'ont pas de préférence. De même, un consommateur considère que les barres nutritives protéinées qui contiennent des « protéines de soja » sont plus granuleuses et moins bonnes que les barres – identiques – où le mot « soja » est supprimé de la description. *A contrario*, on mange davantage de crème glacée à la vanille si elle est étiquetée « riche en matières grasses » que si elle est faussement étiquetée « faible teneur en matière grasse »... Dans ce cas, la préférence du consommateur est inverse de celle qu'il exprime pour les hamburgers, pour lesquels la graisse signifie vraiment « gras ».

En 2006, Leonard Lee, de l'Université Columbia, Shane Frederick et Dan Ariely, de l'Institut de technologie du Massachusetts, le MIT, ont montré que des participants préfèrent une bière à laquelle on a ajouté du vinaigre balsamique étiquetée « boisson du MIT » à une bière normale, à condition qu'ils ne soient

pas informés du mélange ou s'ils le découvrent après avoir goûté les bières. La préférence s'inverse seulement si les participants savent qu'on a mis du vinaigre dans la bière avant de la goûter. Par conséquent, ce qu'on pense d'un aliment modifie son goût et de nouvelles informations, apportées après les faits, ne permettent pas de changer la mémoire du goût.

Ces préférences sont-elles irrationnelles ? Quoi qu'il arrive, on choisit tel hamburger, telle glace ou telle bière pour prendre plaisir à le consommer. Et si un hamburger « maigre » apporte plus de plaisir qu'un hamburger « gras », il n'y a rien de mal à ce que les choix soient influencés par les descriptions.

Les sentiments relatifs à une décision sont moins significatifs dans d'autres situations. Par exemple, quand le choix porte sur l'éradication d'une maladie, ce qu'on ressent ne devrait pas être pertinent ; ce qui importe c'est ce qui arrive aux personnes malades. Lorsqu'il s'agit de choisir entre deux programmes politiques, les sentiments que l'on a sur ces programmes sont moins importants que les effets qu'ils auront.

Mais l'essentiel quand on décide ce qu'on va manger – notamment quand les deux aliments sont identiques –, c'est ce qu'on a envie de manger...



Richard Holfart / Shutterstock

ter l'opinion publique dans la direction choisie par ceux qui gèrent le contexte.

Tout cela soulève une question : savons-nous seulement ce que nous voulons ? Sommes-nous des girouettes ? Quand on doit prendre une décision, on pense évaluer de façon rationnelle nos préférences et on choisit l'option qui les satisfait au mieux. Mais les résultats de recherche sur la façon dont le langage modifie les décisions suggèrent qu'il en va autrement. Au lieu d'avoir des préférences et des valeurs, il se peut que nous les créions juste au moment où nous devons prendre une décision. Et, comme nous venons de le voir, les valeurs et les préférences sont susceptibles de plier sous le poids de la formulation des questions. Par conséquent, il est difficile de discerner nos « véritables » valeurs et préférences... dans l'hypothèse où ces dernières existent.

Prenons par exemple l'attitude du public américain face à l'impôt sur le patrimoine – un lourd impôt sur les biens des personnes riches quand elles meurent. Cet impôt est payé par une petite poignée de personnes – les plus riches aux États-Unis. Et pourtant, le peuple américain s'oppose à cet impôt et soutient les efforts du président George W. Bush pour l'abolir. Comment expliquer cette attitude ? Est-ce que chaque Américain pense être riche un jour ? Je ne pense pas.

Lorsque G. Bush et ses alliés de Washington ont lancé leur campagne contre l'impôt sur le patrimoine, ils l'ont nommé « impôt sur la mort ». Imaginez ce que cette nouvelle appellation produit. Qui paie l'impôt sur la mort ? La personne morte. Comme si mourir n'était pas déjà assez tragique en soi, le gouvernement fouille la tombe pour y récupérer davantage d'argent. Pire encore, la personne décédée a déjà payé des impôts sur cet argent quand elle l'a gagné.

Maintenant, supposez qu'au lieu de le nommer « impôt sur la mort », nous l'appelions « impôt sur l'héritage ». Qui paie l'impôt sur l'héritage ? Les vivants – qui contrairement aux morts n'ont jamais payé d'impôt sur ces biens. Le même impôt semble plus équitable sous cette appellation.

Que veulent donc vraiment les Américains à propos de cet impôt ? Il est difficile de répondre à cette question apparemment simple. Quel que soit ce que nous évaluons, nous sommes à la merci de sa présentation et de son contexte. Il est vain de chercher une façon neutre de décrire un programme ou un produit ; toute formulation a un effet sur les décisions qui seront prises. Si nous sommes vigilants et si nous surveillons comment les options sont présentées, nous serons mieux à même de déceler les effets de la présentation et de les éviter. Mais nous ne les repérerons jamais tous. ♦

Barry SCHWARTZ
est professeur
de psychologie
à l'Université Swarthmore,
près de Philadelphie,
aux États-Unis.

Le plaisir de manger

- 35 Nourriture émotionnelle
- 40 Le philosophe et le vin
- 44 Le gras est-il une saveur ?
- 48 Champagne : le goût du prestige
- 50 Les aliments du cerveau



Ingrid Balabanova / Shutterstock

Noël approche et vous vous demandez ce que vous allez prévoir pour le réveillon.

Du foie gras, bien sûr !
Ou peut-être du saumon fumé.

Du champagne, une bûche, sans oublier la traditionnelle dinde aux marrons. N'ayez pas mauvaise conscience : selon les psychologues, nutritionnistes, neurobiologistes et philosophes, les nourritures grasses limitent les réactions de l'organisme face au stress, le chocolat dissipe les émotions négatives, l'étiquette d'un champagne ou d'un vin prestigieux est un plaisir à elle seule, et la présence des convives rehausse la perception des saveurs.

La bonne chère fait du bien au moral.

Nourriture émotionnelle

Pourquoi une telle débauche de gourmandise à l'approche des fêtes ? Nous avons besoin d'aliments riches, notamment gras et sucrés, pour apaiser notre système du stress.



Albert Bau / Shutterstock

Michael MACHT

À Noël, on met les petits plats dans les grands. « Ce sera du ragoût de chevreuil », annonce Jean-Marc, cadre dans une petite entreprise. « Tant pis pour les petits kilos en trop », répond Pauline, modiste et habituellement adepte des régimes. Pour cette jeune femme très stricte sur sa ligne, il y a des moments où il faut savoir se faire plaisir. L'année n'a pas été facile, son entreprise a connu un plan de licenciement et sa petite fille a été malade pendant plus d'un mois. C'est évident, les fêtes vont lui faire du bien. Elle anticipe déjà le réveillon – surtout les chocolats – et en attend un vrai coup de fouet pour le moral.

Quels liens entretiennent l'alimentation et l'affect ? Peut-on compenser les effets d'une vie difficile et stressante par certains ingrédients que l'on s'autorise une fois l'an ? Les débauches de gourmandise et la prise de poids qui accompagnent le passage à la nouvelle année, peuvent-ils s'expliquer par la physiologie et la psychologie humaine ?

Pour mieux comprendre cette articulation entre l'assiette et l'affect, certains cas extrêmes peuvent être éclairants. Anne est boulimique : certains jours, elle est irrésistiblement attirée vers le réfrigérateur. C'est plus fort qu'elle. D'un geste rageur, elle ouvre la porte et se jette sur la première nourriture venue. C'est bien simple, il faut à tout prix qu'elle mange quelque chose. Plusieurs fois par semaine, elle dévore des montagnes d'aliments, parfois plus de 6 000 calories par jour (la ration normale pour une femme de son âge est de 2 000 calories). Elle mange et oublie tout le reste. Elle pèse 120 kilos, pour une taille de 1,68 mètre.

Ce cas illustre bien le lien étroit qui associe l'acte de manger et l'équilibre émotionnel. Certes, le rôle primaire de l'alimentation est d'ordre biologique : il s'agit d'apporter l'énergie et les substances nutri-

tives indispensables à l'organisme. Mais ce n'est certainement pas la raison pour laquelle Anne se livre à ces excès. Ce sont en fait les émotions qui jouent un rôle clé dans la régulation du comportement alimentaire. Ces émotions aident l'être humain omnivore à résoudre ce problème : choisir le repas le plus approprié parmi la diversité de l'offre alimentaire. Et ce n'est sans doute pas un hasard si l'on s'alimente de façon si particulière au moment des fêtes de fin d'année, comme nous allons le voir.

Les réactions émotionnelles suscitées par les aliments nous permettent de choisir très rapidement la nourriture dont nous avons besoin, de déterminer celle qui est bonne pour l'organisme et qui sera bien supportée. Chez tous les mammifères, le comportement alimentaire et les émotions sont étroitement liés, l'ingestion de nourriture étant associée dès la naissance à une relation positive – l'expérience de la sécurité et de l'amour dans l'acte de téter la mère. Il n'est donc pas étonnant que, dans l'acte de manger, notre objectif consiste souvent à rétablir notre équilibre émotionnel pour nous sentir mieux.

Le stress fait grossir

Les recherches sur le comportement alimentaire émotionnel ont été initiées par la psychanalyste et médecin allemande Hilde Bruch (1904-1984), émigrée aux États-Unis dans les années 1930. Selon elle, nous nous alimenterions davantage dans des situations de crise, parce que cela atténue les émotions pénibles associées. Ainsi, une personne sur trois mangerait davantage dans les situations de stress...

Ainsi, quelques jours avant un examen important, les étudiants mangent souvent davantage. Ce sont le plus souvent des personnes de poids normal et sans troubles psychologiques. Le comportement



Peter Albrektsen / Shutterstock

I. L'alimentation proposée dans les chaînes de restauration rapide est à la fois grasse et sucrée. Ces deux caractéristiques permettent de compenser les effets du stress, mais favorisent l'obésité. Le fast-food participe ainsi à une culture de l'urgence (il faut manger vite) qui suscite du stress, stress qu'il s'agit ensuite de combattre par l'ingestion des nutriments gras et sucrés... du fast-food !

alimentaire émotionnel n'est donc pas un signe de trouble psychique.

En réalité, la tendance à se rabattre vers la nourriture pour réguler ses émotions dépend en partie du caractère. La psychologue Georgina Oliver, de l'Université de Londres, a observé que les « mangeurs émotionnels » ont plus tendance que les autres à modifier leur alimentation dans des situations de stress. G. Oliver a demandé à des volontaires de prononcer un discours en public, ce qui suscite habituellement un stress important. Un buffet était mis à leur disposition, et l'on a constaté que certaines personnes (les « mangeurs émotionnels ») ont mangé beaucoup d'aliments gras et sucrés.

À l'évidence, de nombreuses personnes s'alimentent autant pour agir sur leurs propres émotions, que pour pourvoir à leurs besoins énergétiques. Comment la nourriture affecte-t-elle notre

humeur ? Et comment notre humeur détermine-t-elle ce qui aboutira dans notre assiette ?

En soi, l'apport énergétique est rassurant : on se sent généralement plus calme et dispos avec le ventre plein. Mais cela n'explique pas vraiment le comportement alimentaire émotionnel et certainement pas ses formes extrêmes. Anne avale sans faim un café liégeois, une glace ou du chocolat...

En 2004, Andrew Hill, psychologue à l'Université de Leeds en Angleterre, projette un film triste à des volontaires et leur demande ensuite d'évaluer le goût de différentes sortes de chocolat, tout en leur précisant qu'ils peuvent manger autant de chocolats qu'ils le désirent. Il calcule la quantité de chocolat consommée après 15 minutes, et constate que les spectateurs les plus tristes à l'issue de la projection en ont englouti bien plus que ceux que le film avait moins bouleversés.

Pourquoi manger du chocolat quand on a pleuré ? Le nutritionniste Richard Wurtman, de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), a montré que des repas riches en sucres augmentent la concentration sanguine relative de l'acide aminé tryptophane. Comme le tryptophane est un précurseur de la sérotonine, les repas riches en sucres augmenteraient la concentration de ce neuromédiateur dans le cerveau. Or la sérotonine est surtout présente dans les régions cérébrales (tel le cortex préfrontal) qui interviennent dans la régulation des émotions. Une concentration élevée de sérotonine améliorerait l'humeur.

Pourquoi nous mangeons des chips devant *Seven*...

Les chocolats ne sont pas les seuls à donner le sourire : Rob Markus, de l'Université d'Utrecht, a soumis des volontaires à un stress en leur faisant réaliser des calculs compliqués dans un environnement bruyant. Puis il leur a servi deux types de repas : un repas riche en protéines et pauvre en sucres (viande ou poisson), ou un repas pauvre en protéines et riche en sucres (pâtes ou pommes de terre). Il a constaté que les participants les plus sujets au stress (un facteur que l'on peut mesurer grâce à des questionnaires) se sentaient mieux après avoir mangé un repas riche en sucres. Cet effet était moins visible chez les personnes stables émotionnellement. C'est peut-être la raison pour laquelle vous avez une envie subite de vous repaître de chips devant le film *Seven*, où un psychopathe commet une série d'horribles meurtres, ou que vous mangez des tablettes entières de chocolat quand vous êtes contrarié.

Toutefois, seules les personnes les plus sensibles au stress seraient sujettes à cet effet. L'hypothèse de la sérotonine serait uniquement valable pour les personnes dont le métabolisme est particulièrement sensible à la quantité de tryptophane disponible dans l'organisme. Chez les autres, l'augmentation de la concentration de sérotonine provoquée par une alimentation riche en sucres serait trop faible pour modifier la sensation de bien-être.

De fait, d'autres études révèlent que la nourriture influe aussi sur notre cerveau d'une autre façon. En cas de stress, la glande surrénale libère davantage d'hormones, des glucocorticoïdes, dont le cortisol, la principale hormone de stress. Le

Le plaisir de manger en résumé

Les émotions et la nourriture interagissent. Ainsi, la libération d'endorphines ou de dopamine dans le cerveau procure des sensations de plaisir. Mais les sucres et les graisses agissent aussi directement sur le métabolisme hormonal. Le dénominateur commun des deux mécanismes est qu'ils sont déclenchés par des aliments qui ont bon goût.

Le plaisir de manger est un facteur important de la qualité de vie pour la plupart des personnes – arrivant en tête devant le cinéma et les loisirs.

Mais le plaisir ne s'installe que dans un environnement agréable, calme et tempéré. La bonne compagnie ou la lueur des chandelles augmentent le plaisir gustatif. Ces facteurs ainsi que la « sensation en bouche » des aliments déterminent nos émotions gustatives.

cortisol intervient au sein d'un circuit de régulation complexe dans l'organisme. Les différents relais de ce circuit sont, dans le cerveau, l'hypothalamus et l'hypophyse, et au niveau des reins, la glande surrénale.

La psychologue Mary Dallman, de l'Université de San Francisco, a découvert en 2003 que la réaction de ce circuit face au stress est modulée par l'ingestion d'aliments riches en calories. Elle a enfermé des rats dans une petite boîte en plastique transparent pendant trois heures afin de limiter leurs mouvements, en répétant cette opération pendant cinq jours. Cette procédure soumet les animaux à un stress intense.

Entre ces séances, on donnait à certains animaux de la nourriture normale : une alimentation complète équilibrée. Quant aux autres, ils recevaient une nourriture enrichie en graisse de porc et en sucres. Ainsi s'est-on aperçu, non seulement que les animaux recevant de la nourriture enrichie mangeaient davantage et grossissaient rapidement, mais également qu'ils libéraient moins d'hormones de stress. La nourriture complète, en revanche, ne modifiait presque pas la production hormonale.

Lorsque nous sommes stressés, nous aurions donc tendance à préférer une alimentation grasse et sucrée. Est-ce la raison pour laquelle nous nous livrons parfois à tant d'excès lors des fêtes de Noël et du Nouvel An, évacuant les tensions dues au stress dans une débauche de graisses et de chocolat ? Le stress serait soluble dans les calories... Mais si les aliments gras et sucrés semblent réduire les conséquences hormonales du stress chronique, elles augmentent aussi la proportion de graisse corporelle...

Toutefois, il faut un certain temps pour que la nourriture exerce ses effets sur l'humeur. Les aliments doivent être digérés, puis leurs composants absorbés et transportés vers le cerveau où ils pourront enfin agir. Or nombre de stress quotidiens et d'émotions négatives apparaissent subitement et requièrent un soulagement immédiat. On peut donc se demander si des personnes comme Anne mangeraient autant si l'effet psychologique ne se manifestait qu'au bout d'une heure ou davantage. La nourriture n'agit-elle pas sur l'affect par des moyens plus immédiats que la diffusion de la sérotonine ou la régulation des systèmes du stress ?

Trouver le réconfort dans le chocolat

Les stimulations sensorielles mises en jeu par l'acte de manger sont effectivement beaucoup plus rapides. Elles reposent sur le goût et les émotions associées à la nourriture, lesquelles peuvent instantanément changer notre humeur. Dans l'une de nos expériences réalisées à l'Université de Würzburg, nous avons montré à des volontaires un petit film dans lequel un garçon apprend la mort de son père. Les spectateurs étaient attristés, mais se sentaient mieux si nous leur donnions ensuite un peu de chocolat. Toutefois, nous avons constaté que cet effet ne se produisait que si nous leur offrions un type de chocolat qu'ils avaient jugé particulièrement délicieux au cours d'un test préalable. Si la friandise avait été peu appréciée, elle

avait peu ou pas d'effet sur l'humeur du sujet. Ainsi, c'est sans doute le plaisir immédiat et les émotions suscitées par le goût du chocolat, davantage que l'augmentation de la sérotonine cérébrale, qui expliquent les effets du chocolat.

En outre, le chocolat aide à se calmer. Les psychologues Paul Willner et David Benton, de l'Université de Swansea au Pays de Galles, ont demandé à des volontaires de répondre à des questions en appuyant sur un bouton. Lorsqu'ils donnaient une réponse juste, ils recevaient un carré de chocolat. La moitié des volontaires était exposée à une musique diffusée en arrière-fond : il s'agissait de musiques connues, mais jouées deux fois trop lentement par rapport à leur rythme habituel, ce qui a pour effet systématique d'irriter ceux qui les entendent. Les participants exposés à cette musique exprimaient un désir plus élevé pour le chocolat, et appuyaient plus souvent sur le bouton afin d'en obtenir...

L'explication est la suivante : le chocolat contiendrait des substances psychotropes. Le cacao, par exemple, contient des stimulants, telles la caféine et la théobromine. En 2004, Hendrik Smit, nutritionniste à l'Université de Bristol en Angleterre, a voulu savoir si ces substances sont responsables du changement d'humeur attribué au chocolat. Il a donné à des volontaires, soit une gélule de cacao en une seule dose – ce qui équivaut à une barre de chocolat de 50 grammes –, soit la quantité correspondante de caféine et de théobromine pures. Une demi-heure après, les sujets des deux groupes étaient nettement plus alertes que des gens à qui l'on avait donné un placebo, preuve de l'effet stimulant de la caféine et de la théobromine...

Une barre de chocolat de 50 grammes suffirait donc pour améliorer l'humeur... Cependant, ces changements ne se produisent qu'au bout d'une heure environ, et sont trop faibles pour faire du chocolat une « drogue » efficace. La « dépendance » de certaines personnes au chocolat reposerait plutôt sur des stimulations sensorielles.

2. Le plaisir des grands repas tient à la fois aux mets proposés, mais aussi au plaisir des yeux et à la compagnie de ses proches ou amis.



Andrey Artyagov/Shutterstock

De fait, des expériences montrent que l'on peut se comporter vis-à-vis de certains aliments (notamment, le sucre) comme vis-à-vis d'une drogue, et ce uniquement dans une logique de recherche de plaisir sensoriel, et non pour des modifications de l'état interne de l'organisme liées à l'absorption des aliments par la digestion.

Ainsi, le sucre peut, dans certaines conditions, provoquer dans le cerveau des modifications très similaires à celles provoquées par les drogues. L'administration de morphine libère de la dopamine dans une structure du cerveau frontal nommée noyau accumbens. Cette zone joue un rôle particulier dans le renforcement des comportements : lorsqu'elle a été activée par un comportement, elle incite les animaux à reproduire (ou dit aussi à renforcer) ce comportement, ce qui conduit à nouveau à son activation. Les rats qui ont la possibilité d'augmenter l'activité neuronale de cette région en actionnant un levier qui leur délivre de la morphine, l'actionnent jusqu'à épuisement total.

Normalement, le sucre provoque uniquement des modifications à court terme dans le noyau accumbens. Cependant, des études datant de 2006 ont révélé des effets plus prolongés. Bartley Hoebel et ses collègues, de l'Université Princeton, ont donné une solution sucrée à des rats pendant trois semaines pendant 12 heures, mais les 12 heures suivantes, ils ne recevaient aucune nourriture. De jour en jour, les rats se sont mis à consommer de plus en plus de sucre, et leur noyau accumbens libérait de plus en plus de dopamine quand ils en buvaient. La restriction de la disponibilité avait de toute évidence provoqué un fort désir. La libération de dopamine restait inchangée chez des animaux contrôles qui ne recevaient pas d'eau sucrée, mais un liquide moins savoureux.

Dans une autre expérience, les animaux recevaient toujours de l'eau sucrée, mais immédiatement après qu'ils l'aient avalée, la solution était

évacuée de leur estomac à l'aide d'un petit tuyau implanté dans la paroi abdominale. Le sucre ne pouvait donc pas être digéré et n'était pas disponible pour l'organisme. Or, même dans ces conditions, de la dopamine était libérée dans le noyau accumbens. La nourriture peut donc provoquer des processus cérébraux comparables à une addiction – et ceci même si le corps ne reçoit pas de nutriments. Le goût seul suffit !

Pour résumer, la nourriture agit sur l'affect par deux voies complémentaires : d'une part, les aliments qui ont bon goût déclenchent des réactions émotionnelles provoquant, par exemple, la libération de dopamine, voire d'endorphines dans le cerveau, ce qui procure du plaisir (les endorphines sont des substances naturellement produites par l'organisme et de la famille de la morphine). D'autre part, les sucres et les graisses agissent sur les systèmes de neurotransmetteurs et d'hormones, modifiant l'état émotionnel et atténuant le stress.

Bien sûr, nous ne réagissons pas tous de la même façon face à des situations difficiles. Nous n'avons pas tous la même façon de gérer nos émotions, et chacun a son propre rapport à la nourriture. Cela tient en partie aux associations qui se sont créées dans notre cerveau, lorsque nous étions enfants, entre la nourriture et l'affect. Par exemple, selon H. Bruch, plus une mère donne à manger à son enfant lorsqu'il pleure sans avoir faim, plus l'enfant aura tendance ultérieurement à compenser des émotions négatives par la nourriture. Il aura acquis le réflexe de manger pour retrouver des émotions positives, et dès qu'il ne se sentira pas bien, il aura tendance à manger. Voilà qui explique peut-être les différences entre individus : certains mangent dès qu'ils se sentent anxieux, d'autres préfèrent se plonger dans la lecture, se promener ou chercher à identifier le facteur d'anxiété.

Mais comme c'est souvent le cas dans le domaine des comportements, la génétique s'en mêle. Ainsi, on a constaté depuis longtemps que certaines personnes sont plus sensibles à des goûts ou à des saveurs particulières, et que ces différences sont en partie génétiques. Ainsi, certaines personnes ressentent plus nettement l'amertume des aliments, et la trouvent désagréable. Ces personnes sont naturellement friandes des aliments sucrés et n'y peuvent pas grand-chose...

L'art de maîtriser ses émotions

Toute la clé pour cesser d'être un « mangeur émotionnel » consiste à réguler ses émotions par ses propres moyens, sans avoir recours à la nourriture. C'est le sens des thérapies proposées aux hyperphages compulsifs : Christy Telch, psychologue à l'Université Stanford, propose une vingtaine de séances pour apprendre à ses patientes à faire face à leurs émotions désagréables sans avoir à se ruer sur la nourriture. En quoi consiste cette thérapie ? Les patientes reçoivent d'abord une formation sur le rôle des émotions et la façon dont elles émergent en nous. Elles apprennent ensuite à « s'observer », à identifier l'émergence de leurs émotions négatives et à prendre conscience de leur besoin de manger dès qu'il se manifeste. Elles peuvent ainsi prendre du recul, se rendre compte qu'elles ont besoin d'équilibrer leur état

Glossaire

Trouble d'hyperphagie compulsive : ingestion excessive d'aliment ou de boisson, trouble du comportement alimentaire caractérisé par des crises de prise alimentaire excessive répétées, accompagnées de gain de poids allant jusqu'à l'obésité.

Dopamine : neurotransmetteur, facteur de plaisir neuronal le plus important avec les endorphines.

Mangeur émotionnel : personne ayant une forte tendance à beaucoup manger dans des situations de stress ou d'autres situations émotionnelles difficiles. Dans ses manifestations pathologiques, ce trouble est très lié à l'hyperphagie compulsive.

Endorphines : neuropeptides à effet analgésiques, appartenant à la classe des opiacés, naturellement produits par l'organisme.

Glucocorticoïdes : hormones du stress libérées par les glandes surrénales.

Sérotonine : neurotransmetteur important pour la régulation des émotions notamment.

Théobromine : composant du cacao ayant un effet stimulant similaire à celui de la caféine.

Tryptophane : acide aminé précurseur de la sérotonine. Il est particulièrement abondant dans les aliments riches en sucres.

Évaluer les comportements alimentaires

Le *Dutch Eating Behavior Questionnaire* (questionnaire hollandais du comportement alimentaire) est l'un des questionnaires utilisés pour évaluer les comportements alimentaires.

Comment répondriez-vous à ces questions sur le comportement alimentaire émotionnel ? Attention ! Répondez spontanément et honnêtement ! Chacune des dix questions vaut entre un et cinq points. Faites le total.

1 = jamais, 2 = rarement, 3 = parfois, 4 = souvent, 5 = très souvent

- ☐ J'ai envie de manger quand les événements se liguent contre moi ou quand ils ne se sont pas déroulés comme je le souhaitais.
- ☐ Quand je suis irrité, j'ai envie de manger.
- ☐ J'ai envie de manger quand je suis déprimé ou découragé.
- ☐ J'ai toujours envie de manger quand je n'ai rien à faire.
- ☐ Je veux manger quand je m'ennuie.
- ☐ J'ai envie de manger quand un événement désagréable approche.
- ☐ Quand je suis inquiet, que j'ai des soucis ou que je suis tendu, j'ai envie de manger.
- ☐ J'ai vraiment envie de manger quand je suis de mauvaise humeur.
- ☐ J'ai vraiment envie de manger quand je me sens seul.
- ☐ J'ai vraiment envie de manger quand je suis déçu.

Les hommes sains de poids normal obtiennent en moyenne des scores plus faibles que les femmes. Au-delà de 24 (pour les hommes) ou 30 (pour les femmes) on peut parler d'un comportement alimentaire émotionnel au-dessus de la moyenne. Des patientes souffrant de crises de frénésie alimentaire atteignent souvent des valeurs supérieures ou égales à 40 points.



Dusan Jankovic / Shutterstock

affectif et qu'il faut pour cela réagir, par exemple aller voir un film avec une amie ou se livrer à une activité gratifiante, peinture, sport ou musique selon leurs compétences.

Au prix d'un tel entraînement, relativement bref, les patientes parviennent le plus souvent à réduire la fréquence de leurs crises. Anne a ainsi réussi à maîtriser ses pensées ou souvenirs négatifs, à se détendre et à mettre ses pensées par écrit : cet acte lui permet d'extérioriser ces facteurs psychologiques et de les analyser. Aujourd'hui, elle parvient à mieux contrôler son comportement alimentaire.

La plupart des études consacrées au plaisir de manger révèlent que les aliments procurant le plus de plaisir diffèrent d'un individu à l'autre. L'un aime la salade niçoise, le suivant le canard à l'orange, et le troisième la tête de veau sauce gribiche. Mais la plupart des gens savent décrire de façon très intense leurs repas préférés : le goût et l'odeur, mais aussi la température et la consistance. La conjonction de toutes ces caractéristiques sensorielles produit une « sensation en bouche » très particulière dans chaque cas. Souvent, les personnes qui savourent un plat prennent tout leur temps et focalisent leur attention sur cet instant.

Les personnes que nous avons interrogées ont de plus souligné l'importance du contexte. On ne peut vraiment savourer un repas que si le cadre s'y prête, s'il n'y pas trop de bruit ou de perturbations externes. L'environnement doit être calme, ni trop froid ni trop chaud, ni trop lumineux ni trop sombre. Ces facteurs augmentent le plaisir de

manger – une table bien mise, de la musique agréable, le chant des oiseaux pendant un petit-déjeuner dehors, la vue d'une terrasse. En un mot, prendre plaisir à manger requiert une atmosphère agréable. Et cela inclut évidemment les personnes avec lesquelles nous partageons le plaisir de manger : amis, conjoints, famille. Les repas plaisants sont aussi des événements sociaux. Tout cela conduit à des émotions positives.

Ce que dit un homme de 35 ans, ayant participé à nos entretiens, illustre bien les différentes formes que ce plaisir peut prendre. « Lorsque, il y a deux ans, j'ai passé quelques jours à Paris, j'ai eu subitement envie de manger de très bonnes bouchées au chocolat au moins une fois dans ma vie. Je me suis alors mis à la recherche d'un chocolatier et j'en ai finalement trouvé un dans une petite rue débouchant sur le boulevard Raspail. Les chocolats étaient alignés comme des perles dans la vitrine. Je suis rentré dans le magasin et j'en ai choisi huit. La vendeuse les a mis dans une petite boîte et les a pesés. J'ai été stupéfait quand elle a annoncé le prix, mais j'ai pensé : juste une fois. Je suis alors retourné sur le boulevard avec mon paquet à la main et j'en ai goûté un. Ma bonne résolution d'en garder pour plus tard s'est rapidement envolée. Je marchais le long de la rue comme enivré – je n'aurais jamais pensé que chocolat pouvait être aussi délicieux. Tous ces nouveaux goûts, ces sensations en bouche, les magasins, les gens – toutes ces sensations se sont mélangées pour produire un plaisir extraordinaire. » ♦

Bibliographie

M. MACHT et al., *The pleasure of eating : a qualitative analysis*, in *Journal of Happiness Studies*, vol. 6, pp. 137-160, 2005.

Michael MACHT
est professeur de psychologie à l'Université de Würzburg en Allemagne.

L'impression laissée par la dégustation d'un grand vin tient autant à la palette des arômes, qu'à la présence des amis avec qui on le boit ou encore à l'idée qu'on se faisait de ce vin. Une telle expérience n'est pas le simple produit de nos sens.

Le philosophe et le vin

Pascal LUDWIG

L' intérêt pour le vin s'est considérablement accru dans le monde entier depuis quelques décennies. Les publications se multiplient, les foires et les dégustations sont prises d'assaut. Dans notre pays, la place du vin dans les pratiques de consommation s'est aussi profondément modifiée. Il y a encore une trentaine d'années, le vin était avant tout considéré comme une boisson quotidienne, voire comme un aliment susceptible d'apporter l'énergie nécessaire aux travaux de force. Dans les années 1920, des publicités vantaient les mérites du vin, vu, pour reprendre la phrase de Louis Pasteur, comme « la plus saine et la plus hygiénique de toutes les boissons ».

Nous savons aujourd'hui que la consommation quotidienne de vin est au contraire plutôt dangereuse pour la santé. De boisson quotidienne, le vin tend donc à devenir un produit consommé pour le plaisir, réservé sinon aux grandes occasions, du moins aux loisirs et aux repas en famille ou entre amis. L'évolution de la consommation reflète ce changement : quoiqu'elle diminue en volume de façon constante depuis les années 1960, le secteur des vins de qualité ne s'est jamais aussi bien porté qu'aujourd'hui. Chaque année, le prix des grands crus de Bordeaux, que le monde entier s'arrache, atteint de nouveaux records.

Pourquoi porter un regard philosophique sur le vin ? Il serait plutôt incongru de proposer une réflexion portant sur la philosophie du *Pepsi-Cola* ou du chocolat blanc. Pourquoi donc s'intéresser au vin ? Qu'est-ce qui le différencie, en tant qu'objet, de nos boissons ou de nos nourritures quotidiennes ? Il est d'autant plus important de répondre à cette question que les grands philosophes du passé ont très peu écrit sur le vin, quoiqu'ils en aient consommé certainement autant, sinon plus, que

leurs concitoyens. Dans *Le Banquet* de Platon, la consommation de vin – qui est tout sauf modérée – est ainsi plus un prétexte à discourir et à philosopher qu'un objet de philosophie. Pour répondre à ces questions, nous examinerons si nos préjugés altèrent notre jugement, comment nos sens décryptent le vin et si le plaisir de déguster un grand cru peut se réduire à ces seuls facteurs socioculturels et sensoriels. Nous verrons que la réponse est non...

La critique toute puissante

Ce qui doit d'abord me semble-t-il intéresser le philosophe dans le vin, c'est qu'il est un objet que nous recherchons pour lui-même, en tant que fin et non en tant que moyen, et auquel nous attribuons une valeur intrinsèque. Lorsque nous consommons un aliment, c'est en général en raison de sa valeur nutritive, et le bon goût d'un aliment peut être associé à cette valeur. La plupart des enfants adorent les glaces crémeuses et sucrées et le chocolat. Il est facile de l'expliquer : pour nos ancêtres chasseurs-cueilleurs, les aliments riches en sucres étaient des denrées rares, précieuses et utiles. Malheureusement, notre système gustatif n'est plus adapté à l'environnement sédentaire dans lequel nous vivons aujourd'hui : nous percevons comme ayant très bon goût des aliments beaucoup trop riches en énergie pour nos activités quotidiennes. Quoi qu'il en soit, il existe un lien étroit entre le goût d'un aliment et sa valeur nutritive.

La valeur que nous attribuons à un grand vin, en revanche, a très peu de relation directe avec sa valeur gustative. Nous ne buvons pas les bons vins pour étancher notre soif ou pour nous rassasier. Ce ne sont pas, n'en déplaise à Louis Pasteur, les qualités nutritionnelles du vin qui peuvent en faire un objet philosophique, d'autant que l'existence de ces

qualités apparaît aujourd'hui controversée ; et il est également évident que ce ne sont pas ces qualités nutritionnelles qui sont recherchées par les amateurs.

Pourtant, les jugements de goût que suscite la dégustation d'un grand cru expriment bien des valeurs. Nous parlons de grands et de petits vins, nous pouvons hiérarchiser les bouteilles suivant la qualité que nous leur attribuons, et de ces hiérarchies peuvent découler des classements ou des notations, dont les amateurs sont très friands. Un des buts de la critique œnologique est d'ailleurs d'établir des hiérarchies, qui influencent plus ou moins directement le marché en fonction de la réputation du dégustateur qui les aura produites. Le prix d'une bouteille bien notée par Robert Parker, le dégustateur américain actuellement de très loin le plus influent au monde, peut aisément voir son prix doubler. Il ne fait donc aucun doute que nous trouvons de la valeur dans nos expériences gustatives occasionnées par les bons vins, et que cette valeur ne dérive pas des propriétés nutritionnelles du breuvage. D'où proviennent donc ces valeurs ?

Un goût sous influence

La première réponse que l'on peut proposer à cette question est teintée de scepticisme, et elle s'inspire des travaux de sociologie de Pierre Bourdieu, sur la distinction. Selon cette approche, ce sont essentiellement des raisons sociales qui nous font accorder plus ou moins de valeur aux vins. Être capable de déguster un vin en employant un vocabulaire adéquat – ce vin a une belle robe, un nez de cassis, des tanins un peu astringents... –, de différencier les vins reconnus pour leur qualité de médiocres petits vins de soif, tout cela reviendrait à acquérir une compétence – un « habitus », selon Pierre Bourdieu – permettant de se distinguer des autres et de se situer sur l'échiquier complexe des relations sociales.

Dans cette perspective, les valeurs que nous accordons au vin apparaissent comme des projections de normes et de conventions sociales. Nos goûts relèveraient dès lors plus d'un bon goût que des sensations immédiates. L'œnologue Émile Peynaud, dans son ouvrage *Le goût du vin*, note qu'« on oppose les vins classés (donc qui ont de la classe), les vins racés, nobles, riches, aux vins banals, roturiers, rustres, rustaude, communs, vulgaires, plébéiens, pauvres, courants, ordinaires, standards, sans prétention. » Savoir apprécier un « vin racé », cela revient à adopter soi-même une certaine posture dans sa communauté. Nous pourrions aller assez loin dans cette voie socio-ethnologique, et interpréter les variations dans les préférences à la lumière de stratégies subtiles de distinction et de reconnaissance de caste.

Certains faits donnent du poids à la position sceptique que nous venons d'esquisser. En premier lieu, il semble que nos croyances et nos attentes influent sur la façon dont nous dégustons un vin donné. Les travaux de l'œnologue et psychologue Frédéric Brochet apparaissent sur ce point particulièrement pertinents. Dans une expérience simple mais spectaculaire, Gil Morrot, de l'INRA de Montpellier et Denis Dubourdieu, de la Faculté d'œnologie de l'Université de Bordeaux, à Talence, et leurs collègues, ont présenté à des dégustateurs deux échantillons qu'on leur demande de décrire ; l'un est un échantillon d'un vin rouge (un mélange de carbernet-sauvignon et de merlot, AOC Bordeaux), l'autre un échantillon d'un vin blanc contenant du sauvignon blanc et du sémillon (également AOC Bordeaux). Quelques jours plus tard, deux autres échantillons sont présentés aux mêmes dégustateurs. Il s'agit en fait des deux mêmes vins, mais le vin rouge a été coloré en blanc, et le vin blanc en rouge sans que les colorants changent leurs goûts. Les résultats sont très nets : les dégustateurs décrivent le vin blanc coloré en rouge en utilisant des termes semblables à ceux qu'ils



Ekaterina Monakhova / Shutterstock

avaient auparavant utilisés pour décrire le vin rouge authentique (*épices, cerise, fraise*, et même *réglisse*) ; et inversement, ils décrivent le vin rouge coloré en blanc en utilisant des termes appropriés à un vin blanc authentique (*litchi, pamplemousse, miel, agrumes*). Ainsi, les croyances causées par la vue influent sur la façon dont les dégustateurs discutent sur le vin.

L'origine des vins influe-t-elle sur nos anticipations ? Est-il vrai qu'on a tendance à juger les arômes d'un vin plus complexes et plus raffinés s'il est de grande origine et présente une étiquette prestigieuse ? Une autre expérience de F. Brochet le suggère : on sert à une semaine d'intervalle le même vin de qualité moyenne à des dégustateurs ; lors de la première dégustation, le breuvage est présenté dans une bouteille de vin de table, alors qu'il est présenté dans une bouteille de grand cru lors de la seconde dégustation. Dans les deux cas, on demande aux dégustateurs de décrire le vin. Les résultats sont révélateurs : alors que les termes dénotant le peu de valeur, par exemple *simple, court, pauvre ou déséquilibré* sont fréquents lors de la première dégustation, ils sont remplacés par leurs contraires dans la seconde : *complexe, long, riche et équilibré*. Pour les êtres humains, conclut F. Brochet, la vision a plus d'importance que l'olfaction. C'est donc avant tout sur nos expériences visuelles et sur les anticipations qu'elles créent que nous nous reposons lorsque nous jugeons des qualités des vins. Doit-on en déduire que le discours sur le vin relève essentiellement d'un art social et qu'il reflète plus nos anticipations que les propriétés objectives que nos sens nous permettraient de détecter dans ce breuvage ?

D'autres travaux, en particulier ceux du psychologue américain du développement Greg Solomon, nous poussent à la prudence. Il semble ainsi que les experts produisent des jugements de catégorisation bien plus fiables que les dégustateurs novices lorsqu'il s'agit de reconnaître, par exemple, le cépage

d'un vin. Il ne fait absolument aucun doute que nous parvenions à reconnaître au moins certaines des propriétés objectives des vins avec un peu d'entraînement. Il ne fait pas de doute non plus, cependant, que nous nous laissons souvent guider dans nos jugements par la réputation présumée d'un vin, ou par le jugement d'un critique œnologique réputé, bien plus que par le verdict de nos sens. Dans de nombreux catalogues de marchands de vins, les notes de R. Parker remplacent la description des arômes dominant d'un cru. L'acheteur semble surtout vouloir disposer d'une bouteille ayant une réputation bien établie, qu'il pourra présenter à ses invités, note du « gourou du vin » à l'appui, comme un vin d'exception.

Une évaluation toute relative

À cette position sceptique, s'opposent toutes celles qui insistent sur l'objectivité du jugement dans la dégustation. On peut paradoxalement partir d'un passage de l'essai du philosophe sceptique et relativiste David Hume intitulé *Of the standard of taste* pour exposer ces positions. Selon la position relativiste de Hume, deux sentiments contradictoires suscités par le même objet peuvent être tous les deux corrects, car les sentiments ne représentent pas les propriétés objectives des objets. Le beau et le bon sont dans le regard et non dans l'objet regardé : « La beauté n'est pas une qualité des choses elles-mêmes : elle n'existe que dans l'esprit qui les contemple ». Pour illustrer sa conception relativiste du goût, Hume donne l'exemple suivant. Deux dégustateurs compétents goûtent un vin de bonne réputation. Tous les deux le trouvent fort bon, mais leurs avis divergent quant à ses défauts : le premier perçoit un goût de cuir, le second un goût de fer. Or, en vidant le tonneau qui contenait le vin, on y découvre une clef de fer accrochée à un anneau de cuir.

Le cas décrit par Hume est particulièrement intéressant, car il n'est pas en accord avec la théorie qu'il est censé éclairer, c'est-à-dire avec l'idée selon laquelle la vérité est une propriété relative (non absolue), que l'on ne peut évaluer qu'une fois fixé un certain référentiel. Ici, les deux propriétés sont possibles (le vin a le goût de fer *et* de cuir) et les deux goûts ne sont pas contradictoires : un vin peut posséder en même temps des arômes métalliques et des arômes de cuir, même si ces arômes ne sont pas identifiés comme tels par les dégustateurs. En fait, les deux protagonistes avaient raison. Il ne s'agissait pas de donner un jugement de valeur sur la qualité du vin (qui elle aurait été relative aux critères propres à chacun des dégustateurs). Cet exemple illustre toute la complexité de l'évaluation des vins.

L'odorat, qui joue un rôle primordial dans la dégustation des vins, est une modalité sensorielle particulière. Les êtres humains ont une capacité remarquable pour détecter les odeurs et les discriminer. Si vous entrez chez vous et que quelqu'un a fumé en votre absence, vous vous en rendrez compte immédiatement : vous aurez détecté l'odeur de fumée. De même, si l'on vous fait sentir un Sancerre, contenant le cépage sauvignon, puis un hermitage blanc à base de marsanne et de roussanne, vous n'aurez normalement aucun mal à distinguer les deux échan-

Du slogan de Pasteur

qui vantait le vin aux recommandations actuelles (*Un verre ça va, trois verres bonjour les dégâts ou L'abus d'alcool est dangereux pour la santé*, etc.) quelque 150 ans se sont écoulés...



tillons, même à l'aveugle. En revanche, nous ne sommes pas très doués pour identifier les substances odorantes à partir de leurs odeurs. Nous ne disposons d'ailleurs pas d'un vocabulaire spécifique pour les odeurs, équivalent à celui des couleurs. Lorsque nous devons identifier une odeur, nous nous référons en général à des objets typiques qui la possèdent : nous parlerons ainsi d'un arôme de fruits exotiques ou de pamplemousse pour désigner le parfum dominant d'un vin blanc. Mais il n'est en général pas facile de verbaliser les odeurs ou les parfums, du moins sans entraînement ou apprentissage spécifique. Un dégustateur novice n'aura aucun mal à distinguer le nez d'un beaujolais de celui d'un madiran ; en revanche, il n'est pas certain qu'il parvienne à identifier les différentes nuances qu'un dégustateur plus averti pourrait y déceler.

Tout amateur de vin s'est sans doute un jour posé la question suivante : l'expérience et la connaissance changent-elles quoi que ce soit à ce que l'on ressent lorsqu'on savoure un grand cru ? Supposons qu'un amateur passionné et un novice se retrouvent pour déguster un Sauternes Doisy-Védrières 1989. Le connaisseur note les reflets orange de la robe, signe d'une longue évolution en bouteille ; il distingue le premier nez d'encastique, des parfums de marmelade d'orange et de crème brûlée qui se dégagent à l'agitation ; enfin, il est attentif à la longue persistance aromatique du breuvage et il identifie un arrière-goût d'abricot sec. Le novice, pour sa part, trouve le vin excellent quoiqu'un peu trop sucré, et il serait bien en peine de décrire son expérience de façon détaillée. Mais les sensations mêmes des deux dégustateurs sont-elles différentes ? L'amateur éclairé, en particulier, prend-il un plaisir sensoriel plus grand dans la dégustation que le novice ?

La dégustation : un plaisir cognitif

Dans un recueil collectif très récent portant sur la philosophie du vin, le philosophe du langage californien Kent Bach, qui est également un grand amateur de vin, répond de façon provocatrice et tranchée à cette question. Selon lui, les connaissances ne changent strictement rien à la nature de l'expérience sensorielle qui accompagne la dégustation d'une bonne bouteille. L'argument de K. Bach repose pour l'essentiel sur la distinction, que nous avons présentée plus haut, entre la discrimination et l'identification des odeurs et des arômes. De fait, nos capacités de discrimination olfactive ne reposent pas sur les connaissances. Le novice dispose de la même richesse sensorielle que le connaisseur. En revanche, les connaissances et l'expérience permettent d'identifier certains traits typiques des vins, et facilitent, par l'entremise d'anticipations, l'identification et la verbalisation.

Un connaisseur qui goûte un vieux Sauternes s'attend à y trouver certaines caractéristiques aromatiques : l'abricot, le caramel, l'orange, le melon, pour n'en citer que quelques-unes ; si c'est un Vouvray qui lui est présenté, il anticipera plutôt des arômes de fruits blancs comme la poire. Il pourra donc associer, dans les différentes situations de dégustation, des concepts plus ou moins appropriés aux diffé-



rents aspects de son expérience. Mais comme le souligne K. Bach, cela n'implique pas que son expérience elle-même soit différente de celle du novice.

Revenons à la question de la « grandeur » des vins, que nous avons laissée en suspens. Supposons que nous acceptions la thèse principale de K. Bach, selon laquelle les expériences du novice et du connaisseur sont indiscernables. Faut-il en conclure que les novices et les connaisseurs sont strictement à égalité lorsqu'il s'agit d'apprécier un grand cru ? Oui, si l'on réduit le plaisir de la dégustation à n'être que sensoriel. Mais une telle réduction apparaît bien peu plausible. La grandeur d'un vin n'a rien d'une qualité que l'on pourrait ressentir directement, au même titre que son caractère sucré ou son astringence.

La satisfaction que l'on peut éprouver au contact d'un grand vin n'est pas du même ordre que celle que procure un bon repas ou une glace un jour de grande chaleur. Si l'on recherchait uniquement le plaisir sensoriel, un jus de fruit bien frais vaudrait toujours mieux qu'un Chambertin de dix ans d'âge. Le philosophe britannique Barry Smith souligne, contre K. Bach, l'importance de la dimension cognitive et intellectuelle des dégustations. Savoir apprécier le bon vin, c'est savoir reconnaître certains arômes, c'est noter des harmonies entre le bouquet du vin et le goût de tel ou tel plat qu'il accompagne ; c'est également partager la complexité d'une expérience unique avec des amis. À vrai dire, les vins les plus complexes, ceux qui procurent le plus grand bonheur aux amateurs, ne se caractérisent pas toujours par des arômes particulièrement agréables, quoiqu'ils soient nécessairement harmonieux. Le parfum de boîte à cigares d'un vieux Porto vintage ou la finale amère d'un Savenières ne sont pas en eux-mêmes particulièrement plaisants. C'est l'ensemble de la palette aromatique, la façon dont elles se déploient, sa relation avec le vin particulier auquel elle appartient et avec nos connaissances et nos anticipations concernant ce vin, qui nous procurent de l'agrément.

L'expérience de la dégustation apparaît donc d'une grande richesse. On ne peut la réduire ni à un jeu de langage social, ni au pur produit de nos organes sensoriels. C'est ce qui la rend philosophiquement intéressante. Reste à espérer que les philosophes se penchent plus nombreux sur cet objet particulièrement agréable à étudier !

Bibliographie

- B. C. SMITH, (dir.),
*Questions of taste,
The philosophy of wine*,
Signal Books, Oxford,
2007.
- C. CREA et D. VALENTIN,
*Les odeurs : une question
culturelle*, in
Cerveau & Psycho n°21,
mai-juin 2007.
- G. MORROT, et al.,
The color of odors, in *Brain
and language*, vol. 79 (2),
pp. 309-320, 2001.
- É PEYNAUD, *Le goût du vin*,
Dunod, Paris, 1996.
- P. BOURDIEU,
La distinction, Minuit, Paris,
1979.

Pascal LUDWIG est
maître de conférence en
philosophie, à l'Université
de Paris-Sorbonne
(Paris IV) et membre
de l'Institut Jean-Nicod.

Le gras a mauvaise presse. Pourtant, il participe indéniablement au plaisir alimentaire. Est-il uniquement agréable par sa texture onctueuse ou a-t-il d'autres propriétés sensorielles ? Les recherches récentes révèlent que les lipides alimentaires peuvent également être perçus comme une véritable saveur.

Le gras est-il une saveur ?

Philippe BESNARD

On a beau surveiller sa ligne toute l'année, il est des moments, généralement conviviaux, où l'on cède à la gourmandise. Et avouons-le, quoi de plus savoureux qu'un bon foie gras, qu'une volaille baignant dans son jus de cuisson, ou des fromages crémeux ? Le « gras » est décrié par les aficionados des régimes, mais il procure un véritable plaisir alimentaire. Il rehausse les saveurs des aliments, ajoute de l'onctuosité en bouche, apportant ainsi une note inimitable à nos plats.

Le roi de ces aliments est, à l'heure des fêtes de fin d'année, le foie gras. Un feu d'artifice de saveurs, une fête du goût et de la sensualité. Il est peu probable que l'industrie agro-alimentaire accouche un jour d'un foie gras *light* faute de consommateurs car, ainsi que nous le découvrirons, notre organisme est « câblé » pour éprouver une sensation particulière quand nous mangeons du « vrai » gras... Or on admet aujourd'hui qu'il y a cinq goûts fondamentaux qui sont le sucré, le salé, l'acide et l'amer, et, le plus récent, l'*umami*, du japonais *savoureux*. Où situer le gras ? N'est-ce qu'un liant, une texture qui permet de mieux apprécier les aliments auxquels il est mêlé ? Ou bien peut-il être perçu comme une saveur ? Cette question suscite aujourd'hui l'intérêt de nombreux laboratoires, de par le monde.

En tout cas, l'homme n'est pas le seul à apprécier les corps gras. Diverses études comportementales ont montré que les rats et les souris présentent également une préférence spontanée pour les boissons et les aliments enrichis en lipides. On ignore encore la cause de cet attrait. Jusqu'à une période récente, on pensait que seules la texture et l'odeur des lipides étaient responsables de leur perception. En effet, les perceptions tactiles (le crémeux, l'onctuosité) et olfactives augmentent la palatabilité de l'aliment, c'est-à-dire le plaisir de le consommer. Pourtant, cette conception quelque peu restrictive

a été récemment battue en brèche par une série d'études comportementales réalisées chez le rongeur et qui ont révélé que la préférence pour les lipides dépend également de leur perception gustative.

Une saveur à part entière, longtemps méconnue

Dans ces expériences, on fait perdre l'odorat à des souris en leur instillant du sulfate de zinc dans le nez, ou en leur sectionnant les nerfs olfactifs. De telles souris continuent d'aimer le gras, malgré leur absence d'odorat. On en déduit que l'olfaction ne joue pas un rôle essentiel dans la préférence pour le gras. Mais peut-être est-ce sa texture qui plaît aux rats et souris ? Eh bien non, car ils préfèrent l'huile de maïs à des agents texturants non nutritifs (car non digestes), telle l'huile de paraffine. Quand des animaux sans odorat ont le choix entre de l'huile de maïs et de l'huile de paraffine, ils préfèrent encore l'huile de maïs. Le gras a donc bien un goût qui lui est propre. Restait à savoir lequel.

On admet aujourd'hui que les acides gras à longue chaîne (des molécules constituées d'une chaîne de plus de 16 atomes de carbone) jouent un rôle prépondérant dans l'attraction spontanée pour les lipides. Quand des rats ont un libre accès à deux sources de lipides, ils consomment de préférence la nourriture enrichie en acides gras à longue chaîne plutôt que celle contenant des acides gras à chaîne moyenne (entre 8 et 14 atomes de carbone) ou bien des triglycérides. Il s'agit d'une sélectivité très fine puisque les acides gras à longue chaîne ne sont plus reconnus dès lors qu'ils ont subi une modification chimique même mineure, telle que l'addition d'un radical méthyle (un atome de carbone lié à trois atomes d'hydrogène). Cela peut paraître paradoxal puisque les lipides dans les aliments (et donc dans le foie



gras) sont essentiellement constitués de triglycérides, et non d'acides gras à longue chaîne...

Ce constat a conduit l'équipe de Torhu Fushiki, de l'Université de Kyoto au Japon, à explorer l'implication d'une enzyme nommée lipase linguale dans ce phénomène. Cette enzyme libère des acides gras à partir de triglycérides, et ces biologistes ont montré que des rongeurs chez qui l'on bloque l'action de l'enzyme sont beaucoup moins attirés par les triglycérides. Ainsi, le foie gras et les autres aliments riches en lipides seraient d'abord décomposés en acides gras à longue chaîne avant de pouvoir produire une sensation agréable. Reste maintenant à savoir comment les acides gras à longue chaîne agissent.

Un exhausteur de saveurs

La langue est tapissée de papilles gustatives de trois types (fongiformes, foliées et caliciformes) qui réagissent à la présence des molécules de gras. Les papilles gustatives contiennent les bourgeons du goût qui sont eux-mêmes constitués d'une centaine de cellules parmi lesquelles on trouve des cellules gustatives, mais aussi des cellules de soutien et des cellules souches qui assurent le renouvellement des bourgeons du goût (voir la figure 2).

Les papilles envoient au cerveau des signaux (électriques) qui l'informent sur le goût de ce que nous mangeons. Timothy Gilbertson et ses collègues,

de l'Université de l'Utah aux États-Unis, ont mesuré les courants électriques émis par les cellules fongiformes de rats mises en présence de divers acides gras. Ils ont constaté que les acides gras bloquent les canaux potassiques, des molécules activées lorsque les animaux perçoivent d'autres types de saveurs, par exemple le sucré ou l'amer. Les canaux potassiques laissent normalement sortir, hors de la cellule fongiforme, des ions potassium, porteurs d'une charge électrique positive. La présence d'acides gras diminue cette fuite d'ions potassium, ce qui produit une accumulation de charges électriques positives dans la cellule, et favorise la formation d'une décharge électrique se propageant vers le cerveau. Il est à noter que ce sont les acides gras polyinsaturés (oméga-3 ou oméga-6) qui produisent cet effet, et non les acides gras saturés.

Qui plus est, T. Gilbertson et ses collègues ont constaté que les acides gras produisent un signal électrique plus intense chez les rats qui préfèrent le sucre aux lipides et sont peu sujets à l'obésité. Cela suggère que les acides gras insaturés joueraient d'autres rôles dans l'alimentation. De fait, T. Gilbertson a montré que des rats se mettent à consommer de fortes quantités d'eau peu sucrée à condition que l'on y ajoute un acide gras polyinsaturé. Les auteurs en concluent que ces acides gras abaissent fortement le seuil de perception du sucré, mais aussi d'autres saveurs : voilà qui expliquerait

1. Le foie gras est souvent servi avec d'autres aliments plus sucrés, car il a la faculté de rehausser les saveurs sucrées. Il agit par l'intermédiaire des acides gras polyinsaturés qui amplifient les signaux nerveux déclenchés par le sucre dans les cellules gustatives de la langue.

L'obésité dans les lipides ?

L'augmentation de l'obésité est l'un des exemples les plus notables des changements de modes alimentaires occasionnés par les grandes mutations techniques du XX^e siècle. Pendant des millénaires, l'homme a évolué de façon à faire des réserves de graisse durant les périodes d'abondance pour mieux résister à la famine durant les disettes. Or pour la première fois de son histoire, une large partie de la population mondiale mange à sa faim. Quand la disette ne menace plus, l'appétence naturelle pour les aliments gras peut devenir un handicap : on voit apparaître les maladies dites de pléthore qui posent un problème de santé publique. Dans le régime occidental, les lipides alimentaires représentent près de 40 pour cent des apports caloriques quotidiens alors que, selon les recommandations nutritionnelles, ils ne devraient pas dépasser 30 à 35 pour cent. Cet apport excessif, associé à un déséquilibre qualitatif (excès d'acides gras saturés et de cholestérol, rapport des acides gras polyinsaturés oméga-6 sur les oméga-3 trop élevé) participe à l'augmentation de la prévalence de l'obésité et des pathologies associées (atteintes vasculaires, diabète de type II, hypertension, cancers).

pourquoi les lipides alimentaires se comportent comme des exhausteurs de goût.

Mais le gras, nous l'avons souligné, peut aussi être perçu comme un saveur en tant que telle. Dans ce cas, certains acides gras à longue chaîne se fixent peut-être sur des composants de la langue (plus précisément, des papilles gustatives), provoquant directement une perception gustative, en l'absence d'autres saveurs. Il existe, dans les bourgeons du goût, une protéine nommée CD36 (ou transporteur des acides gras), qui jouerait ce rôle. Elle est dotée à la fois des structures chimiques lui permettant de fixer les acides gras présents dans la bouche, et d'autres structures capables de déclencher des réactions enzymatiques à l'intérieur des papilles... Au Laboratoire de physiologie de la nutrition, de l'Université de Bourgogne, nos travaux suggèrent que le CD36 est un lipido-récepteur gustatif chez la souris.

« Sentir » le gras

Plusieurs arguments étayent cette hypothèse. D'abord, le gène qui permet la production de la protéine CD36, est actif, dans la langue, au niveau des papilles gustatives, et uniquement là. La protéine CD36 est directement en contact avec la

salive et donc avec les lipides alimentaires, occupant une position idéale pour déclencher des signaux nerveux d'origine gustative.

Deuxièmement, les acides gras à longue chaîne induisent de façon sélective et rapide une élévation importante de la concentration intracellulaire de calcium ionisé dans les cellules gustatives isolées. Or ce changement est supposé activer les voies nerveuses gustatives, qui permettent de goûter les saveurs en général. En outre, nous avons empêché les acides gras à longue chaîne de se fixer sur la protéine CD36, et avons constaté que, dans ces conditions, la concentration en ions calcium n'augmente plus. Il semble donc que les acides gras provoquent l'augmentation de calcium en se fixant sur la protéine CD36 ; d'ailleurs, les acides gras à chaîne moyenne, qui ne se fixent pas très bien à la protéine CD36, sont incapables d'induire un changement du calcium dans les cellules gustatives...

Par quel mécanisme moléculaire les acides gras modifient-ils la concentration des ions calcium dans les cellules gustatives ? On l'ignore encore, mais ce mécanisme fait sans doute intervenir des enzymes nommées tyrosines-kinases, dont certaines ont la caractéristique d'interagir avec CD36 et de contrôler les flux intracellulaires d'ions calcium...

Enfin, les souris chez qui l'on a supprimé le gène codant la protéine CD36, ne sont plus capables de faire la différence entre une alimentation enrichie en acides gras à longue chaîne et une solution dépourvue de lipides. En revanche, leur attirance pour le sucré et leur aversion pour l'amer restent intactes. Ces résultats inédits montrent que le CD36 lingual joue un rôle crucial dans la préférence spontanée des souris pour les lipides.

Il faut ajouter à cela que le signal résultant de l'interaction des acides gras et de CD36 emprunte bien les voies gustatives classiques du système nerveux. Ainsi, nous pensons que les acides gras à longue chaîne sont perçus chez la souris comme un saveur à part entière *via* la protéine CD36 de la langue. Cette perception engendre une préférence pour les lipides de l'alimentation.

L'ensemble de ces données livre deux informations en apparente contradiction. Alors que l'interaction des acides gras et de la protéine CD36 favorise la sélection d'aliments lipidiques, l'inhibition des canaux potassiques par les lipides semble avoir un effet inverse chez des rats naturellement résistants à l'obésité qui préfèrent les glucides aux lipides.

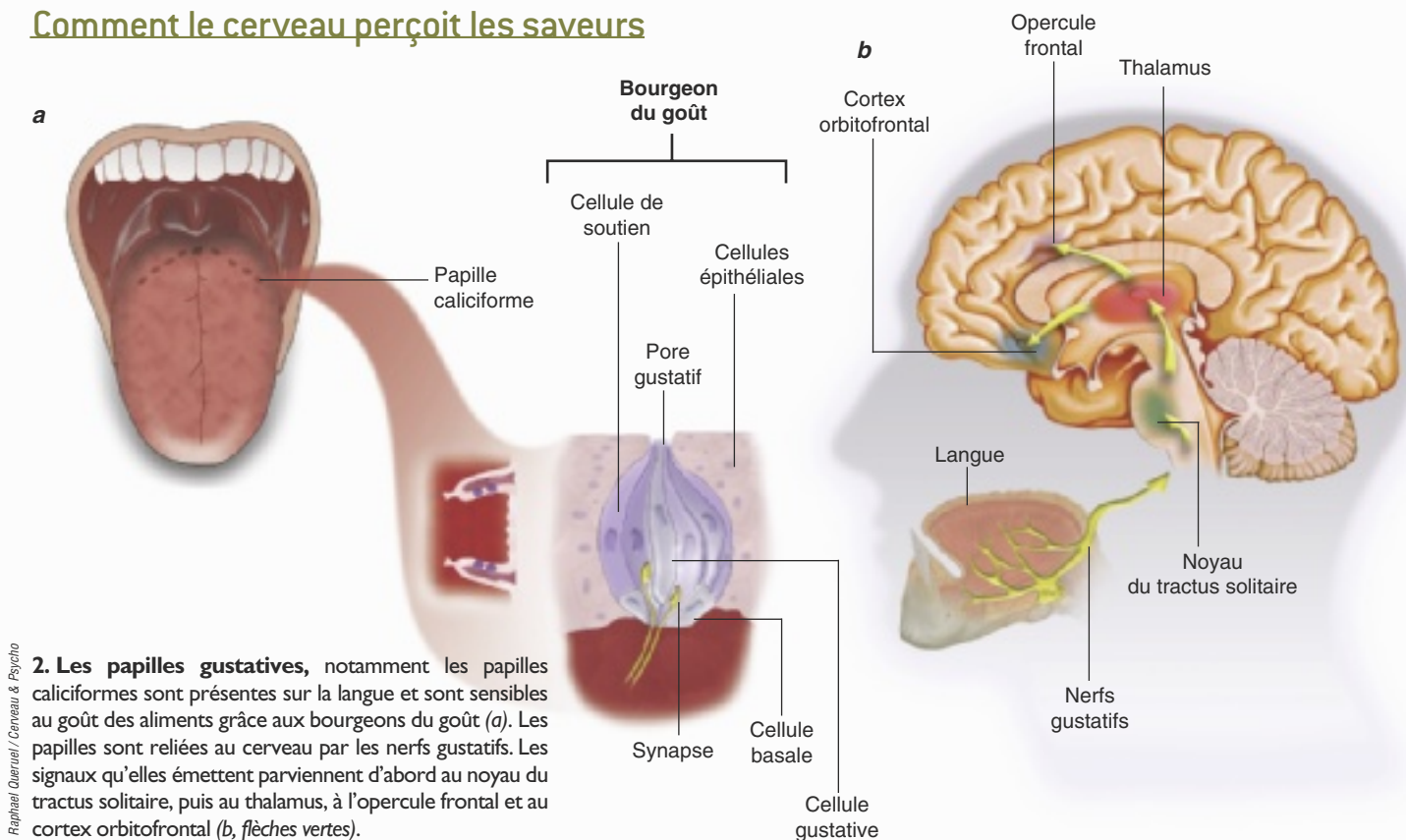
Les neurones du « goût du gras »

Nous avons voulu savoir si le signal lipidique (l'élévation de la concentration de calcium dans les cellules gustatives) provoqué par l'interaction des acides gras et de la protéine CD36 de la langue emprunte bien les voies gustatives classiques dans l'organisme. Les trois types de papilles gustatives présentes dans l'épithélium lingual (fongiformes, foliées et caliciformes) sont reliés au cerveau par l'intermédiaire de deux paires de nerfs crâniens : la corde du tympan (nerf VII) et le glosso-pharyngien (nerf IX). Ces fibres nerveuses gustatives rejoignent ensuite le noyau du tractus solitaire, premier relais central de la chaîne sensorielle gustative (les voies continuent ensuite vers le thalamus et différentes zones du cortex gustatif, tel l'insula, l'opercule frontal et pariétal, et le

cortex orbitofrontal). Nos travaux les plus récents montrent que des souris à qui l'on a sectionné ces nerfs ne manifestent plus de préférence pour le gras (l'acide linoléique, en l'occurrence).

En outre, nous avons utilisé une technique permettant de visualiser les neurones activés lorsque des souris goûtent des lipides. Il s'agit de suivre la protéine Fos, produite par les neurones actifs, mais pas par les autres. Nous avons ainsi observé que la présence d'acide linoléique au niveau de la langue est suffisante pour provoquer l'activation des neurones présents dans les zones gustatives du noyau du tractus solitaire. La protéine CD36 est directement impliquée, puisque l'activation neuronale est réduite chez des animaux transgéniques dépourvus de protéine CD36.

Comment le cerveau perçoit les saveurs



Raphaël Queruel / Cerveau & Psycho

2. Les papilles gustatives, notamment les papilles caliciformes sont présentes sur la langue et sont sensibles au goût des aliments grâce aux bourgeons du goût (a). Les papilles sont reliées au cerveau par les nerfs gustatifs. Les signaux qu'elles émettent parviennent d'abord au noyau du tractus solitaire, puis au thalamus, à l'opercule frontal et au cortex orbitofrontal (b, flèches vertes).

Deux mécanismes chimiosensoriels dépendant des lipides alimentaires semblent coexister dans l'épithélium lingual (en tout cas chez les souris ou les rats). Le premier de ces mécanismes met en jeu la protéine CD36 et permettrait de percevoir la présence de lipides dans les aliments. Le second mécanisme repose sur l'inhibition des canaux potassiques et permettrait d'abaisser le seuil de perception de substances sapides augmentant ainsi le caractère plaisant des aliments.

Bien sûr, il reste à savoir comment tout cela se passe chez l'être humain. Pour l'heure, l'équipe de Richard Mattes, du Département aliments et nutrition de l'Université Purdue aux États-Unis, a montré qu'il existe effectivement une « perception orosensorielle » des lipides alimentaires chez l'homme. En d'autres termes, il existerait un système de détection du goût du gras chez l'homme, peut-être d'une nature similaire à celui des animaux.

Ainsi, R. Mattes et ses collègues ont demandé à des volontaires de mâcher des aliments gras (sans les avaler) et ont constaté que la concentration en lipides augmentait dans leur sang, probablement à cause de la libération de lipides, stockés par les cellules absorbantes intestinales lors du repas précédent... Sans entrer dans le détail du lien entre la perception du gras dans la bouche et ces modifications métaboliques, cette expérience était un indice sérieux suggérant que nous avons bien des « détecteurs du gras » dans la bouche. Les effets observés par R. Mattes étaient uniquement provoqués par des lipides, et non par des agents texturants classiquement utilisés pour reproduire le caractère plaisant des corps gras. De plus amples recherches devront identifier le

système de détection du goût du gras chez l'homme, mais si l'on suppose un instant qu'il ressemble à celui de la souris, on comprendrait fort bien pourquoi le foie gras est si bon : ses acides gras à chaîne longue activeraient la protéine CD36 et susciteraient un plaisir intense, tandis que ses acides gras polyinsaturés (il a été établi que les produits gras de l'oie et du canard en contiennent) rehausseraient l'intensité des autres saveurs présentes dans le repas, notamment les saveurs sucrées. On comprendrait alors pourquoi il est classiquement recommandé de servir une bouteille de vin blanc liquoreux, tel le Sauternes...

De la gourmandise à l'obésité

Ainsi, la protéine CD36 de la langue jouerait le rôle d'un « détecteur de lipides » qui conférerait leur goût plaisant aux aliments gras. D'un point de vue purement physiologique, il remplirait une fonction essentielle : assurer l'ingestion d'aliments riches pour couvrir au mieux les besoins énergétiques de l'organisme. Une telle fonction physiologique constituerait un avantage nutritionnel important en cas de restriction alimentaire chronique, puisque les aliments riches en lipides ont une valeur énergétique élevée et qu'ils sont les vecteurs des acides gras indispensables (acide linoléique et acide alpha-linolénique) et des vitamines liposolubles (A, D, E, K) dont les rôles biologiques sont essentiels. Malheureusement, elle pourrait aussi participer à la mise en place d'une surcharge pondérale en cas de pléthore alimentaire permanente... Mais rassurez-vous : on a peu de risques de devenir obèse en mangeant du foie gras !

Bibliographie

F. LAUGERETTE et al., *CD36 involvement in orosensory detection of dietary lipids : impact on spontaneous fat preference and digestive secretions*, in *The Journal of Clinical Investigation*, vol. 115, p. 3177, 2005.

André HOLLEY, *Les secrets de l'odorat*, in *Cerveau & Psycho*, n° 21, pp.50-55, 2007.

Philippe BESNARD

enseigne la nutrition à l'École nationale supérieure de biologie appliquée à la nutrition et à l'alimentation (ENSBANA), et est responsable du Laboratoire de physiologie de la nutrition à l'Unité INSERM U866 - Lipides, cancer nutrition, à Dijon.

Vous aimez le champagne, mais sauriez-vous distinguer à l'aveugle un champagne de grande marque d'un champagne premier prix ? Ce n'est pas forcément évident, comme le montrent des expériences récentes...

Champagne : le goût du prestige

Christine LANGE



Vous voilà enfin réunis pour le repas de Noël ou du Nouvel an, les papilles en effervescence. Les verres sont disposés, le bouchon saute et une brume vaporeuse s'échappe du goulot. Quant à la bouteille, chacun peut en contempler l'étiquette.

Au moment de commencer à déguster votre champagne, vous ne savez pas ce qui vous charme le plus, de la saveur du breuvage ou de la vision de cette étiquette à la marque prestigieuse... Car ce n'est pas la même chose de sentir pétiller dans sa bouche les bulles d'un champagne d'une grande cuvée Dom Pérignon ou Belle Époque, que celles d'une bouteille inconnue, dont on n'identifie pas le producteur. Et votre hôte le sait bien, qui a accepté de déboursier une coquette somme pour cette bouteille, sachant que c'est aussi le garant d'une fête réussie.

Alors, quelle est, dans nos choix de consommateurs, la part du goût du champagne et celle de l'étiquette ? Il y a quelques années, notre équipe de recherche a étudié la façon dont les acheteurs, par exemple au moment des fêtes de fin d'année, décident de la somme qu'ils sont prêts à payer pour une bouteille. Le font-ils d'après le goût du champagne, ou d'après la réputation du fabricant ?

Dans ces expériences, nous avons réuni des consommateurs réguliers de champagne, volontaires pour une séance de dégustation et d'achats un peu spéciale. Au cours de cette séance, ils devaient goûter un verre de différents champagnes sans en connaître la marque, et fixer leur prix de réserve, c'est-à-dire le prix qu'ils étaient prêts à

payer pour une bouteille de chaque breuvage. Dans une seconde phase, il leur était demandé de simplement regarder chaque bouteille avec l'étiquette, et d'annoncer également leur prix de réserve. Enfin, au cours d'une troisième phase, les sujets voyaient la bouteille en même temps qu'ils goûtaient un verre de chaque champagne, avant d'annoncer leur prix de réserve. Pour qu'ils se sentent réellement impliqués, ils devaient vraiment acheter la bouteille si leur prix était retenu.

Le pouvoir de l'étiquette

Nous avons constaté que les participants étaient globalement disposés à payer plus lorsqu'ils avaient vu la bouteille tout en goûtant le champagne, mais aussi lorsqu'ils voyaient la bouteille, même sans goûter la boisson. Par comparaison, ils étaient prêts à investir moins d'argent quand on leur faisait simplement goûter le champagne à l'aveugle.

Il semble donc difficile d'acheter un tel produit uniquement sur la base de son goût. Toutefois, les prix d'achat proposés étaient presque aussi élevés lorsque les volontaires voyaient uniquement la bouteille, que dans le cas où ils pouvaient à la fois boire le champagne et voir la bouteille. Ainsi, l'étiquette semble avoir un impact plus important que le goût sur le prix que le consommateur est prêt à payer.

Lorsque vous commencerez à faire les magasins en quête de la bouteille de vos rêves, peut-être vous apercevrez-vous aussi que vous êtes prêt



à dépenser beaucoup d'argent uniquement pour pouvoir vous offrir une marque de renom. Alors, pourquoi des milliers de personnes se fient-elles en grande partie à une étiquette pour décider combien elles vont investir. Artifice, snobisme ?

Pas seulement : au moment où vous servirez le champagne, vos convives auront réellement plus de plaisir gustatif en voyant une grande étiquette. Le champagne leur semblera meilleur : nos expériences l'ont également montré.

Nous avons demandé aux participants d'indiquer à quel point ils appréciaient les mêmes champagnes. Ceci nous a montré que « l'appréciation » est également rehaussée par la vue de l'étiquette : les participants goûtant le champagne en voyant la bouteille attribuaient généralement des notes de plaisir (hédoniques) supérieures à celles accordées par des volontaires dégustant le champagne à l'aveugle. Le niveau de plaisir ressenti est lié au prestige de l'étiquette, à la renommée du champagne, comme si la réputation de la marque avait la capacité d'influer sur la perception gustative pure.

De fait, on connaît une zone du cerveau qui collecte des informations de nature sociale (un produit est-il reconnu par une majorité de personnes ?) et de nature gustative : il s'agit du cortex préfrontal, le carrefour socio-gustatif. Nos expériences ont montré que l'étiquette joue un rôle déterminant, car les volontaires faisaient peu de différence en termes de plaisir uniquement lié au goût, lorsqu'ils ne pouvaient pas voir les bouteilles...

Ainsi, quand vous allez acheter votre champagne, vous êtes déjà prêt à dépenser plus pour une marque prestigieuse, même si le goût intrinsèque n'est pas nécessairement bien supérieur à celui d'une cuvée moyenne. En effet, au moment de servir le breuvage à vos invités, ces derniers éprouveront véritablement plus de plaisir sensoriel en buvant la bouteille. Il serait bien dommage de servir le champagne dans des flûtes et de l'apporter sur un plateau sans la bouteille : vos convives perdraient une part importante de plaisir !

Les femmes, plus fins palais que les hommes

Ne peut-on décidément pas se fier à son goût pour acheter du champagne et pour l'apprécier ? Heureusement, si, et les femmes sont un peu mieux armées que les hommes pour faire la différence entre un champagne de grande marque et un champagne premier prix. Et nous l'avons observé : nous avons donné à déguster cinq champagnes de gamme variée, et constaté que les femmes apprécieraient moins le champagne premier prix, alors que les hommes attribuent en général des notes d'appréciation similaires... En revanche, les femmes sont davantage influencées que les hommes par l'étiquette lorsqu'elle est présentée.

Hélas, la science n'explique pas encore cette finesse gustative. Gageons que le « don féminin pour le champagne » sera un jour élucidé. Quant au fait que les femmes sont davantage influencées que les hommes par l'étiquette, il faut sans doute l'attribuer à un manque de confiance en elles.

Quoi qu'il en soit, nos études ont mis en lumière d'autres caractéristiques psychosociales du champagne. Ainsi, les individus aux revenus les plus faibles sont aussi ceux qui de manière générale attribuent des notes élevées aux champagnes. Et les jeunes sont moins enclins à proposer des prix d'achat aussi élevés que les plus âgés. Le champagne est un produit aux multiples dimensions : gustative, financière, sociale. C'est pour cet ensemble de raisons, et parce qu'il associe le plaisir du symbole avec celui du plaisir sensuel, qu'il reste la boisson de luxe la plus prisée au monde. ◆

C. LANGE et al., *Impact of the information provided to the consumers on their willingness to pay for Champagne*, in *Food quality and preference*, vol. 13, pp. 597-608, 2002.

Christine LANGE est ingénieur de recherche au CNRS, au Centre européen des sciences du goût, à Dijon.

Que faut-il manger pour être vif d'esprit ?
Certains aliments « dopent-ils » la mémoire ?
D'autres favorisent-ils la concentration ? L'alimentation
a une influence notable sur les facultés cognitives.
Comment donner toutes ses chances au cerveau ?

Les aliments du cerveau

Ingrid KIEFER

C'est désespérant : à peine votre supérieur vous a-t-il présenté votre nouveau collègue que vous avez déjà oublié son nom. Qui plus est, ce n'est qu'à grande-peine que vous parvenez à suivre les interminables explications de M. Gontran sur la prochaine campagne publicitaire. Et lorsque c'est enfin votre tour de prendre la parole pendant la réunion, vous avez tant de difficultés à énoncer une phrase correcte ! Vous avez pourtant bien dormi la nuit dernière et cela fait à peine une semaine que vous êtes rentré de vacances. Ce n'est donc pas une question de stress ni de surmenage...

Ceux qui souffrent de troubles de la concentration devraient peut-être s'interroger sur leurs habitudes alimentaires. En effet, notre « pain quotidien » n'influence pas seulement notre santé et notre bien-être, mais également nos capacités cognitives. Nombre de chercheurs se préoccupent aujourd'hui d'identifier les constituants des aliments qui jouent un rôle, à court ou à long terme, sur la mémoire, l'apprentissage et la vigilance. Si nos connaissances sur le sujet sont encore fragmentaires, de nombreuses données indiquent qu'une alimentation adaptée au rythme quotidien et aux besoins du cerveau aide à exprimer pleinement son potentiel intellectuel.

C'est au cours des premiers stades de la vie, *in utero*, puis pendant les premières semaines après la naissance et enfin au cours de la petite enfance, que le cerveau est le plus sensible aux apports alimentaires. Ses besoins énergétiques sont particulièrement importants durant la croissance : il faut qu'un nombre suffisant de « briques élémentaires » servant à le constituer, en particulier les protéines et certaines graisses, soit disponible pour que les membranes des cellules nerveuses et la couche isolante de leurs prolongements, la myéline, se forment correctement.

En conséquence, si la mère se nourrit de façon équilibrée pendant la grossesse et l'allaitement, elle fournit à son enfant tout ce dont il a besoin. Si, au contraire, elle est sous-alimentée ou si son alimentation n'est pas équilibrée, l'embryon et le nourrisson en souffriront ; une alimentation caren-

cée au cours des premières années de la vie réduira le quotient intellectuel.

Quant au cerveau adulte, il « travaille » énormément et a besoin de ressources importantes. En effet, pour que les centaines de milliards de neurones restent activables à tout instant, chacun d'eux doit maintenir en activité de nombreuses pompes ioniques, qui consomment de l'énergie. Ainsi, le cerveau consomme 20 pour cent de l'énergie totale de l'organisme, alors qu'il ne pèse que deux pour cent du poids corporel. Chaque jour, il « brûle » 120 grammes de glucose pur...

Des sucres pour la concentration

En outre, il ne peut pas faire de réserves d'énergie sous forme de sucres. En conséquence, il doit sans cesse être approvisionné par le sang qui lui délivre des sucres directement utilisables. Pour cette raison, la glycémie sanguine est déterminante pour nos performances intellectuelles. Si elle fléchit un tant soit peu, notre concentration s'effrite. Mais une hausse trop importante est également contre-productive : une étude réalisée en 2005 par Daniel Cox et ses collègues, de l'Université de Virginie, a montré qu'une concentration sanguine de glucose trop élevée perturbe les capacités mentales : les volontaires testés dans ces expériences commettaient beaucoup plus d'erreurs de calcul mental.

Une glycémie stable et modérée apparaît ainsi comme la meilleure condition d'une bonne activité intellectuelle. Pour y parvenir, il faut absorber des sucres en quantité suffisante : les bonbons, les barres énergétiques, le miel, les sirops et les sucreries apportent rapidement de l'énergie. Il est conseillé d'en manger lorsque la glycémie est basse, par exemple chez les diabétiques, mais aussi après des efforts physiques intenses.

Attention toutefois : ces sucres ne stimulent l'organisme que pendant des durées assez brèves. Le pancréas, alerté par l'augmentation de glycémie, sécrète rapidement davantage d'insuline, ce qui accélère l'absorption et le stockage du glucose

dans le foie, les muscles et le tissu adipeux. Après un repas, la glycémie augmente dans un premier temps, mais décroît dans la demi-heure qui suit, pour passer sous niveau initial : c'est pourquoi on se sent fatigué... Les sucres lents augmentent la glycémie plus lentement que le glucose. Ils servent notamment à ralentir l'absorption du glucose. C'est le cas des produits à base de farine complète, des pâtes, des légumes secs, des légumes frais et des fruits peu sucrés, telles les pommes, qui maintiennent la glycémie constante sur de longues durées, fournissant les conditions optimales pour des efforts mentaux prolongés.

Lorsque le glucose vient à manquer de façon prolongée, par exemple lors d'un jeûne de plusieurs jours, le cerveau commence à utiliser des substances nommées cétones, produites à partir des graisses stockées. Mais pour pouvoir en tirer parti, le cerveau doit d'abord synthétiser les enzymes qui permettront de les dégrader. Cela cause des phases de fatigue accrue, qui expliquent pourquoi les personnes qui jeûnent se plaignent temporairement de baisses de concentration et de maux de tête. Il n'est guère recommandé de jeûner dans des périodes où un effort intellectuel important est requis.

L'apport en oxygène est tout aussi important que l'apport en sucres, car aucun autre organe n'a autant besoin d'oxygène que le cerveau. Quelque 40 pour cent de l'apport corporel en oxygène sont utilisés par les cellules cérébrales ! On sait pourquoi : il est impossible de brûler le glucose sans oxygène. Il est donc nécessaire de bien aérer sa chambre pour pratiquer des activités cérébrales – un fait bien connu, mais souvent négligé. L'hémoglobine qui transporte l'oxygène avec l'aide du fer est également indispensable. C'est pourquoi une carence en fer se traduit, non seulement par une pâleur, mais aussi par une sensation de fatigue, des troubles de la concentration et de la mémoire.

De l'oxygène et du fer pour la mémoire

Les spécialistes de la nutrition soulignent souvent l'importance du fer dans l'alimentation des enfants. Plusieurs équipes se sont penchées sur cette question et ont conclu que les carences en fer entraînent un retard dans l'apprentissage de la lecture, des mathématiques et de l'expression orale. Quant

Cerveau & Psycho / Raphaël Queruel



I. Une nourriture équilibrée est indispensable à un développement correct du cerveau et à son fonctionnement.



Brian Maranan / Pineda

2. Fruits, légumes et graines forment les principaux ingrédients d'un régime équilibré.

aux carences persistantes, elles altèrent le développement cérébral, avec des conséquences parfois irréversibles. Les adultes aussi peuvent présenter des déficits cognitifs en cas de manque de fer. Ainsi, une étude publiée en mars 2007 par deux chercheurs de l'Université de l'État de Pennsylvanie, a révélé que des jeunes femmes anémiques (présentant une carence en fer) obtenaient des résultats anormalement faibles dans divers tests cognitifs, mais amélioreraient leurs performances après seulement 16 semaines d'une alimentation riche en fer.

Le corps humain assimile bien plus facilement le fer d'origine animale que le fer d'origine végétale. C'est pourquoi les végétariens encourent des risques d'anémie s'ils ne prennent pas de précautions quant à leur alimentation. La dose minimale de fer à absorber chaque jour est de l'ordre de 10 à 12 milligrammes : pour atteindre ce seuil, il faut consommer des graines oléagineuses, de la levure et des légumes secs (voir le tableau page ci-contre). Il faut aussi augmenter sa dose d'aliments contenant de la vitamine C, car elle facilite l'assimilation du fer par l'organisme. Outre le fer, le cerveau a besoin d'un apport régulier en acides aminés, les constituants des protéines. Huit des 20 acides aminés sont « essentiels », ce qui signifie que le corps ne peut les produire et doit les trouver dans l'alimentation, le plus souvent sous forme de protéines.

Lors de la digestion, les protéines sont dégradées en acides aminés qui peuvent être utilisés pour la fabrication de nouvelles protéines, par exemple des enzymes, des molécules de transport, des éléments structuraux, des anticorps et des hormones indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Qui plus est, les acides aminés sont les matériaux de construction essentiels à la synthèse des neuromédiateurs, eux-mêmes indispensables à la communication des neurones.

Par exemple, nous avons besoin de phénylalanine et de tyrosine pour la synthèse des neuromédiateurs excitateurs que sont l'adrénaline, la noradrénaline et la dopamine. Le neuromédiateur acétylcholine, nécessaire notamment à la formation et au rappel des souvenirs, est synthétisé à partir de choline (voir le tableau page 54) que le corps puise dans l'alimentation, mais peut aussi produire à partir d'autres acides aminés : la sérine et la méthionine.

Un autre acide aminé essentiel est le tryptophane, principal matériau de synthèse du neurotransmetteur sérotonine. La sérotonine joue un rôle essentiel dans l'équilibre mental et le bien-être, ce qui explique qu'un manque de tryptophane conduit à la dépression. Certaines études ont suggéré qu'une alimentation pauvre en tryptophane se traduirait par une baisse de la concentration et de la mémoire. En tout cas, mieux vaut ingérer des aliments contenant du tryptophane que de la sérotonine, car cette dernière est arrêtée par un filtre à l'entrée du cerveau (la barrière hématoencéphalique) et n'y pénètre donc pas. Pourtant, on la trouve pour ainsi dire « prête à la consommation » dans les bananes, les noix et les tomates... mais elle est inutilisable sous cette forme.

Poisson et huile de noix : bien-être et vivacité mentale

Chez les personnes en bonne santé vivant dans les pays industrialisés, les carences en acides aminés sont extrêmement rares, et les compléments alimentaires, par exemple sous forme de poudre d'acides aminés, ne sont conseillés que dans des cas très particuliers. Les études révèlent cependant que des repas légers à haute teneur en acides aminés augmentent la vigilance et l'attention. Les produits laitiers à faible teneur en matière grasse, les légumes secs, les poissons et la viande sans graisse sont des sources idéales d'acides aminés. Ils augmentent la concentration de sérotonine dans le cerveau, améliorant ainsi l'humeur, surtout lorsqu'ils sont associés à des sucres. Une grillade de poissons avec jardinière de légumes serait ainsi un repas idéal avant une après-midi de travail acharné.

À la différence des acides aminés, les graisses ont plutôt mauvaise réputation. Bien qu'elles constituent une source d'énergie importante pour le corps humain, les graisses animales telles que le saindoux et les aliments frits ne sont pas des « nourritures pour cerveau », et sont même à éviter. Elles contiennent surtout des acides gras saturés et des acides gras insaturés dits trans, qui augmentent les uns et les autres la concentration du « mauvais » cholestérol, le cholestérol LDL.

C'est pourquoi il faut bien différencier les acides gras insaturés dits cis, qui remplissent d'importantes fonctions dans le corps et en particulier le cerveau. Comme toutes les vitamines, ces acides gras sont essentiels pour l'homme. C'est notamment le cas des acides gras oméga-3, longues molécules plusieurs fois insaturées (en de nombreux points de la molécule, les atomes de carbone sont reliés par des liaisons doubles et non simples) que l'on trouve en grande quantité dans la chair du poisson. On en trouve des concentrations particulièrement élevées dans les poissons des mers froides tels que le maquereau, le thon, le hareng et le saumon.

Ces acides gras oméga-3 agissent sur le développement cérébral dès la vie *in utero*. Selon une étude publiée en février 2007 par des chercheurs britanniques et américains, le développement linguistique moyen des enfants âgés de huit ans dont les mères ont consommé plus que 340 grammes de poisson par semaine pendant leur grossesse, serait plus avancé que celui des autres enfants du même âge.

Quel est le secret des acides gras insaturés ? Ce sont d'une part des éléments constitutifs importants des membranes neuronales et de la myéline, et ils protègent aussi contre l'athérosclérose et les accidents vasculaires cérébraux. Les statistiques font apparaître que le fait de consommer du poisson une fois par jour pendant un mois diminue le risque d'infarctus cérébral.

Seule ombre au tableau : le poisson est parfois contaminé par les métaux lourds qui polluent les mers. Les huiles de lin, de colza, de soja et de noix représentent alors de bons substituts. Elles contiennent d'importantes quantités d'acide alpha linoléique ; cet oméga-3 est plus court que les acides gras contenus dans les graisses de poisson, mais l'organisme peut le convertir en oméga-3 à chaîne longue, s'il en absorbe de grandes quantités. Attention cependant à ne pas trop chauffer ces huiles, car à température élevée, leurs acides gras sont convertis en forme trans, qui provoquent des troubles de l'apprentissage chez les animaux de laboratoire.

Bien évidemment, les vitamines, les minéraux et les éléments à l'état de traces sont également précieux, voire indispensables, pour le cerveau. Certains, tels le potassium, le sodium et le calcium, sont indispensables au bon fonctionnement des

neurones. Ils participent également, en tant que cofacteurs ou de coenzymes, à de nombreuses réactions métaboliques telles que la production des neuromédiateurs. Certaines vitamines ont en outre une fonction protectrice en neutralisant des métabolites nocifs. La nutritionniste France Bellisle, de l'Hôpital de l'Hôtel-Dieu à Paris, a conclu en 2004, sur la base de nombreuses études concernant des enfants et adolescents souffrant d'une carence en vitamines, qu'un complément alimentaire approprié était susceptible d'augmenter leur quotient intellectuel. Soulignons toutefois que les enfants ne souffrant pas de carence ne deviennent pas plus intelligents avec un supplément de vitamines ! La vitamine B1 permet l'utilisation du glucose par l'organisme : même une légère carence – en cas de fréquentation trop systématique des fast-foods, par exemple – entraîne fatigue, dépression, et fragilisation de la mémoire et de la concentration.

Les nourritures cérébrales

Vous avez probablement remarqué que la plupart des constituants d'une alimentation saine et équilibrée sont bons pour le cerveau. Toutefois, certains sont meilleurs que d'autre : l'avoine, par exemple, peut être considérée comme l'aliment cérébral

Votre cerveau mange-t-il à sa faim ?

Avec cette « liste d'aliments pour le cerveau » vous pouvez vérifier si votre cerveau reçoit bien tous les nutriments nécessaires en quantité suffisante. Chaque cercle correspond à une

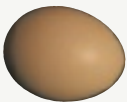
portion. À la fin de la semaine, vous devriez avoir fait une croix dans chacun. Les quantités sont conçues de façon à contenir tous les vitamines et sels minéraux en quantité recommandée.

Type d'aliment	Quantité	Portion						
		1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour	6 ^e jour	7 ^e jour
Liquide	1/4 de litre d'eau, eau minérale ou thé sans sucre	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Céréales	Au choix : 30 grammes de pain complet 30 grammes de flocons de céréale 125 grammes de pâtes, riz ou céréales cuites	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
Légumes et fruits	Au choix : 125 grammes de légumes crus ou cuits 1/8 litre de jus de légumes 1 fruit de taille moyenne 125 grammes de baies 1/8 litre de jus de fruit	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
Produits laitiers	Au choix : 50 grammes de fromage 1/4 de litre de lait ou de produits laitiers, de préférence à faible teneur en matières grasses	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
Noix et graines	15 grammes de noix	○	○	○	○	○	○	○
Huiles végétales	1 cuillère à soupe	○	○	○	○	○	○	○
Légumineuses	Au choix : 125 grammes de légumes secs 100 grammes de tofu 1/4 de litre de lait de soja	○ ○ ○ ○						
Viande	100 grammes de viande pauvre en graisse ou de volaille (sans la peau)	○ ○ ○						
Poisson	100 grammes de poisson	○ ○						

Aliments pour le cerveau

De nombreux aliments influent sur les performances de notre cerveau. Voici les plus importants. Les nutriments en couleur peuvent être considérés comme particulièrement bénéfiques pour le cerveau.

Composant	Fonction	Présence dans les aliments
Sucres	Apportent du glucose qui fournit de l'énergie	Céréales complètes, fruits (surtout les pommes), légumes
Liquides	Indispensables à la circulation et au transport des nutriments	Eau, eau minérale, infusions non sucrées d'herbes et de fruits
Caféine, en quantité modérée	Dilate les vaisseaux dans le cerveau, augmente les capacités de concentration et de mémorisation	Café, thé noir et thé vert
Fer	Transporte l'oxygène	Viandes rouges, graines de potiron sésame, farine de soja, millet, graines de pin, germe de blé, aneth, persil, levure, flocons d'avoine , épinard, cresson, lentilles, germes de soja, flageolets
Calcium	Transmission de l'excitation neuronale	Lait et produits laitiers, figues, sésame, germes de soja, légumineuses, noix , céréales complètes, germes de blé, flocons d'avoine, brocoli, cresson, légumes verts, persil
Magnésium	Intervient dans les processus fournissant de l'énergie	Produits céréaliers, noix, fruits secs, graines de citrouille
Zinc	Cofacteur pour nombre d'enzymes, important pour la concentration et la mémoire	Germes de blé, pavot, sésame, graines de citrouille, viande, œufs, lait, fromage, carottes, pain complet, pommes de terre
Phénylalanine / tyrosine	Brique pour la synthèse de l'adrénaline, de la noradrénaline et de la dopamine. Important pour la vigilance et la concentration	Poisson (thon, truite), viande, produits laitiers, germes de soja , fromage blanc, cacahuètes, germes de blé, amandes
Tryptophane	Constituant pour la synthèse de la sérotonine (facteur de bien-être) et de la mélatonine, (aide à la relaxation et à l'endormissement)	Fromage, germes de soja, cacahuètes non salées, noix de cachou, lentilles, œufs, viande, poisson, flocons d'avoine, blé, riz nature et basmati
Sérine, méthionine	Constituant pour la synthèse de l'acétylcholine, indispensable pour l'apprentissage et la mémoire	Poisson, viande de dinde, viande de poulet, germes de soja, viande de bœuf, noix de cajou, germes de blé, brocoli, petits pois, épinard, pain complet, riz
Lécithine	Contient de la choline (précurseur de l'acétylcholine), important pour la mémoire et la biosynthèse des membranes	Jaune d'œuf, levure, soja , viande, poisson
Vitamine B1 (thiamine)	Coenzyme, métabolisme des neuromédiateurs	Céréales complètes (par exemple avoine, épeautre), flocons d'avoine, germes de blé, graines de tournesols, légumes secs, noix, viande de porc
Acides gras insaturés	Composants des membranes cellulaires	Poisson, noix, épinard, huile de germes de maïs, d'arachide, de chardon, de soja
Acides gras oméga-3	Composants des membranes cellulaires, anti-inflammatoires	Poisson, en particulier les poissons des mers froides



idéal. Riche en vitamine B, en magnésium, en différents acides aminés faisant office de précurseurs pour la synthèse de neurotransmetteurs, elle contient en outre des sucres lents qui apportent une énergie constante au cerveau. Les noix occupent aussi le peloton de tête des aliments bons pour cerveau. Elles contiennent beaucoup de vitamines B, de nombreux acides gras insaturés. Absorbées avec modération, elles renforcent la concentration et la mémoire.

Il est aussi important de boire régulièrement que de bien s'alimenter. Il suffit d'une légère déshydratation pour altérer les capacités cognitives. En effet, quand l'irrigation sanguine et l'approvisionnement en nutriments diminuent, des signes de fatigue et des maux de tête apparaissent. Des études ont mis en évidence une diminution des capacités de mémoire à court terme : les réactions du sujet se font plus lentes, il comprend moins bien les relations complexes dans le monde qui l'entoure. Les meilleures boissons pour le cerveau sont l'eau et les infusions non sucrées à base d'herbes et de fruits.

Quatre moments pour réapprovisionner son cerveau

Pour être alerte, le cerveau a besoin d'être approvisionné en temps et en heure. L'estomac ne doit être ni vide, ni trop rempli. L'importance du petit-déjeuner est désormais avérée. Deux synthèses publiées en 2005 par Gail Rampersaud, de l'Université de Floride à Gainesville, et Howard Taras, de l'Université de Californie à San Diego, ont montré que les enfants prenant un petit-déjeuner sont plus performants à l'école que leurs camarades qui n'en prennent pas.

Selon une étude du psychologue britannique Keith Wesnes, si le petit-déjeuner est riche en céréales, et donc en sucres lents, il peut assurer une bonne capacité mentale pendant toute la matinée. Karina Fisher, de l'Institut de technologie de Zürich, avait déjà observé en 2002 que les sucres lents doivent être complétés par des protéines. Le petit-déjeuner idéal est donc constitué – et pas seulement pour les enfants – de céréales, de préférence complètes, et/ou de fruits ainsi que d'un produit laitier, source de protéines. Le muesli et le pain complet avec du fromage blanc ou du fromage sec, sont bien adaptés.

Quelques petites « piqûres d'énergie » au bon moment évitent ou réduisent les baisses de performance. Des petits en-cas entre les repas, qui garantissent une glycémie constante, sont donc bienvenus pour une alimentation optimale du cerveau. Un snack contenant des sucres et des protéines, qui apporte en plus des vitamines et des sels minéraux, augmente l'endurance dans la matinée : par exemple un morceau de fruit avec du yaourt ou du fromage blanc ; du pain complet avec de la charcuterie à faible teneur en matières grasses ou un fromage maigre a le même effet. Lucy Wilkinson et ses collègues, de l'Université de Northumbria à Newcastle, ont découvert en 2002 que le seul fait de mâcher augmente déjà les capacités mentales. Les sujets qui mâchaient un chewing-gum sans sucre parvenaient mieux à mémoriser



et à restituer des mots que les sujets témoins qui ne mâchaient rien. Les chercheurs supposent que le fait de mâcher augmente l'irrigation sanguine de régions cérébrales qui sont notamment importantes pour la mémoire.

Pour les épreuves requérant une attention accrue pendant un temps relativement court, le mieux est de prendre un en-cas riche en protéines un peu avant. La collation optimale dans ces situations est un yaourt ou un sandwich au thon. Cependant, il est déconseillé de consommer du glucose juste avant un examen, sauf si ce dernier ne dure pas plus de 20 minutes. Des tâches longues demandant de la concentration requièrent des sucres lents, des protéines, de la vitamine B1, du magnésium et les acides aminés tyrosine et tryptophane. Là encore, un sandwich au pain complet est recommandé, à combiner avec des légumes et des fruits. Les produits laitiers, le poisson et la viande apportent les bons acides aminés. Cependant il faut faire attention à boire suffisamment. Ce n'est que dans cette condition que les nutriments atteignent vraiment le cerveau en quantité suffisante.

Un repas léger, suffisamment riche en protéines et contenant beaucoup de vitamines et de sels minéraux, est idéal pour le repas de midi. Le niveau de performance cognitive reste élevé, et vous ne vous exposez pas à un risque d'assoupissement ni à une baisse de forme après le déjeuner. Le poisson, le poulet ou la pintade rôtis avec des légumes et de la salade sont conseillés. Pour bien préparer les enfants pour le sport de l'après-midi ou les devoirs, le mieux est un goûter riche en sucres : fruits, barre de muesli ou sandwich au pain complet.

Enfin, pour bien terminer la journée et favoriser un sommeil réparateur, il faut un dîner approprié. En la matière, la sobriété est une règle d'or. On évitera les excitants comme le café, et l'on optera pour des plats à base de riz, de pâtes ou de semoule. Sans peser sur l'estomac, ils fournissent l'énergie nécessaire à la synthèse de sérotonine (effet relaxant) et de l'hormone du sommeil, la mélatonine. La synthèse de ces deux substances requiert du tryptophane : les aliments riches en tryptophane raccourcissent ainsi la durée d'endormissement. Le meilleur concentré de tryptophane est encore une recette de grand-mère : un bol de lait chaud avec du miel. ◆

3. Les acides gras dits oméga-3 sont essentiels au bon fonctionnement du cerveau. Ils sont contenus notamment dans certains poissons dont le saumon ou la truite.

Bibliographie

G. C. RAMPERSAUD et al., *Breakfast habits, nutritional status, body weight and academic performance in children and adolescents*, in *Journal of the american dietetic association*, vol. 105, pp. 743-760, 2005

H. TARA, *Nutrition and student performance at school*, in *Journal of school health*, vol. 75, pp. 199-213, 2005.

F. BELLISLE, *Effects on diet on behaviour and cognition in children*, in *British Journal of Nutrition*, vol. 2, pp. 227-232, 2004.

K. A. WESNES et al., *Breakfast reduces declines in attention and memory over the morning schoolchildren*, in *Appetite*, vol. 41, pp. 329-331, 2003.

Ingrid KIEFER est psychologue de la santé. Elle enseigne la médecine sociale à l'Université de Vienne et dirige le Centre de l'alimentation et de la prévention de l'Agence de santé autrichienne.

La sclérose latérale amyotrophique est une maladie neurodégénérative qui paralyse progressivement tout le corps, des mains et des pieds jusqu'aux muscles du visage et à ceux de la respiration. Ses causes restent énigmatiques, mais un coupable aurait été identifié : le glutamate, molécule indispensable à la communication des neurones mais qui, libérée en quantités excessives, deviendrait toxique pour les neurones moteurs.

Pathologie

La maladie de l'immobilité

Josep ESQUERDA COLELL

Henrich Ludwig Gehrig était issu d'une famille modeste. Mais la carrière de ce fils d'immigrés allemands, né en 1903 à New York, a de quoi impressionner : le petit Ludwig (dénommé Lou) commence par être l'une des premières stars du baseball aux États-Unis, menant l'équipe des *Yankees* de New York de victoire en victoire dans les années 1920 et 1930. Mais il laissera son nom au panthéon de la médecine pour une autre (et plus funeste) raison : après deux années de souffrances très médiatisées, Lou Gehrig est emporté le 2 juin 1941 par une sclérose latérale amyotrophique.

Encore nommée maladie de Lou Gehrig aux États-Unis, la sclérose latérale amyotrophique est toujours incurable. Elle est aussi nommée maladie de Charcot, du nom du neurologue Jean-Martin Charcot (1825-1893) – Freud passera plusieurs mois dans son service de l'Hôpital de la Salpêtrière, à Paris – qui décrit le premier la maladie, en 1869. Elle a terrassé d'autres célébrités : Dimitri Chostakovitch ou Mao Tse-tung, par exemple. L'astrophysicien Stephen Hawking souffre également d'une forme rare de cette pathologie, dont l'évolution est particulièrement lente.

La sclérose latérale amyotrophique – ou son abréviation SLA – est une maladie neurodégénérative qui touche les neurones moteurs. Que sont les neurones moteurs ? Des cellules nerveuses qui transmettent – du cerveau vers les muscles – les informations qui nous permettent d'attraper un objet, de marcher, de sauter ou de réaliser n'importe quel mouvement. Pour cette raison, la dégé-

nérescence progressive de ces neurones entraîne un dépérissement de la musculature et, à terme, la paralysie. Toutes les autres fonctions du cerveau qui ne sont pas liées au mouvement restent intactes jusqu'au stade terminal de la maladie. Le patient reste donc conscient de sa déchéance physique. L'issue est néanmoins fatale, le plus souvent à cause d'une paralysie respiratoire.

Quand se déclare la SLA et qui frappe-t-elle ? Les hommes sont plus souvent touchés que les femmes, généralement entre 40 et 70 ans. Chaque année, de nouveaux cas de la maladie apparaissent chez environ deux personnes sur 100 000, mais cette proportion atteint 15 sur 100 000 parmi les septuagénaires. Le nombre de personnes atteintes de SLA augmentera avec le vieillissement de la population.

Les fibres des neurones corticospinaux transmettent les commandes nerveuses du cortex cérébral jusqu'aux neurones moteurs de la moelle épinière, dont les prolongements sont en contact avec les fibres musculaires de l'organisme. Ces fibres sont contenues dans ce que l'on nomme le cordon latéral de la moelle épinière (*voir l'encadré page 58*). Dans ses études, Charcot s'aperçut que, chez ses patients, les fibres nerveuses du cordon latéral sont envahies par des cellules gliales : ces cellules de soutien, qui sont supposées protéger les neurones, se mettent à durcir (on dit qu'elles se « sclérosent »). Charcot nomma aussitôt « sclérose latérale » cette maladie du cordon latéral de la moelle.

Le terme *amyotrophique* désigne la fonte du tissu musculaire qui, du fait de l'absence de messages nerveux, est condamné à l'inactivité.

Une inactivité néanmoins perturbée par des mouvements réflexes exagérés et des crampes spasmodiques, dues au fait que le cerveau sert aussi à empêcher des mouvements musculaires spontanés, et qu'il ne peut plus le faire en raison de la dégénérescence du cordon latéral.

Depuis que la maladie a été décrite, rien – ou presque – n'a changé : les causes de la maladie restent inconnues. Toutefois, les découvertes récentes ont amélioré notre compréhension de la maladie, et constituent des bases pour le développement d'un traitement approprié.

Des neurones fragiles

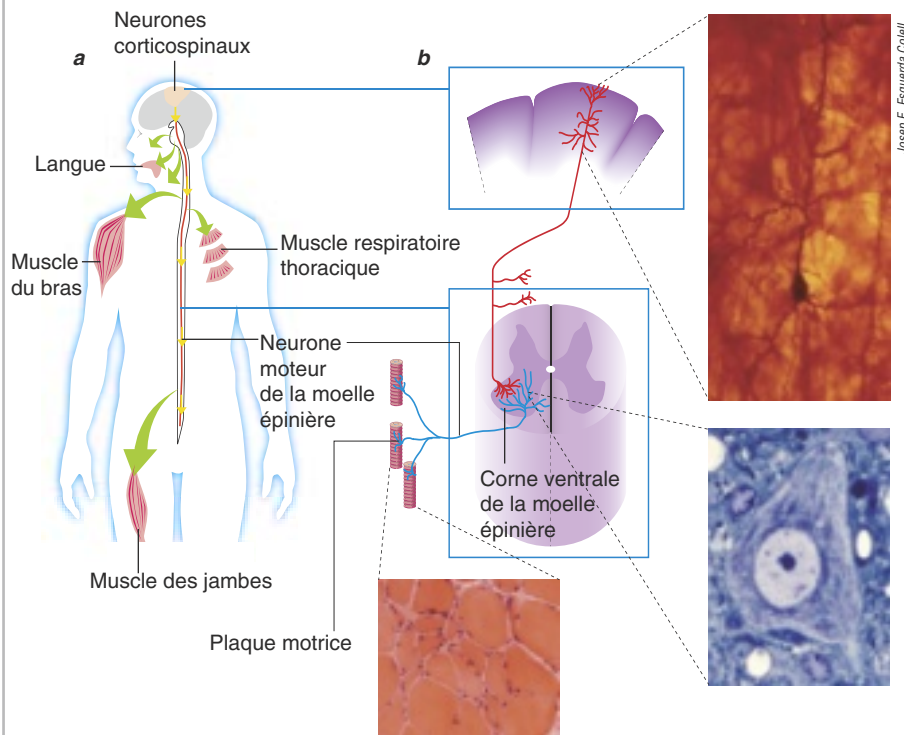
Abordons d'emblée l'aspect le plus mystérieux de cette maladie : pourquoi les neurones moteurs de la moelle épinière sont-ils la seule cible de cette destruction ? Probablement, à cause de leurs propriétés physiologiques, qui les distinguent des autres neurones. Par exemple, ils ne tolèrent que de très faibles variations de leur concentration de calcium. Si cette dernière augmente trop, ils meurent. Pourquoi ? Contrairement aux autres neurones, ceux de la moelle épinière ont peu de protéines liant le calcium, susceptibles d'éviter un excès de cet ion. Ce n'est pas le cas des motoneurones des muscles des yeux, par exemple, qui ne sont pratiquement jamais atteints par la SLA, ce qui explique que les patients soient capables de remuer les yeux jusqu'à leur dernier souffle, alors que le reste du corps est entièrement paralysé. Le physiologiste Stanley Appel de la Faculté de médecine à Houston a suggéré que deux protéines en particulier, la parvalbumine et la calbindine, protègent les neurones des muscles des yeux de la dégénérescence.

Les recherches sur la SLA se concentrent également sur une autre substance : le glutamate. De très nombreux neurones utilisent ce neurotransmetteur pour s'activer. Le système nerveux régule très étroitement la concentration du glutamate. Grâce à des protéines transporteurs efficaces, la concentration du glutamate autour des cellules est environ 10 000 fois inférieure à celle qui règne dans les cellules. Toutefois, si, pour une raison ou un autre, la concentration de glutamate extérieur augmente trop, il s'ensuit un effet dramatique sur les neurones : les canaux ioniques de la membrane cellulaire restent ouverts en permanence, et les ions sodium et calcium pénètrent sans entrave dans les neurones. Tandis que le sodium excite la cellule électriquement, le calcium joue un rôle important dans la signalisation intracellulaire : il active différentes enzymes telles que des protéases et des lipases, dont l'activité endommage la cellule et finit par la tuer (*voir l'encadré page 60*). Ce phénomène, nommé excitotoxicité, accélère vraisemblablement la mort des neurones lors d'accidents vasculaires cérébraux, dans les cas d'épilepsie ou dans la maladie d'Alzheimer.

Une observation singulière confirme en quelque sorte cette théorie de l'excitotoxicité : dans certaines îles du Pacifique, on note une prévalence importante de la SLA, ce qui

Idolo Shutterstock

Interruption de la transmission des informations



Dans la sclérose latérale amyotrophique, la partie du système nerveux qui contrôle les mouvements volontaires du corps dépérit (a). Le circuit de cette motricité volontaire commence dans le cortex cérébral moteur (*en haut*), qui contient les corps cellulaires des premiers neurones du circuit, les neurones corticospinaux. Grâce à leurs longs axones, ces derniers envoient leurs commandes jusqu'à la moelle épinière. Ils se terminent dans la corne ventrale de la moelle épinière (*au centre*) et établissent des contacts avec les neurones moteurs, dont les axones se terminent sur les plaques motrices, dans les muscles.

Les clichés microscopiques (*à droite*) montrent les types cellulaires correspondants : le neurone corticospinal du cortex moteur ainsi que le motoneurone de la moelle épinière. Les fibres musculaires (*au centre, en bas*) sont celles de rats souffrant d'une maladie similaire à la SLA. Le contour anguleux des fibres et leur section réduite indiquent que le tissu musculaire s'étiolo à cause du manque d'excitation nerveuse.

pourrait être dû à l'effet excitotoxique de certains poisons que l'on trouve dans la chaîne alimentaire de certaines populations indigènes (*voir l'encadré page 59*).

De fait, dans les années 1990, l'équipe de Jeffrey Rothstein et Ralph Kuncel, de l'Université Johns Hopkins à Baltimore, a révélé l'existence de mécanismes excitotoxiques dans la SLA. Leurs travaux montrent que les membranes des cellules nerveuses de la moelle épinière et du cortex moteur ont une capacité réduite de transport du glutamate, c'est-à-dire que le glutamate est mal évacué du milieu qui entoure les neurones, et qu'il finit par s'accumuler. Cette faible capacité de « transport » du glutamate est une particularité des neurones de la moelle épinière et du cortex moteur, et n'est pas observée, par exemple, dans d'autres zones cérébrales, telles que le cortex visuel ou l'hippocampe, qui sont épargnés par la maladie.

Quelle est la cause de cette capacité de transport amoindrie ? Une molécule qui sert à l'évacuation du glutamate, le transporteur de type 1 du glutamate (GLT-1) fait défaut au sein d'une classe particulière de cellules du cerveau, les astrocytes, dont la fonction est essentiellement d'assurer la « maintenance » du système nerveux en éliminant notamment le surplus de neurotransmetteurs.

C'est pourquoi les biologistes recherchent des médicaments capables d'activer la production de GLT-1, ce qui ferait baisser la concentration extérieure du glutamate. Pour l'instant, l'unique médicament autorisé contre la SLA dans l'Union européenne, le Rilutek, est un antagoniste du glutamate,

c'est-à-dire qu'il occupe les sites d'ancrage du glutamate sur les membranes des neurones et l'empêche d'exercer son effet d'excitotoxique. La pénicilline et ses dérivés chimiques sont eux aussi apparus comme des médicaments possibles, après avoir montré leur efficacité dans le traitement de la SLA chez certains animaux.

Le problème des radicaux libres

Il convient néanmoins de distinguer l'excitotoxicité aiguë occasionnée par des lésions cérébrales ou des accidents vasculaires cérébraux (qui suscite une mort rapide des neurones) et l'excitotoxicité chronique, associée à la SLA. On peut parler de forme « modérée » d'excitotoxicité dans ce cas, où l'on constate une attaque de certains composants cellulaires particuliers des neurones, notamment le réticulum endoplasmique, qui joue un rôle essentiel dans la synthèse des protéines. Lorsque le fonctionnement du réticulum endoplasmique est perturbé, les protéines n'atteignent plus leur destination... et s'accumulent dans le neurone. Cette charge inutile est digérée et évacuée par des lysosomes, organites de digestion présents dans les cellules. En temps normal, ce mécanisme de secours nommé autophagie est destiné à éliminer des composants cellulaires endommagés. Mais s'il dépasse un certain niveau, la cellule entière se trouve endommagée et est « digérée ». Les corps d'inclusion typiques que l'on trouve à l'intérieur des neurones moteurs de patients souffrant de SLA sont probablement produits par autophagie.

Les neurones moteurs – ici de la moelle épinière d'un embryon de poulet – contrôlent les mouvements volontaires.

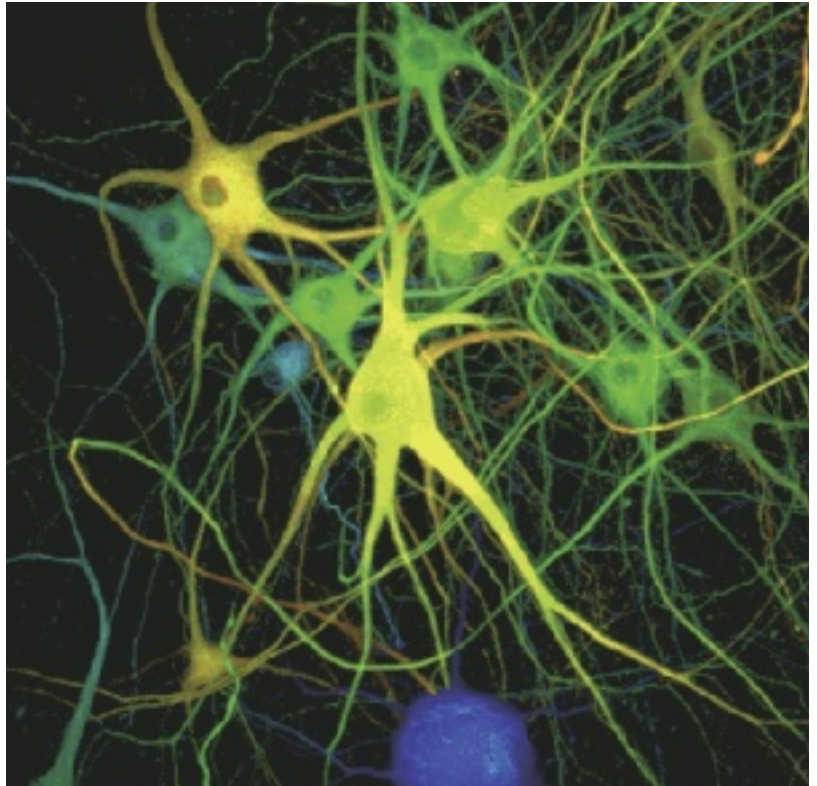
Environ cinq pour cent des cas de SLA sont vraisemblablement héréditaires. La percée de la recherche moléculaire sur la maladie s'est produite en 1993, lorsque le groupe de recherche de Robert Brown de l'Hôpital général du Massachusetts à Boston, a découvert, chez un cinquième de ses patients, une mutation sur le gène codant l'enzyme superoxyde-dismutase (SOD1). Cette enzyme élimine la toxicité de certains composés très réactifs, les radicaux libres, très oxydants, qui sont inévitablement produits par le métabolisme des cellules. Lorsque l'enzyme n'est plus produite en quantité suffisante, il se produit ce qu'on nomme un « stress oxydatif », au cours duquel ces radicaux endommagent les cellules.

Peu de temps après la découverte de la mutation sur le gène SOD1 humain, les chercheurs ont réussi à créer des lignés de souris et de rats génétiquement modifiés, porteurs de la mutation. Ces rongeurs dits SOD1-transgéniques, atteints d'une maladie neuromusculaire comparable à la SLA, sont devenus l'un des modèles les plus importants de la recherche sur cette maladie. Pour la première fois, il est devenu possible de tester le pouvoir curatif de différentes substances, en les administrant à ces animaux. Bien que ces derniers ne soient atteints que d'un mal apparenté à la forme héréditaire et donc rare de la SLA, les neurobiologistes supposent que des mécanismes similaires entrent en jeu dans la forme dite sporadique (non héréditaire) qui représente la majorité des cas.

Aujourd'hui, les généticiens ont répertorié plus de 100 mutations du gène SOD1 impliquées dans la SLA. Malgré tout, un mystère subsiste : comment et pourquoi ces mutations déclenchent-elles la maladie ? Plus particulièrement, les neurobiologistes se demandent pourquoi les motoneurons sont les seuls à mourir, bien que la forme mutante de l'enzyme soit présente dans toutes les cellules de l'organisme. Certains pensent que la mutation endommage surtout les astrocytes chargés d'éliminer l'excès de glutamate... Ce qui est sûr, c'est que les protéines SOD1 mutées s'agglutinent dans les neurones et les astrocytes sous forme d'agrégats de protéines. Ces débris devraient être dégradés par des usines cellulaires nommées protéasomes, mais la capacité de ces derniers est rapidement dépassée. En outre, du fait de la surcharge protéique imposée à la cellule, les tâches de réparation usuelles ne sont pas accomplies, ce qui conduit à l'accumulation d'autres protéines toxiques...

Le biologiste Don Cleveland et ses collègues de l'Université de Californie à San Diego, ont finalement découvert en 2004 que la variante mutée de la SOD1 est également présente dans les « centrales énergétiques » de la cellule, les mitochondries – et ce, uniquement dans les tissus atteints par la SLA. Dans ces tissus, les agrégats de SOD1 se lient à d'autres protéines, empêchant les organites cellulaires d'assumer leur fonction vitale de production d'énergie.

De plus, on a récemment découvert que des processus inflammatoires contribueraient également à la SLA, comme cela se produit dans la sclérose en plaques, mais avec plus de subtilité : ainsi, dans les tissus touchés, on peut détecter ce que l'on nomme



Josep E. Esquerda Collet

Les mangeurs de chauves-souris

Sur les îles de Guam et de Rota, dans l'Océan Pacifique, les indigènes Chamorro souffrent d'un trouble neurologique mystérieux, le complexe de démence Guam-SLA-MP. Ce syndrome comporte les symptômes de la SLA, de la maladie de Parkinson et de la démence d'Alzheimer. Les biologistes pensaient que les habitants de ces îles s'empoisonnaient sans le savoir en ingérant les graines d'une plante arborescente nommée, *Cycas micronesica*, ayant noté que la plante contient une substance dite excitotoxique (la méthylamino-alanine), qui stimule à l'excès les récepteurs du glutamate des cellules nerveuses. Toutefois, la concentration de méthylamino-alanine dans les graines est largement insuffisante pour entraîner la maladie. Qui plus est, le poison n'est pas produit par la plante elle-même, mais par des cyanobactéries hébergées par ses racines...

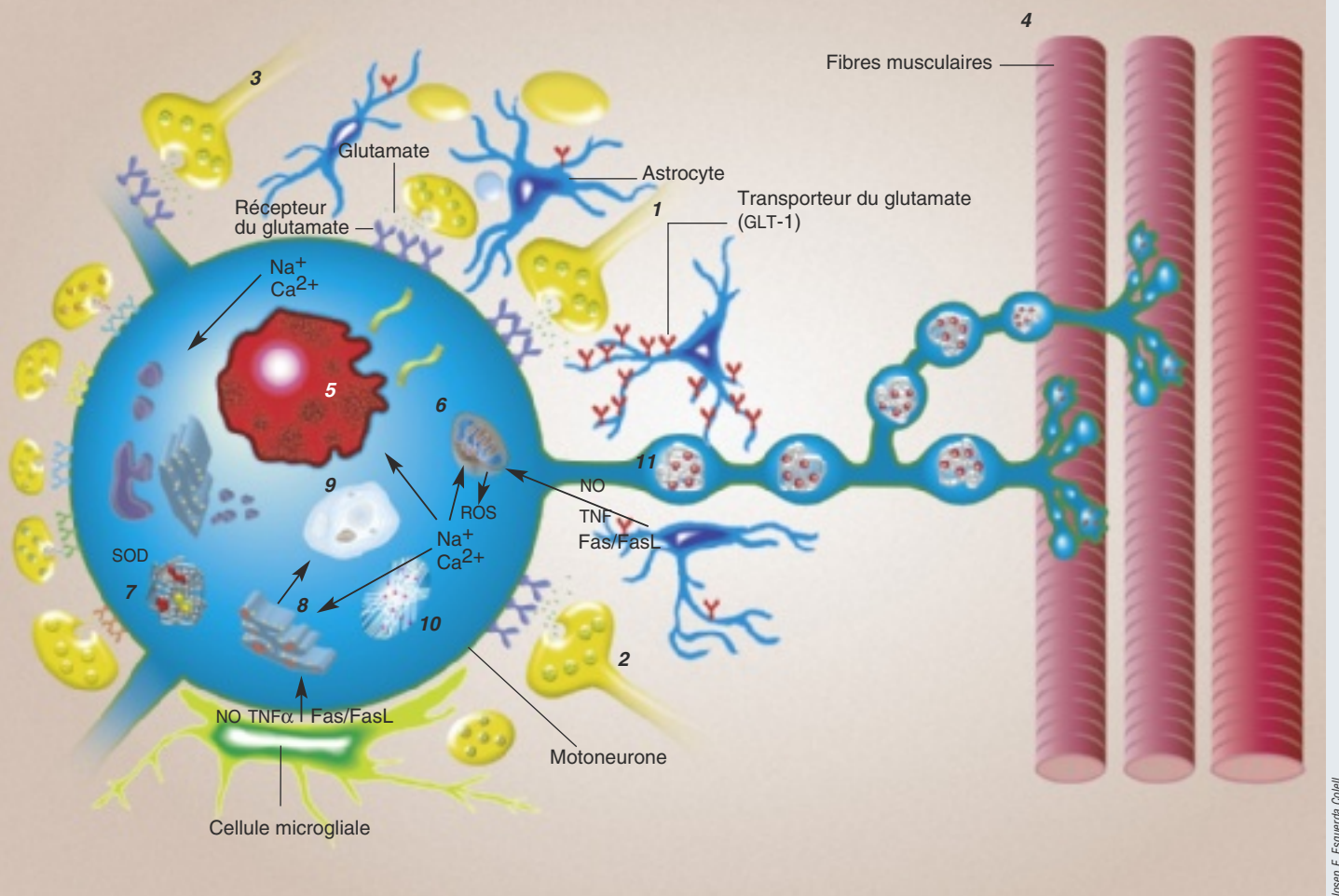
L'énigme a été résolue par Paul Cox et ses collègues du Jardin botanique national de Hawaï : la méthylamino-alanine passe dans les fruits, qui sont mangés par des petits mammifères, tel le renard volant des Mariannes (*Pteropus mariannus*), une sorte de chauve-souris géante et friande de cycas. À leur tour, les renards volants sont dégustés par les Chamorro lors de fêtes rituelles. Le poison se concentre ainsi le long de cette chaîne alimentaire, terminant sa course dans l'organisme humain où il libère sa charge excitotoxique. Confirmation de cette théorie, les renards volants de Guam se sont raréfiés ces dernières années à cause de la déforestation, et l'on a constaté simultanément que le nombre de cas de SLA a nettement diminué...



Un festin fatal.

Un renard volant fait un festin des fruits du cycas.

Comment meurent les neurones moteurs...



Les neurones moteurs sont des éléments nerveux de transmission essentiels pour le contrôle des mouvements volontaires. Un neurone moteur, dont le corps cellulaire est localisé dans la corne ventrale de la moelle épinière, est ici représenté en bleu. Il reçoit les commandes des neurones corticospinaux (1, 2 ou 3), via des connexions synaptiques, et, en suivant son long axone, les signaux nerveux atteignent les muscles (4). La grosse structure rouge dans le corps cellulaire du motoneurone représente le noyau (5).

La plupart des neurones utilisent l'acide aminé glutamate comme neurotransmetteur. Ce dernier est libéré par les neurones corticospinaux (présynaptiques) et se lie à des récepteurs spécifiques localisés sur la membrane du motoneurone (postsynaptique). Cette liaison ouvre des canaux ioniques dans la membrane cellulaire, ce qui provoque l'entrée d'ions sodium et calcium qui activent la cellule.

Toutefois, pour que le neurone moteur ne reste pas en permanence excité, le glutamate doit être rapidement évacué de l'espace extracellulaire. Cette tâche est assurée par certains types de cellules gliales,

les astrocytes, dont la membrane cellulaire renferme des transporteurs du glutamate (GLT-1), molécules qui pompent le transmetteur. Si ces molécules de transport font défaut, il en résulte une excitotoxicité aiguë : le neurone moteur meurt à cause de l'entrée permanente d'ions. La sclérose latérale amyotrophique ne provoque pas un déséquilibre aussi important de la balance ionique, mais la défaillance de quelques transporteurs GLT-1 suffit en soi à provoquer une excitotoxicité modérée qui entraîne des processus dégénératifs chroniques. À long terme, les neurones meurent aussi...

Un autre processus délétère pour la cellule est le stress oxydatif provoqué par les radicaux oxygénés (ROS). Ces derniers sont des espèces chimiques très réactives, produites dans des mitochondries dont le fonctionnement est perturbé (6). Le stress oxydatif peut être déclenché par un influx ionique excessif. Normalement, les radicaux libres sont inactivés par des enzymes telles que la superoxyde dismutase (SOD ; 7), mais dans la forme héréditaire de la SLA, ce chasseur de radicaux est déficient.

Autre cible de la maladie : le réticulum endoplasmique (8). Il s'agit d'un système de transport des protéines à l'intérieur de la cellule. Au lieu d'être convoyées vers leur destination, des protéines inefficaces s'accumulent. Ces débris s'agregent dans des corps d'inclusion protéiques (9), que la cellule tente de dégrader par autophagie.

D'autres perturbations concernent le cytosquelette (10), dont la fonction d'échafaudage est entravée par la liaison de groupes phosphates. Dans l'axone, les neurofilaments déstructurés s'agregent alors pour former des sphéroïdes axonaux (11), qui gênent considérablement le transport des composants cellulaires.

Le neurone moteur endommagé attire enfin des cellules microgliales (en vert), qui s'accrochent à sa surface et produisent des substances telles que le monoxyde d'azote (NO), le facteur nécrosant des tumeurs alpha (Tumor necrosis factor α), ou le complexe protéique Fas/FasL. Ces composés aggravent l'inflammation et finissent par déclencher la mort cellulaire. Les astrocytes activés peuvent également provoquer la mort des neurones moteurs par ces mêmes substances.

de la « microglie », c'est-à-dire des cellules de défense du système nerveux qui détruisent les agents pathogènes qui y ont pénétré. Le problème est que, si la microglie est trop active, elle peut aussi détruire des neurones, enclenchant un processus pathologique. Les médecins cherchent des médicaments susceptibles de juguler cette réaction inflammatoire.

En 2003, un groupe de recherche dirigé par Michael Schwartz, de l'Institut Weizmann en Israël, en collaboration avec des biologistes des Universités de Cologne et d'Ulm, a découvert qu'un médicament agissant sur le système immunitaire et utilisé pour traiter la sclérose en plaques, est également bénéfique contre la SLA : ainsi, l'acétate de glatiramère, vendu sous le nom commercial de Copaxone, prolonge considérablement la vie des souris transgéniques SLA, en stimulant les lymphocytes T du système immunitaire.

Mais la maladie s'attaque aussi à un autre composant cellulaire : le cytosquelette. Cet échafaudage interne de la cellule, à la structure ramifiée et composée de « neurofilaments », façonne en quelque sorte le neurone, lui donne sa forme et est absolument indispensable au transport de ses composants internes le long de son « câble » principal, l'axone. Lorsque ce cytosquelette est fragilisé – par exemple parce qu'une enzyme y a accroché un groupe phosphate, le transport des composants internes du neurone est interrompu, et la cellule est endommagée. Ainsi, l'un des indicateurs histologiques les plus évidents de la SLA est l'accumulation de filaments anormaux dans les axones (voir l'encadré page ci-contre). Les médecins tentent d'agir aussi à ce niveau : le tamoxifène, utilisé dans le traitement du cancer du sein, inhibe l'enzyme qui greffe des groupes phosphates (la protéine kinase C) et son action sur la SLA est actuellement à l'étude.

Enfin, médecins et biologistes fondent de grands espoirs sur les facteurs dits neurotrophiques, des protéines favorisant la survie des cellules nerveuses. Le *Nerve Growth Factor* ou facteur de croissance des nerfs (NGF) a ainsi été découvert en 1956 par les lauréats du prix Nobel, Rita Levy-Montalcini et Stanley Cohen, mais il n'est que le chef de file d'une grande famille de substances stimulant la croissance des neurones. Le problème de ces adjuvants est qu'ils n'atteignent que difficilement leur site de l'action, à savoir des récepteurs bien précis localisés à la surface des neurones. Pourquoi ? Parce qu'ils sont notamment incapables de traverser la barrière hématoencéphalique, la membrane qui filtre le sang passant du corps au cerveau.

Cette difficulté a incité Jerònia Lladó et ses collègues, du Laboratoire de Jeffrey Rothstein, à Baltimore, à recourir à des virus nommés adénovirus, sortes de chevaux de Troie renfermant le gène du facteur de croissance IGF-1 (*Insulin-like Growth Factor*, facteur de croissance de type insuline) : les adénovirus traversent la barrière hématoencéphalique, introduisent le gène dans les cellules du cerveau qui se mettent à fabriquer le facteur de croissance. L'idée est bonne : les souris SLA auxquelles le virus a été injecté survivent plus longtemps que les souris non traitées. Une équipe de recherche belge, pilotée par Wim Robberecht, à l'Université catholique de Louvain, a obtenu un an plus tard des succès similaires, mais cette fois en injectant directement un autre facteur de croissance, le VEGF (*Vascular*

Glossaire

Amyotrophique : atrophie musculaire (du grec *mys* muscle, et *atrophia* affaiblissement, épuisement).

Sclérose latérale : durcissement pathologique du cordon latéral de la moelle épinière (du latin *lateralis*, sur le côté, et du grec *skleros*, sec, dur, rugueux).

Motoneurone : cellule nerveuse contrôlant le mouvement (du latin *motus*, qui bouge, et du grec *neuron*, nerf).

Cellules gliales : les cellules du système nerveux qui ne sont pas des neurones ; cellules de soutien, entre autres (du grec *glia* colle, glue).

Neurotransmetteur : molécule de signalisation qui sert à transmettre l'information d'un neurone à une autre (du grec *neuron*, nerf, et du latin *transmittere*, transmettre).

Excitotoxicité : toxicité de substances excitatrices qui endommagent les cellules nerveuses (du latin *excitare*, exciter, et du grec *toxikon*, poison).

Astrocytes : cellules gliales en forme d'étoile, qui éliminent les neurotransmetteurs en excès, nourrissent et soutiennent les cellules nerveuses (du grec *astron*, constellation, et *kytos*, espace creux).

Radicaux libres : produits intermédiaires issus de molécules d'oxygène, très réactifs car ils portent un électron non apparié, et qui endommagent les cellules (du latin *radix*, racine).

Axone : prolongement neuronal qui conduit les signaux électriques des neurones (du grec *axon*, axe).

Endothelial Cell Growth Factor, ou facteur de croissance des cellules endothéliales vasculaires), dans le cerveau des animaux au moyen d'un cathéter.

L'espoir des cellules souches

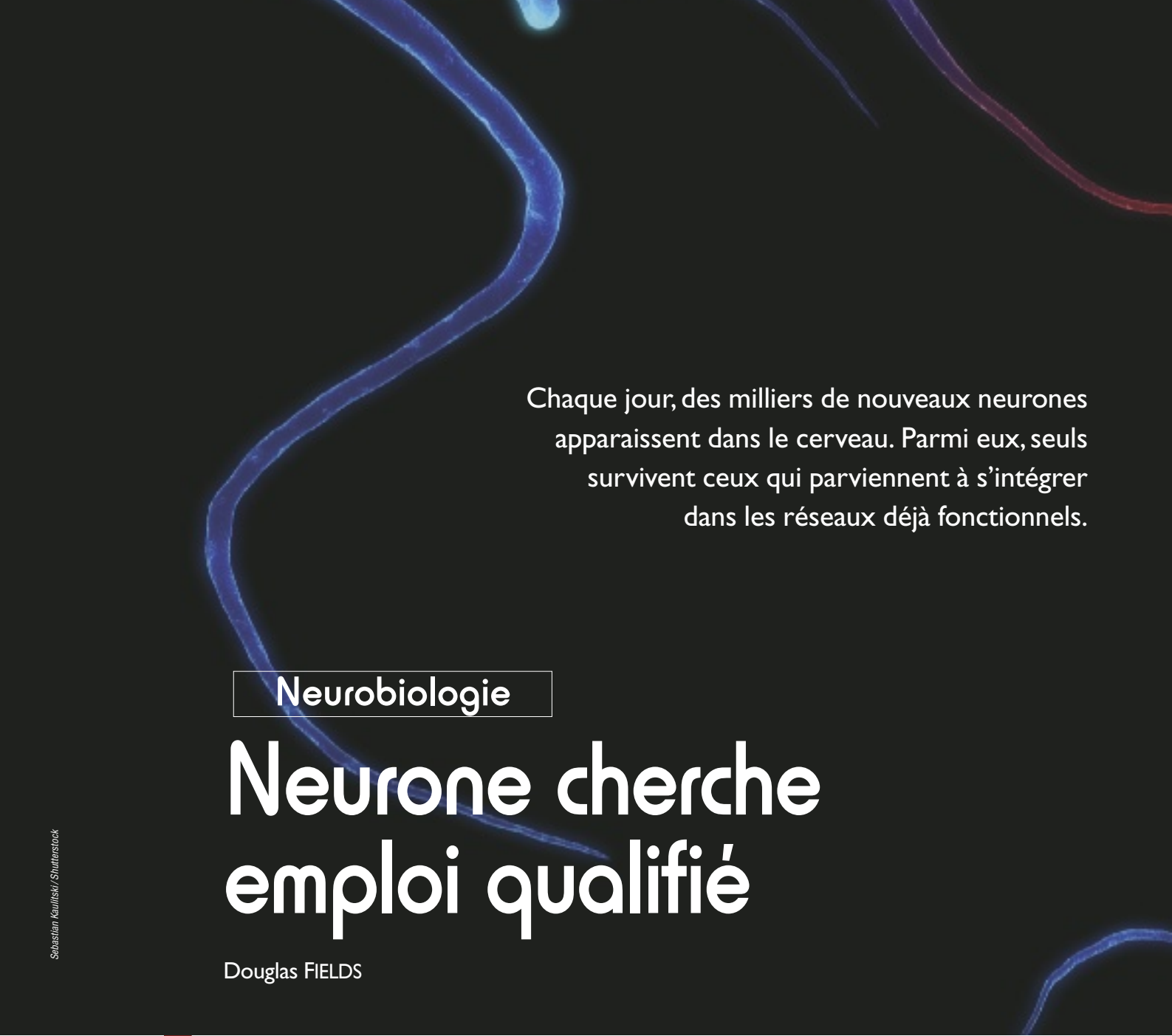
Outre ces pistes, celle des cellules souches est explorée. Ces cellules, d'origine embryonnaire ou provenant de tissus adultes, ont la capacité de se différencier pour donner *a priori* n'importe quel type de cellules matures, selon l'environnement où elles sont placées. Théoriquement, elles pourraient remplacer les neurones moteurs endommagés. Toutefois, il faut que les cellules souches implantées dans le cerveau parviennent à établir des connexions appropriées avec les neurones voisins, et qu'elles s'intègrent dans les circuits qui déclenchent les contractions musculaires en réponse aux commandes motrices du patient. Il n'est pas certain qu'elles en aient la capacité. Soulignons malgré tout quelques succès en demi-teinte : ceux de J. Lladó et de son équipe, qui ont découvert en 2004 que les cellules souches réduisent, au moins en culture, l'effet excitotoxique du glutamate sur les neurones de la moelle épinière. Et certaines expériences sur animaux, qui étayaient également l'idée que les cellules souches peuvent enrayer la neurodégénérescence.

Dans l'ensemble, c'est surtout la découverte des gènes impliqués dans la SLA familiale qui a considérablement fait progresser la recherche sur cette maladie. Depuis ce jour, les équipes de recherche ont obtenu des animaux génétiquement modifiés grâce auxquels seront testées de nouvelles stratégies thérapeutiques, parfois avec des résultats prometteurs. Ces derniers ont permis le lancement des premiers essais cliniques qui, on l'espère, aboutiront bientôt à un traitement efficace de la sclérose latérale amyotrophique. ♦

Bibliographie

- O. TARABAL et al., *Protein retention in the endoplasmic reticulum, blockade of programmed cell death and autophagy selectively occur in spinal cord motoneurons after glutamate receptor-mediated injury*, in *Molecular and cellular neuroscience*, vol. 29, pp. 283-298, 2005.
- C. VANDE VELDE et al., *VEGF multitasking in ALS*, in *Nature Neuroscience*, vol. 8, pp. 5-7, 2005.
- L. I. BRUIJN et al., *Unraveling the mechanisms involved in motor neuron degeneration in ALS*, in *Annual Review Neuroscience*, vol. 27, pp. 723-749, 2004.
- C. CONSILVIO et al., *Neuroinflammation COX-2 and ALS, A dual role ?*, in *Experimental Neurobiology*, vol. 187, pp. 1-10, 2004.

Josep ESQUERDA COLELL, professeur de biologie cellulaire, dirige le Groupe de neurobiologie cellulaire à la Faculté de médecine de Lérida, en Espagne.



Chaque jour, des milliers de nouveaux neurones apparaissent dans le cerveau. Parmi eux, seuls survivent ceux qui parviennent à s'intégrer dans les réseaux déjà fonctionnels.

Neurobiologie

Neurone cherche emploi qualifié

Douglas FIELDs

La science ressemble souvent à un texte de lois. Les règles sont rigides, mais elles changent sans cesse. Il en a été de même pour l'étude de la neurogenèse, la création de neurones dans le cerveau humain. Il n'y a pas si longtemps, la règle absolue voulait que les neurones ne peuvent ni se diviser, ni se former à partir d'autres types de cellules de l'organisme. En d'autres termes, les neurobiologistes pensaient que l'on naît avec notre capital-neurones et qu'il nous accompagne jusqu'au tombeau. Pourtant, ce dogme a commencé à vaciller dans les années 1980, lorsque le neurobiologiste Fernando Nottebohm, de l'Université Rockefeller, a découvert des neurones se divisant dans le cerveau antérieur des canaris. Au moins chez cet oiseau, les neurones semblaient se diviser...

Les neuroscientifiques ont tout d'abord résisté à cette idée, qui battait en brèche les faits et croyances bien ancrés. Progressivement toutefois, l'accumulation de données a eu raison de leurs réticences. Aujourd'hui, on découvre que des

neurones sont produits un peu partout dans le cerveau. Les biologistes ont même montré que ce phénomène de neurogenèse s'accroît après un exercice physique, et, d'après les recherches les plus récentes, de nouveaux neurones se forment dans une zone cérébrale bien définie : l'hippocampe, siège de la mémoire spatiale et déclarative.

De nouveaux neurones naissent à chaque seconde

Dès lors, si des nouveaux neurones sont produits en permanence dans le cerveau, on imagine que l'on pourrait réparer des dégâts causés par les attaques cérébrales ou par la maladie d'Alzheimer. Malheureusement, ce n'est pas si simple.

On s'interroge : ces nouveaux neurones ont-ils une utilité réelle pour le cerveau ? Peuvent-ils s'intégrer dans des réseaux de neurones déjà existants ? Ont-ils la capacité de former des connexions efficaces avec une centaine, voire un millier, de



neurones, pour remplacer celles qu'assurait un neurone mort ou lésé ? Cette question est essentielle, car si la réponse est négative, ces nouveaux neurones ne serviraient à rien. Pour les nouvelles cellules, le défi est de taille : il s'agit de s'insérer dans un tissu intriqué, tissé d'innombrables connexions entre neurones. La complexité de ces réseaux dans un cerveau adulte a toujours été l'un des principaux arguments mis en avant par les sceptiques. À quoi servent ces nouvelles cellules si elles se contentent de rester passivement en marge de l'activité cérébrale et cognitive ?

Heureusement, des découvertes récentes ont établi que les nouveaux neurones se connectent bel et bien au sein des circuits existants. Par exemple, les neurobiologistes Nhojin Kee, Cátia Teixeira et leurs collègues, de l'Université de Toronto, ont montré que les nouveaux neurones s'intègrent effectivement dans les réseaux fonctionnels de l'hippocampe et que ces nouveaux circuits stimulent la mémoire – ou du moins participent à l'élaboration de nouveaux souvenirs. Il s'agit de la démonstration

la plus convaincante, pour l'heure, que de nouveaux neurones rejoignent les équipes existantes et y deviennent fonctionnels.

Quel emploi pour les nouveaux venus ?

Pour mieux comprendre la portée de ces expériences, procédons à quelques rappels sur la mémoire. Les souvenirs ne sont pas contenus à l'intérieur des cellules cérébrales, les neurones. En fait, ils apparaissent lorsque différents neurones établissent des connexions ou synapses. Les synapses sont de petites fentes à travers lesquelles l'axone, le prolongement neuronal émetteur qui envoie des messages à la partie réceptrice (la dendrite) d'un autre neurone. Les souvenirs se forment lorsque les cellules nerveuses d'un circuit renforcent leurs connexions.

N. Kee et ses collègues ont tout d'abord soumis des souris au test de mémoire du labyrinthe aquatique de Morris (ou piscine de Morris). Dans ce test,



Bibliographie

N. KEE et al., *Preferential incorporation of adult-generated granule cell into spatial memory networks in the dentate gyrus*, in *Nature Neuroscience*, vol. n° 10, pp. 355-362, 2007.

J. AIMONE et al., *Potential role for adult neurogenesis in the encoding of time in new memories*, in *Nature Neuroscience*, vol. n° 9, pp. 723-727, 2006.

D. FIELDS, *La force des souvenirs*, in *Pour la Science*, n° 335, septembre 2005.

Douglas FIELDS

dirige le Département développement et plasticité du système nerveux de la santé de l'enfant et du développement humain. Il est professeur de neurosciences et de sciences cognitives à l'Université du Maryland aux États-Unis.

on plonge une souris dans une cuve d'eau laiteuse. La souris doit nager et ne peut reprendre pied que si elle a la chance de heurter un petit promontoire qui affleure sous la surface de l'eau, mais qui n'est pas visible. Lorsqu'elle a trouvé le promontoire, on retire la souris de l'eau et on laisse s'écouler un certain temps. Puis on la plonge à nouveau dans l'eau et l'on mesure le temps qu'elle met à se souvenir de l'emplacement de la plateforme. Ce test évalue la mémoire spatiale de l'animal.

À mesure que la souris apprend à se remémorer l'emplacement du promontoire, ce souvenir se grave dans ses neurones, ou plus précisément dans ses synapses. Certaines d'entre elles sont renforcées, créant des assemblées de neurones qui agissent en synergie et permettent de mémoriser l'emplacement de la plateforme.

Or, afin que les synapses puissent être consolidées, les neurones doivent activer des gènes qui produisent des protéines jouant le rôle de ciment des synapses. De tels gènes répondent par exemple aux noms de *c-fos* et *arc*. C'est une des étapes essentielles de la mémorisation.

Ce mécanisme a été exploité par N. Kee et ses collègues pour démontrer que leur test du labyrinthe aquatique avait bel et bien activé des gènes associés à l'apprentissage dans des nouveaux neurones de l'hippocampe des souris... En premier lieu, ils se sont assurés qu'il s'agissait bien de nouveaux neurones. Pour cela, ils ont injecté aux souris une substance fluorescente qui n'est incorporée que par les tout jeunes neurones : au microscope, les taches fluorescentes signalent donc la présence de nouveaux neurones.

Ensuite, les biologistes ont examiné au microscope l'hippocampe des souris qui avaient appris

à trouver le promontoire sous l'eau. Ils ont constaté que les gènes *c-fos* et *arc* (ceux-là mêmes qui participent au renforcement des synapses) étaient particulièrement activés dans une large proportion des nouveaux neurones... Il restait une dernière étape à franchir : prouver que ces gènes sont effectivement activés par l'apprentissage, et non par une autre tâche mentale réalisée par la souris (une émotion, une réaction à une odeur ou à la présence d'un expérimentateur).

N. Kee et ses collègues ont eu l'idée de soumettre au même test une souris incapable d'apprendre. Il s'agit d'une souris de laboratoire chez qui une modification génétique a rendu inopérante une enzyme (nommée CaMKII) essentielle pour l'élaboration des souvenirs. Une telle souris est certes capable de trouver le promontoire, mais non d'en conserver le souvenir jusqu'au test suivant. Il lui faut à chaque fois redécouvrir l'emplacement de la plateforme.

L'âge du premier emploi : cinq semaines

Qu'a-t-on observé chez cette souris ? Dans son hippocampe, il y a autant de nouveaux neurones que chez les souris ayant mémorisé l'emplacement, mais le gène de la mémoire *c-fos* n'y est pas autant activé. En d'autres termes, c'est la formation de nouvelles synapses qui caractérise l'acquisition de nouveaux souvenirs. Cela, on le savait, mais ce que cette expérience a montré, c'est que l'acquisition de nouveaux souvenirs implique les neurones nouveaux-nés : elle les fait participer aux tâches mnésiques.

Les chercheurs ont également trouvé un moyen de mesurer l'âge que doivent avoir des nouveaux neurones pour entrer sur le marché du travail. Ils ont usé pour cela d'une astuce expérimentale raffinée : ils ont soumis les souris au test de mémorisation à différents moments après leur avoir injecté la substance fluorescente qui signale les nouveaux neurones. Lorsque le test est pratiqué moins de quatre semaines après l'injection du produit, les gènes ne sont pas activés, ce qui signifie que les neurones n'ont pas encore renforcé leurs synapses avec leurs voisins.

En revanche, ils sont fonctionnels entre quatre et six semaines après leur naissance. Ils sont donc rapidement prêts pour le service ! Qui plus est, les biologistes ont constaté que ces nouveaux neurones ont une plus forte probabilité de participer à l'apprentissage que les neurones adultes déjà stabilisés dans des circuits...

Cette expérience a montré que, bien que la plupart des neurones du cerveau adulte ne se divisent pas, environ un à deux pour cent de la population neuronale sont sans cesse renouvelés dans plusieurs régions cérébrales, notamment l'hippocampe. Il semble maintenant avéré que ces nouveaux neurones sont préférentiellement recrutés dans les circuits cérébraux qui enregistrent de nouveaux souvenirs spatiaux. Mais les raisons de ce recrutement – et la façon dont le branchement de nouveaux neurones dans des circuits préexistants est susceptible de perturber les souvenirs anciens – reste une question entièrement ouverte. ♦

Et si la peur n'était pas un sentiment ? Si elle n'était qu'un ensemble de réactions de l'organisme – la gorge qui se noue, le cœur qui bat à tout rompre, les cheveux qui se hérissent ? Cette approche est sans doute applicable à certains animaux, mais l'est-elle à l'être humain ?

Comportement

Terreurs animales et frayeurs humaines

René MISSLIN



1. Difficile de se retenir de crier quand un danger mortel menace... La peur est un programme comportemental qui domine bien souvent la volonté. Quelle est la part de l'émotion et celle du réflexe corporel dans de pareilles situations ? Ici, l'actrice Rachel Blanchard dans le film *Des serpents dans l'avion*, de David Ellis.

Le philosophe allemand du XX^e siècle Hans Jonas suggère, dans son livre, *Le phénomène de la vie*, que l'être vivant mène une existence paradoxale, instable, précaire, finie et en compagnie intime de la mort.

Et il conclut ainsi sa réflexion : « La crainte de la mort dont se charge le risque de cette existence est un commentaire sans fin à l'audace de l'aventure originelle dans laquelle s'est embarquée la substance en devenant organique ». De même, Schopenhauer notait dans son livre, *Le Monde comme volonté et représentation*, que la crainte de la mort est indépendante de toute connaissance, car l'animal éprouve cette crainte sans pourtant connaître la mort. Or cette crainte de la mort n'est que le revers de la volonté de vivre.

Mais comment savons-nous que les autres animaux ont peur de mourir alors que nous sommes sans doute la seule espèce à avoir conscience que nous sommes mortels ? En fait, nous l'ignorons, mais nous le supposons en observant leur comportement. En effet, l'éthologie décrit un ensemble de comportements chez de nombreuses espèces, y compris les unicellulaires, qui ont pour fonction de permettre aux individus d'assurer leur survie en se défendant contre certaines menaces environnementales, en particulier les prédateurs. Certes, nous avons l'habitude de définir la peur comme un état émotionnel déplaisant que déclenchent des situations ressenties comme dangereuses. Dans cette optique, nous considérons que c'est l'affect émotionnel qui est à l'origine des manifestations comportementales et organiques. Mais on sait qu'aux yeux du psychologue américain, William James, les émotions, élaborées à un certain niveau évolutif de l'intégration nerveuse, ne sont qu'un des facteurs motivationnels impliqués dans la genèse de tel ou tel comportement. Cette conception paraît d'autant plus pertinente qu'il nous arrive de réagir si vite à un danger que nous admettons, après coup, n'avoir pas eu le temps de prendre conscience de ce qui nous arrivait. L'éthologie

nous apprend que les espèces vivantes disposent d'un répertoire – ou éthogramme – constitué de divers systèmes comportementaux en relation avec une fonction ou un besoin particulier : alimentation, reproduction, soin aux petits, soins au corps. Cela nous conduit à définir, avec d'autres, la peur comme un de ces systèmes fonctionnels dont le rôle est de permettre aux animaux de se défendre contre des dangers tangibles ou potentiels.

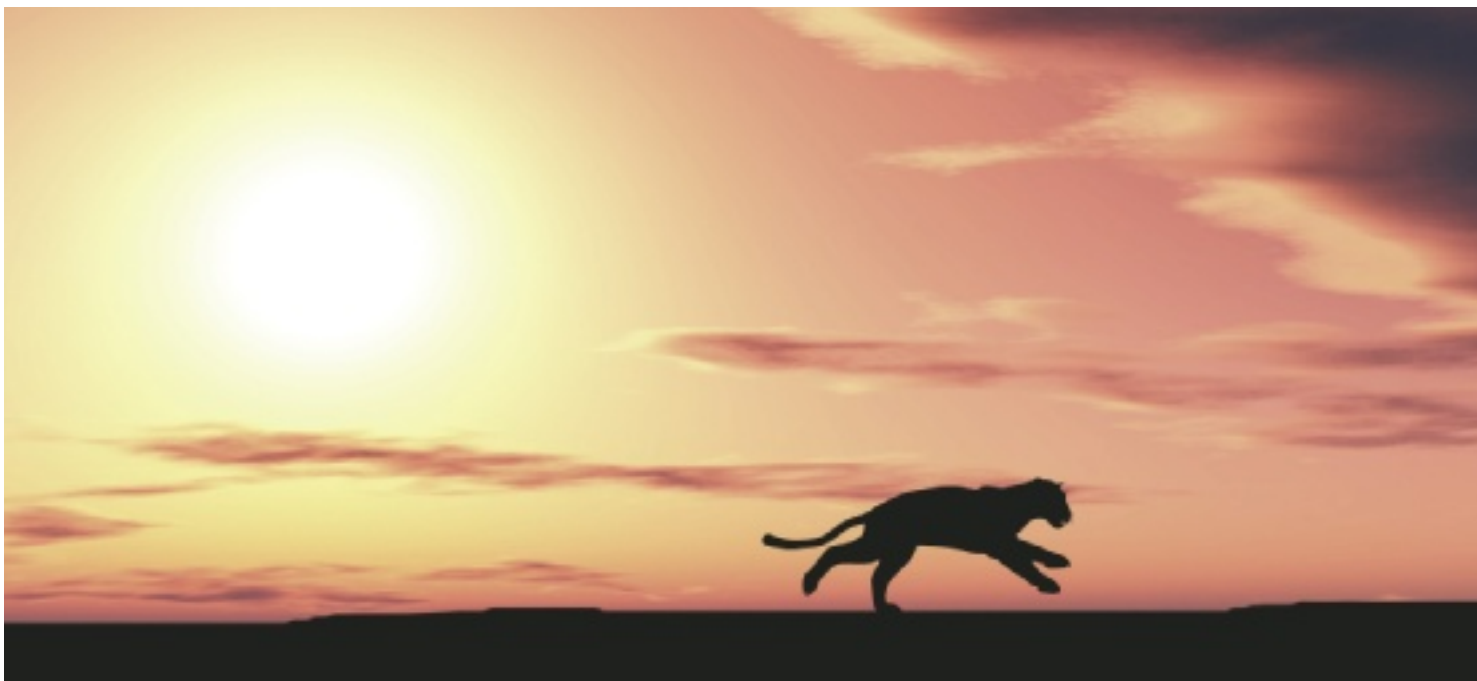
Vu l'ampleur du phénomène de la prédation dans le monde vivant, les manifestations les plus spectaculaires du comportement de peur sont celles que déclenche la présence des prédateurs, au point que certains considèrent que la peur est le système anti-prédateur par excellence. Selon que le prédateur est loin ou proche, les proies manifestent divers comportements de défense : l'immobilisation, la fuite, la riposte et l'immobilisation dite tonique. Décrivons en quoi consistent ces quatre comportements.

Les comportements de défense

Quand une proie potentielle repère un prédateur qui ne l'a pas encore perçue, elle peut adopter ce qu'on appelle une posture d'immobilisation : l'animal ne bouge plus et se ramasse sur lui-même pour se faire aussi petit que possible. C'est un stratagème très efficace, une forme de camouflage, car une proie immobile se fond dans le paysage et réduit les risques d'être détectée. De plus, bien que l'animal soit immobile, sa vigilance est extrême, ce qui le rend prompt à fuir ou à riposter. Nous avons conservé dans notre répertoire ce programme comportemental quasi-réflexe, car souvent nous nous immobilisons instinctivement quand nous percevons, par exemple, un bruit insolite.

La fuite est sans aucun doute la réponse la plus commune face à un prédateur. Elle se déclenche généralement quand le prédateur est proche. Elle est utilisée par les animaux qui marchent, rampent, nagent ou volent. Elle est provoquée par des stimulus visuels, olfactifs, auditifs ou tactiles et elle peut

2. Les zèbres ont-ils peur ? Ou bien leur substance grise périaqueducale les fait-elle courir automatiquement, sans qu'ils éprouvent la moindre émotion ?



prendre diverses formes spécifiques : l'écureuil grimpe au sommet des arbres, la grenouille plonge dans la mare, le crabe se réfugie sous une pierre, le lézard se sauve dans une crevasse, le canard s'envole, la musaraigne disparaît dans sa galerie et les humains courent vers les abris : caves, casemates, souterrains. Ce comportement est commun à tout le règne animal. Il apparaît déjà chez les protistes comme en témoigne la paramécie. L'ennemi mortel de celle-ci est un autre unicellulaire, le didinium. Quand la paramécie détecte sa présence grâce aux cils dont elle est garnie, elle effectue un brusque mouvement de retrait tout en expulsant de sa pellicule, en direction de l'ennemi, des trichocystes qui ressemblent à des dards acérés. La réponse de fuite est sans doute innée, car on l'observe même chez de très jeunes individus. Un des exemples les plus amusants, bien connu des aquariophiles, est celui des alevins d'un poisson cichlidé, le tilapia du Mozambique. La femelle incube les œufs dans une poche située sous sa gueule. Au moment de l'éclosion, les alevins s'échappent de la bouche de la mère sous la forme d'une nuée qui se dilate dans l'eau. Mais dès qu'un poisson s'approche, la nuée se rétrécit d'un coup et s'engouffre à toute vitesse dans la gueule de la mère.

Quand un prédateur a réussi, malgré tout, à s'approcher au plus près de sa proie, celle-ci recourt à ce qu'on nomme la riposte qui consiste à tenter de le chasser en se servant des armes dont elle dispose : dents, griffes, poils, épines ou encore poisons. Cette forme d'attaque défensive peut prendre les allures paroxystiques de la panique ou de la rage ou encore des formes vraiment surprenantes. Par exemple, le mâle de l'épinoche épineuse possède sur son corps des épines qui s'abaissent quand le poisson nage. Mais s'il est attrapé par un prédateur, les épines se redressent dans la gueule de ce dernier qui le rejette aussitôt. On sait que les scorpions, en cas d'attaque, tournent leur abdomen en direction du prédateur et l'aspergent d'une sécrétion empoisonnée émise par leur glande anale.

Si un prédateur a réussi à déjouer tous ces systèmes défensifs et s'est emparé de sa proie, il reste un ultime – et remarquable – recours, longtemps considéré comme une forme d'hypnose animale, que Darwin appelait une mort simulée et qu'on nomme aujourd'hui immobilité tonique. Il s'agit d'un état caractérisé par une absence totale de mouvements. On peut facilement le provoquer chez les poules en les attrapant et en les gardant quelques instants dans les mains. Très vite, elles paraissent privées de vie. Quand on les dépose par terre, elles restent immobiles puis, brusquement, elles s'enfuient en caquetant.

Ce comportement s'observe chez de nombreuses espèces : insectes, crustacés, reptiles, amphibiens, oiseaux, mammifères. Il s'agit d'une forme de défense très efficace dans la mesure où souvent les prédateurs n'attaquent pas une proie morte ou bien ne la consomment pas sur-le-champ. Ainsi, un renard est capable de massacrer en une nuit les habitants d'un poulailler sans pour autant pouvoir les consommer sur place. Cela laisse le temps à des poulets en état d'immobilité tonique de se sauver.

La peur des autres

On a pu rapprocher cet état et la cataplexie humaine. Celle-ci survient chez certaines personnes sous le coup d'une grande frayeur ou d'un stress. Elle se caractérise par une perte soudaine et momentanée du tonus musculaire. En retrouvant la mobilité, certaines de ces personnes ont avoué qu'elles avaient eu si peur qu'elles n'osaient plus bouger. Il s'agit en réalité de l'interprétation consciente que ces personnes font *a posteriori* d'un état de leur organisme qui s'est déclenché de façon réflexe. Cela éclaire le propos de W. James pour qui une émotion représente l'aspect conscient d'un syndrome organique global inconscient dans son déterminisme.

Jean-Paul Sartre, dans sa pièce *Huis clos*, soulignait que « L'enfer c'est les autres ». Lorsqu'on observe ce qui se passe, par exemple, dans un



Rybakov Vadim Grigor'evich / Shutterstock

3. Lorsqu'un putois est assailli par un prédateur, il manifeste l'une des trois réactions qui caractérisent le « comportement apeuré ». S'il est à bonne distance, il s'immobilise. S'il est à portée de patte, mais qu'une issue reste possible (comme ici), il cherche à s'enfuir. Mais si la distance est trop faible entre lui et le prédateur, il opte pour l'attaque.

groupe de primates, force est de constater que la vie sociale est riche en conflits, compétitions, rivalités ou autres bagarres. La remarque est bien sûr transposable... à l'homme. De fait, les congénères sont, à côté des prédateurs, source de peur. Face à l'agression d'un congénère, un animal peut certes recourir à l'immobilité, à la fuite ou à la riposte comme dans le cas d'un prédateur. Mais, d'autres manifestations défensives apparaissent dans la vie des animaux sociaux ; en raison de leur caractère ritualisé, elles permettent aux individus agressés de se défendre sans pour autant s'exclure du groupe. La stratégie la plus commune est ce qu'on appelle en éthologie les postures de soumission. Chez de nombreux oiseaux, le bec peut jouer le rôle d'arme d'attaque et de menace. Cependant, quand, par exemple, un mâle cherche à s'approcher du nid d'une cigogne femelle durant la période de reproduction, celle-ci détourne la tête par-dessus son dos et claque du bec. Il s'agit d'un comportement très sophistiqué, car en détournant ainsi la tête, la femelle inhibe les éventuels mouvements agressifs du partenaire.

Des primatologues, tels Frans de Waal, Bernard Thierry et Christopher Boehm, décrivent chez les singes des comportements de réconciliation, d'apaisement et de pacification après des conflits. Souvent, pour désarmer d'éventuelles rebuffades de la part des femelles, les mâles leur font des offrandes. En la matière, les hommes disposent de

tout un répertoire de comportements pour prévenir les conflits ou les apaiser : cadeaux, salutations, sourires, serremments de main, baisers, étreintes, caresses, courbettes et flagorneries.

Il arrive, enfin, que les êtres vivants manifestent des réactions de peur alors même qu'aucun danger évident n'est perceptible. L'usage courant les désigne par le terme d'anxiété. Elles se déclenchent très souvent quand les individus sont confrontés à des éléments non familiers de leur environnement, donc potentiellement dangereux : il s'agit de stratégies défensives d'anticipation. C'est ainsi qu'on peut interpréter la signification des croyances de nombreuses sociétés humaines en une vie après la mort. Le neurobiologiste américain, Paul Mc Lean, pensait que le cerveau d'*Homo sapiens* comprenait trois parties, un cerveau archaïque reptilien, un cerveau paléomammalien – limbique – que nous avons en commun avec tous les mammifères et un cerveau récent néomammalien particulièrement développé, le néocortex. Un auditeur lui demanda, un jour, lors d'une conférence, ce qui pouvait bien, dans ces conditions, nous distinguer des autres animaux. Mc Lean répondit que nous sommes sans doute la seule espèce à nous savoir mortels. Il ajouta que c'était là une information qui nous vient de notre cerveau néomammalien, mais que le vieux cerveau n'en veut rien savoir. Contre l'idée de la mort, en effet, les hommes ont élaboré de remarquables systèmes prophylactiques sous la forme de rites, de mythes, de religions dont la fonction est de représenter la mort non point comme une fin, mais comme le passage à une autre vie.

Le cerveau de la peur

Vers 1930, deux chercheurs de l'Université de Chicago avaient pratiqué l'ablation du cortex temporal chez des macaques Rhésus. Ces lésions ont eu pour effet de supprimer chez les primates les réponses de peur que les animaux manifestent habituellement à l'approche des expérimentateurs ou à la vue d'un serpent. C'est ainsi qu'ils montrèrent que cette région du cerveau est impliquée dans le déclenchement des réactions de peur : c'est le syndrome de Klüver-Bucy du nom de ces deux Américains. À la lumière de nos connaissances actuelles, on pense aujourd'hui que ces troubles du comportement résultaient surtout de la destruction de l'amygdale cérébrale, une structure située dans la région antéro-inférieure du lobe temporal. De nombreuses données expérimentales et cliniques suggèrent, en effet, que l'amygdale cérébrale fait partie d'un important réseau neuronal dans lequel elle joue le rôle d'interface entre les afférences (les stimulus entrants) et les efférences (les signaux qui commandent les réactions). Les afférences véhiculent les informations menaçantes en provenance de l'environnement et les efférences dirigent les influx nerveux, à partir du noyau central de l'amygdale cérébrale, vers des régions cérébrales plus postérieures, telles que la substance grise périaqueducule, l'hypothalamus et le tronc cérébral pour y déclencher les réactions de peur. Joseph LeDoux et son équipe, du Centre des neurosciences de l'Université de New York, ont montré qu'il existe, chez le rat, deux voies parallèles susceptibles de déclencher la peur : l'une, archaïque du



Holly Kuchera / Shutterstock

point de vue de l'évolution, transmet les informations, selon un mode rapide et direct, mais imprécis, du thalamus où convergent les données sensorielles vers l'amygdale cérébrale ; l'autre, plus récente au plan évolutif et plus lente, envoie ces informations du thalamus vers le cortex et du cortex vers l'amygdale cérébrale.

Ces deux voies représentent deux stades évolutifs d'une même fonction. L'ancienne détermine des réactions proches des réflexes : impulsivité, rapidité, quasi-réflexe, réponses du type « sauve qui peut ». En théorie de l'information, ce genre de comportements est dit de bas niveau. La voie récente élabore des réactions plus circonstanciées, moins rapides et conscientes, dites de haut niveau. L'existence de ces deux voies illustre parfaitement l'idée exprimée en 1855 par le biologiste et philosophe Herbert Spencer qui a suggéré dans son ouvrage, *Principes de psychologie*, que le système nerveux, comme le reste de l'organisme, est devenu de plus en plus complexe au fil de l'évolution et que les formes compliquées de conscience liées à ces structures et fonctions complexes ont dû apparaître par degrés.

Le neurologue anglais, Hughlings Jackson, s'inspira des idées évolutionnistes de Spencer et stipula au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle qu'une même fonction peut être représentée à plusieurs niveaux d'intégration nerveuse. Lorsqu'à la vue d'un serpent, nous réagissons de manière « instinctive » en faisant un saut brusque en arrière, c'est sans doute la voie basse, comme le suggère J. LeDoux, qui s'est activée. Mais si nous connaissons les serpents, si nous sommes habitués à les observer, il se peut qu'en apercevant un serpent à nos pieds, loin de réagir de manière réflexe, nous nous arrêtons pour inspecter l'animal, reconnaître son espèce, voire même, comme certains aiment le faire, l'attraper et jouer avec lui. Par contraste avec les réactions du premier type, on constate que ce niveau d'expression comportementale relève d'une autre forme de traitement nerveux, plus intelligent pourrait-on dire, traitement qui transite par les structures corticales capables d'analyser le contexte et donc d'adapter plus précisément les réactions aux circonstances en mettant en jeu des processus de mémorisation consciente et en inhibant les sorties motrices réflexes. On peut citer à ce propos cette remarque de Spencer : « Ici, donc, nous commençons l'étude de l'esprit comme se manifestant objectivement dans ses gradations ascendantes à travers les divers types d'êtres sentants. »

À quoi servent les sentiments ?

Rappelons avec quelle clarté conceptuelle le biologiste Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829), dans sa *Philosophie zoologique*, distinguait ce qu'il nommait l'irritabilité des organismes du sentiment, en soulignant qu'il s'agit de deux phénomènes organiques très différents, le sentiment constituant une faculté particulière à certains animaux et qui exige un système d'organes spécial pour pouvoir s'opérer, l'irritabilité étant le propre de tout organisme animal. De ce point de vue, on peut admettre, sans tomber dans un anthropomorphisme naïf, que certaines espèces animales



Suponev Vladimir / Mihalovich / Shutterstock

– les mammifères par exemple – qui ont un système nerveux plus complexe, plus « corticalisé » que des espèces dites primitives, ont l'aptitude d'éprouver des émotions telles que la peur, mais aussi la douleur, l'émoi sexuel, la colère, voire, comme certains le suggèrent, le sentiment d'injustice.

On peut même souligner que les êtres humains, grâce au développement considérable de leur néocortex, sont capables, lorsqu'ils se sentent saisis par la peur de résister volontairement à la fuite et de se comporter plus dignement, comme l'exprime Descartes dans *Les passions de l'âme*. Faut-il alors considérer que les espèces douées de sentiment ont des facultés adaptatives supérieures à celles des espèces qui en sont dépourvues ? C'est une question redoutable, car si on lui donne une réponse positive, on peut être tenté de considérer que l'évolution des organismes vivants obéit à une sorte de « projet » interne qui conduit à l'apparition d'espèces de plus en plus complexes. Lamarck n'était pas loin de le penser, mais Darwin a fortement résisté à cette idée : à ses yeux, comme on le sait, l'évolution est un phénomène aléatoire, y compris le fait que certaines espèces sont plus complexes que d'autres. Lorsque l'on prend en compte l'extraordinaire variété des formes vivantes, on ne peut pas s'empêcher de se dire que peu importe à la vie, en fin de compte, la forme dans laquelle elle s'incarne, pourvu que cette forme soit capable de survivre assez longtemps et de se reproduire. ◆

4. L'horripilation est l'une des manifestations caractéristiques du comportement de peur. Peut-être s'agit-il de paraître plus gros pour impressionner l'assaillant.

Bibliographie

- R. MISSLIN, *Le Comportement de peur*, Publibook (EPU), Paris, 2006.
- J. LEDOUX, *Neurobiologie de la personnalité*, Odile Jacob, Paris, 2003.
- R. MISSLIN, *The defense system of fear : behavior and neurocircuitry*, in *Neurophysiologie clinique*, vol. 33, pp. 55-66, 2003.

René MISSLIN est professeur émérite de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Bruits, lumières, odeurs et sensations : notre cerveau passe son temps à trier les informations visuelles, auditives, tactiles, olfactives et sonores. Malgré cette réalité éclatée, il parvient à construire une représentation stable et cohérente de ce que nous percevons.

Neurobiologie

Son et lumière : le cerveau à la fête

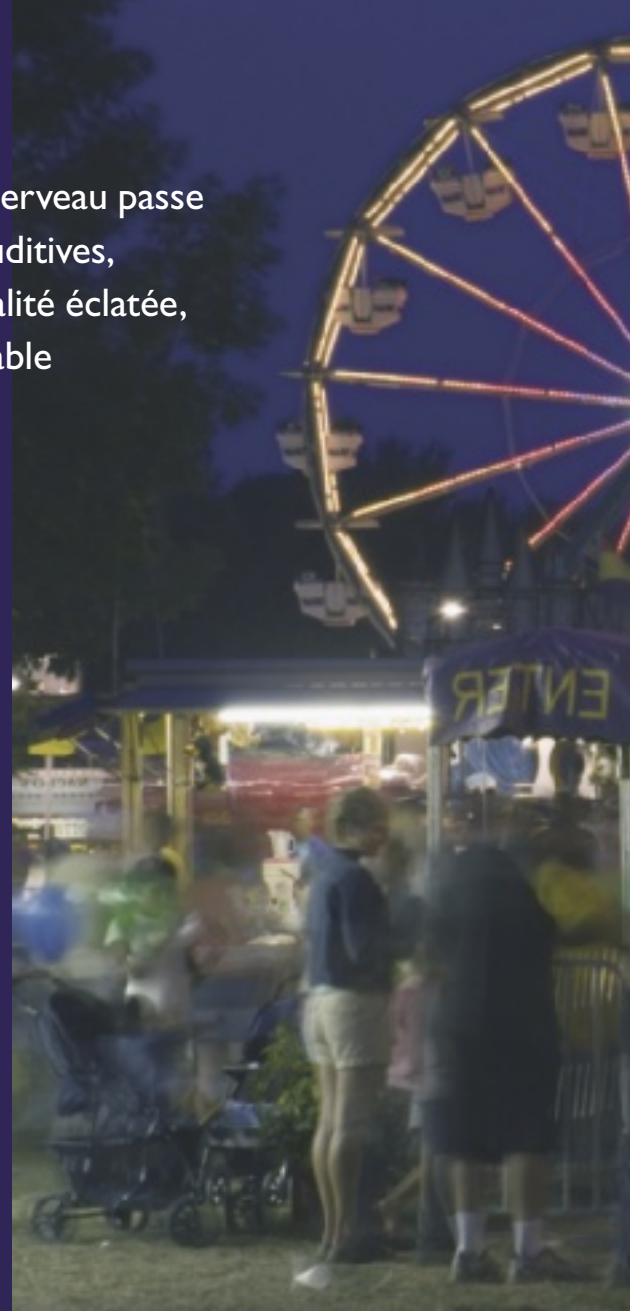
Christoph KAYSER

Un samedi soir à la foire du Trône de Paris ; à gauche, un groupe de rock tente de vous attirer. Derrière, des adolescents s'amusent et rient bruyamment. Quelque part un enfant pleure. Une profusion d'enseignes lumineuses et de néons clignotants active votre rétine. Un manège plonge et prend un virage en épingle à cheveux. Les informations qui assaillent vos sens sont innombrables. Mais l'expérience ne serait pas complète sans un cornet de glace à la main et l'arôme de la barbe à papa et des pralines. Une scène comme celle-ci illustre l'afflux d'informations auquel est confronté notre cerveau à chaque instant. Et pourtant, il sait parfaitement intégrer tous ces stimulus et donner un sens à la cacophonie ambiante.

Pour étudier comment il fait, comment il sait fusionner les cinq sens, les neuroscientifiques s'ingénient à concevoir des situations où le cerveau se fait « piéger », c'est-à-dire où il crée des images erronées de son environnement. C'est le cas, par exemple, lorsque nous observons un ventriloque. Bien que la voix ne provienne pas de la marionnette, l'auditoire en a l'illusion. De même, à la télévision, les protagonistes d'un film ne parlent

pas réellement : leur voix sort des haut-parleurs situés sur les côtés. Mais quand le « cerveau » observe les lèvres qui remuent de façon synchronisée avec les mots, il croit que ces lèvres sont la source de ce qu'il entend. En d'autres termes, nos sensations auditives et visuelles fonctionnent en tandem pour que nous percevions notre environnement de façon cohérente. C'est le phénomène d'intégration sensorielle.

Toutefois, non seulement nous nous trompons de temps à autre sur la source d'une impression sensorielle, mais il nous arrive en outre de percevoir quelque chose de totalement différent de la réalité. Ainsi, dans les années 1970, les psychologues Harry McGurk et John MacDonald, de l'Université de Surrey en Angleterre, ont découvert un phénomène singulier ; ils ont projeté à des volontaires un film dans lequel un personnage articulait la syllabe *ga*, mais qui était doublée par le son *ba*. Les sujets n'ont perçu aucun de ces sons, ils ont entendu la syllabe *da* ! Chez eux, les informations visuelles et auditives se sont combinées pour créer un troisième son totalement nouveau ! Ce mécanisme est aujourd'hui nommé effet McGurk. Nos sens auditif et tactile sont





également capables de s'allier ; lorsque nous nous frottons les paumes des mains, nous savons qu'elles sont moites non seulement parce que nous sentons l'humidité, mais aussi parce que nous entendons le son mat produit par notre peau. En revanche, si nous entendons un bruissement, nous ressentons notre peau comme sèche.

Cinq sens, une sensation

De telles sensations révèlent que le cerveau combine en permanence des informations issues de différents organes des sens pour composer une image plus ou moins fidèle de l'environnement. Reste à savoir où et comment les sens fusionnent dans le cerveau. À cet égard, deux mécanismes peuvent être envisagés. Soit les sens fonctionnent chacun de leur côté et le cerveau les combine en un tout cohérent lors des ultimes étapes du traitement de l'information ; soit ils fonctionnent sur un mode concerté dès le départ, se complétant et s'influençant les uns les autres dès les premières étapes...

Prenons un exemple pour préciser ces modèles, par exemple un chien qui aboie dans le jardin d'un

voisin. Selon le premier modèle, chaque système sensoriel analyse ses stimulus spécifiques et produit sa propre « image » de l'environnement. Par exemple, le système visuel crée l'image d'un chien ouvrant la gueule derrière une palissade blanche, tandis que le système auditif enregistre le bruit des aboiements et le son d'une voiture qui passe. Le cerveau intègre alors ces données sensorielles pour compléter la scène : un chien aboie dans un jardin qui donne sur la rue.

Mais selon le second modèle, le système visuel détecte en premier une surface blanche et noire (le pelage du bouledogue), d'une certaine taille, sur une pelouse verte. En même temps, le système auditif discerne un son répétitif venant de cette surface noire et blanche. Le système visuel enregistre alors que la surface bouge lorsque le système auditif perçoit le son. Les différents sens se complètent en quelques fractions de secondes jusqu'à ce qu'émerge l'impression générale d'un bouledogue qui aboie. L'intégration sensorielle a alors lieu dès les premières étapes du traitement de l'information. Ces deux scénarios constituent les extrêmes d'un continuum de mécanismes envisageables pour l'intégration sensorielle. La voie réellement suivie

I. Néons, airs de fête
et odeurs de beignets :
la fête foraine est une
symphonie pour les sens,
parce que ces stimulations
multiples activent la zone
cérébrale de « fusion des
sens » qui fonctionne
à plein régime.

Bibliographie

C. KAYSER et al., *Integration of touch and sound in auditory cortex*, in *Neuron*, vol. 48, pp. 373-384, oct. 2005.
E. MACALUSO et J. DRIVER, *Multisensory spatial interactions : a window onto functional integration in the human brain*, in *Trends in Neurosciences*, vol. 28, pp. 264-271, mai 2005.
The handbook of multisensory processes, sous la direction de G. CALVERT, Ch. SPENCE et B. STEIN, MIT Press, 2004.

par le cerveau se situerait entre les deux. Nous allons voir où.

Les psychologues étudient les interactions sensorielles depuis les années 1950 ; ils examinaient alors de quelle façon les différentes combinaisons sensorielles modifient notre perception du monde. Ils ont ainsi quantifié des illusions telles que l'effet McGurk, décrit précédemment, et l'effet ventriloque, initialement découvert en 1966 par Ian Howard et W. Templeton, de l'Université York de Toronto. Aujourd'hui encore, ils explorent les illusions perceptives pour découvrir comment notre cerveau combine différents aspects de l'information sensorielle, et comment cette combinaison améliore notre performance dans des tâches requérant une bonne intégration multisensorielle.

Dans les années 1970, tandis que les psychologues étudiaient l'intégration sensorielle du point de vue de la perception, des neurophysiologistes s'intéressaient aux fondements neuronaux de l'information sensorielle. Mais, alors que la plupart cherchaient des neurones liés à des sens spécifiques, tels ceux des circuits visuel ou auditif, certains observaient déjà des propriétés multisensorielles. On a récemment compris, notamment grâce aux progrès des techniques d'imagerie cérébrale, que les différents sens n'opèrent pas de façon aussi indépendante que ce que l'on croyait...

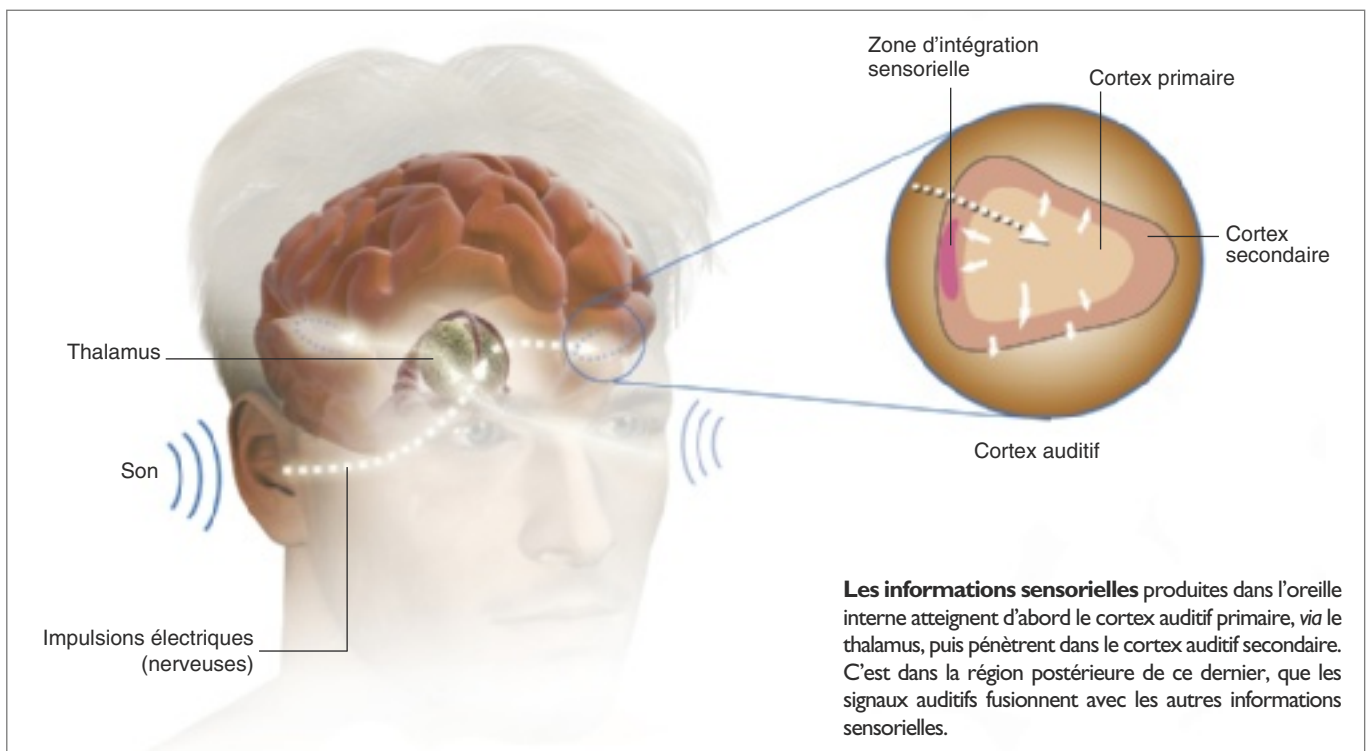
Depuis quelques années, plusieurs études d'imagerie ont montré qu'un réseau complexe de régions cérébrales est activé lorsque différentes données sensorielles fusionnent. On sait depuis longtemps que les aires dites associatives des cortex pariétaux et frontaux traitent l'information en provenance de nombreux canaux sensoriels. Pourtant, il a été récemment montré que des régions, jusque-là associées à une seule modalité sensorielle, sous-tendent en réalité plusieurs sens. Ainsi, en 2000, Jon Driver, à l'*University College* de Londres, a

montré que l'activité du cortex visuel de personnes qui viennent de percevoir un éclair lumineux près de leur main droite augmente lorsque les doigts de cette main ressentent un stimulus tactile. Cette élévation d'activité cérébrale n'a lieu que lorsque les stimulus visuels et tactiles se produisent simultanément et du même côté du corps.

L'effet cocktail : voir pour mieux entendre

Les psychologues connaissent de longue date ce « renforcement multimodal ». Par exemple, un point lumineux échappe à la vision lorsque son intensité devient trop faible, mais il peut redevenir visible si l'on fait retentir au même instant un bruit concomitant. Chacun a fait l'expérience de ce phénomène : dans un salon bruyant, il est beaucoup plus facile d'entendre ce que dit une personne si nous pouvons voir son visage et notamment sa bouche. Le stimulus visuel augmente la sensibilité du canal acoustique : nous entendons réellement mieux, un phénomène parfois nommé « effet cocktail ».

Ce phénomène d'amplification croisée se jouerait dans des régions cérébrales jusqu'alors considérées comme des régions sensorielles distinctes, les cortex visuel et auditif, ainsi que l'a montré en 2001 la psychologue Gemma Calvert, de l'Université de Bath en Angleterre. Les images (sans son) d'une personne qui parle suffisent à stimuler le cortex auditif, y compris quand l'orateur raconte n'importe quoi. *A contrario*, faire des grimaces n'a pas d'effet sur le cortex auditif. Cela montre que le cortex auditif réagit spécifiquement aux images visuelles de la parole, et que l'intégration sensorielle des stimulations acoustiques et visuelles facilite le traitement du langage.





Par conséquent, le second mécanisme d'intégration sensorielle où les données fusionnent à un stade précoce serait plus proche de la réalité. C'est ce que mon équipe, de l'Institut Max Planck de cybernétique biologique à Tübingen, en Allemagne, a confirmé. En 2005, nous avons réalisé des enregistrements en imagerie par résonance magnétique de différentes régions du cortex auditif de singes rhésus (*voir l'encadré page ci-contre*). Le cortex auditif primaire reçoit, par l'intermédiaire du thalamus, les impulsions électriques produites par les ondes sonores dans l'oreille interne. Ces impulsions sont ensuite transmises aux régions auditives supérieures, qui entourent le cortex auditif primaire à la manière d'une ceinture de quelques millimètres d'épaisseur.

Une décharge optimisée

Nous avons mesuré l'augmentation d'activité dans le cortex auditif des singes tandis que nous leur faisons entendre des bruits grâce à un casque et que nous leur stimulons la plante des pieds avec une brosse. Lorsque les deux stimulus sont simultanés, l'extrémité postérieure du cortex auditif secondaire s'active. Cette année, nous avons obtenu des résultats semblables dans une autre étude où nous avons utilisé des stimulus visuels au lieu des stimulations tactiles. Nous avons aussi découvert que seule la moitié postérieure du cortex auditif est activée : c'est là que l'intégration sensorielle se produirait.

Nous ignorons encore pourquoi l'information sensorielle fusionne dans la partie postérieure du cortex auditif, mais il semble que cette région enregistre en priorité des données spatiales concer-

nant les sons, identifiant notamment l'endroit d'où elles proviennent. Peut-être la fusion sensorielle engendrée par cette zone permet-elle d'associer différentes sensations à une localisation particulière dans l'espace.

En janvier 2007, Charles Schroeder et ses collègues, de l'Institut Nathan Kline pour la recherche psychiatrique à Orangeburg dans l'État de New York, ont identifié un mécanisme qui permet à une stimulation non auditive d'augmenter l'activité du cortex auditif. Ils ont montré qu'un stimulus tactile, même s'il n'engendre pas à lui seul une décharge des neurones auditifs, modifie l'activité oscillatoire sous-jacente des neurones auditifs de sorte que leur potentiel de décharge est optimisé. Ainsi, si le cortex auditif reçoit simultanément des stimulus auditifs et tactiles, ses neurones déchargent davantage que s'il reçoit uniquement des stimulations auditives. Dès lors, la réception d'informations de deux organes sensoriels distincts entraîne une activation plus intense d'un centre de traitement ; ce serait le fondement neuronal de l'intégration sensorielle.

Pour revenir à notre interrogation initiale, l'intégration sensorielle semble avoir lieu assez tôt dans des régions cérébrales supérieures, mais peut-être pas aussi tôt qu'on ne le supposait. Le premier mécanisme évoqué pour la fusion des sens, où les impressions sensorielles sont traitées séparément, est faux. Le second modèle, où les sens fusionnent le plus tôt possible, est exagéré, mais plus vraisemblable. Néanmoins, une chose est certaine : de nombreuses régions cérébrales intègrent l'information en provenance des différents sens, et seule une partie du cerveau – relativement circonscrite – est exclusivement dédiée à un seul sens. ◆

2. Voir, toucher, entendre, goûter et sentir : les sens se combinent dans

le cerveau pour donner une perception unifiée du monde extérieur.

Christoph KAYSER

est mathématicien et docteur en sciences naturelles. Il travaille sur l'intégration des informations sensorielles à l'Institut Max Planck de cybernétique biologique à Tübingen, en Allemagne.

Qu'est-ce que le temps qui passe et qui nous fait différent à chaque instant ? C'est notre capacité à nous modifier, mais à garder la trace de ce qui nous arrive et qui prépare le lendemain. L'avenir, les projets, l'histoire de chacun, c'est la capacité de ne pas rester bloqué dans l'instant présent. Une capacité qu'a perdue un homme de 42 ans, pour qui le monde est resté figé en 1999. Pour lui, il ne s'est rien passé depuis.

L'homme sans avenir

LE CAS CLINIQUE

Patrick VERSTICHEL

En poussant ce matin la porte de la chambre 1037 du Service de neurologie, je sais que je vais encore avoir du mal à croire ce que je vais voir. « Ah ! Encore une nouvelle tête » s'exclamera le patient allongé dans son lit.

Cela fait maintenant la dixième fois que je le vois et que nous avons cet entretien, mais pour lui c'est toujours la première fois.

Je décide de conduire l'entretien comme à mon habitude.

- Cela fait-il longtemps que vous êtes ici ?
- Un jour ou deux, pas plus, répond Monsieur F. ; il va vraiment falloir que je rentre chez moi.
- Attendez... Où nous trouvons-nous ?
- Quelle question, mais euh... à vous voir ainsi habillé, je dirais... à l'hôpital ?
- C'est exact. Et savez-vous quelle date nous sommes ?

Monsieur F. se gratte le front...

- Eh bien, j' imagine que nous devons être en été.
- Oui, et de quelle année ?
- 1999 ?

Je lui tends alors le journal. Monsieur F. fronce les sourcils. La première page mentionne la date du 21 juillet 2001.

« Qu'est-ce que c'est que cette plaisanterie ? » s'écrie mon patient.

Je suis appelé au téléphone et laisse Monsieur F. dans un état de grande perplexité. Je retourne le

voir quelques minutes plus tard dans sa chambre.

« Ah ! Encore une nouvelle tête » s'exclame-t-il. C'est qu'il y a tant de monde ici ! ».

J'évite de poser les mêmes questions. Car j'en ai fait l'expérience, et c'est d'ailleurs pour cela que j'avais apporté le journal : je reçois toujours les mêmes réponses.

Un jour sans fin

Monsieur F. est un bien étrange patient. Tout événement de sa vie lui est désormais nouveau, quand bien même le vivrait-il dix fois d'affilée. Chaque matin, il se réveille à l'hôpital et s'étonne de s'y trouver. Chaque jour, il découvre la date du journal et s'en afflige, puis l'oublie. À chaque visite du personnel, il revoit les mêmes personnes, les accueille en étrangères, se présente à elles, puis leur nom et leur visage s'effacent jusqu'à la tournée suivante. Sa vie s'est comme arrêtée à l'été 1999. Le médecin n'échappe pas à ce gommage universel. Deux ou trois fois par semaine, je vois cet homme qui réagit comme si c'était la première fois. Et aucune trace de mon nom, de mon aspect, rien de ce que nous avons dit lui et moi ne laisse la moindre empreinte dans sa mémoire. Cela fait un an et demi que Monsieur F. occupe la chambre 1037.

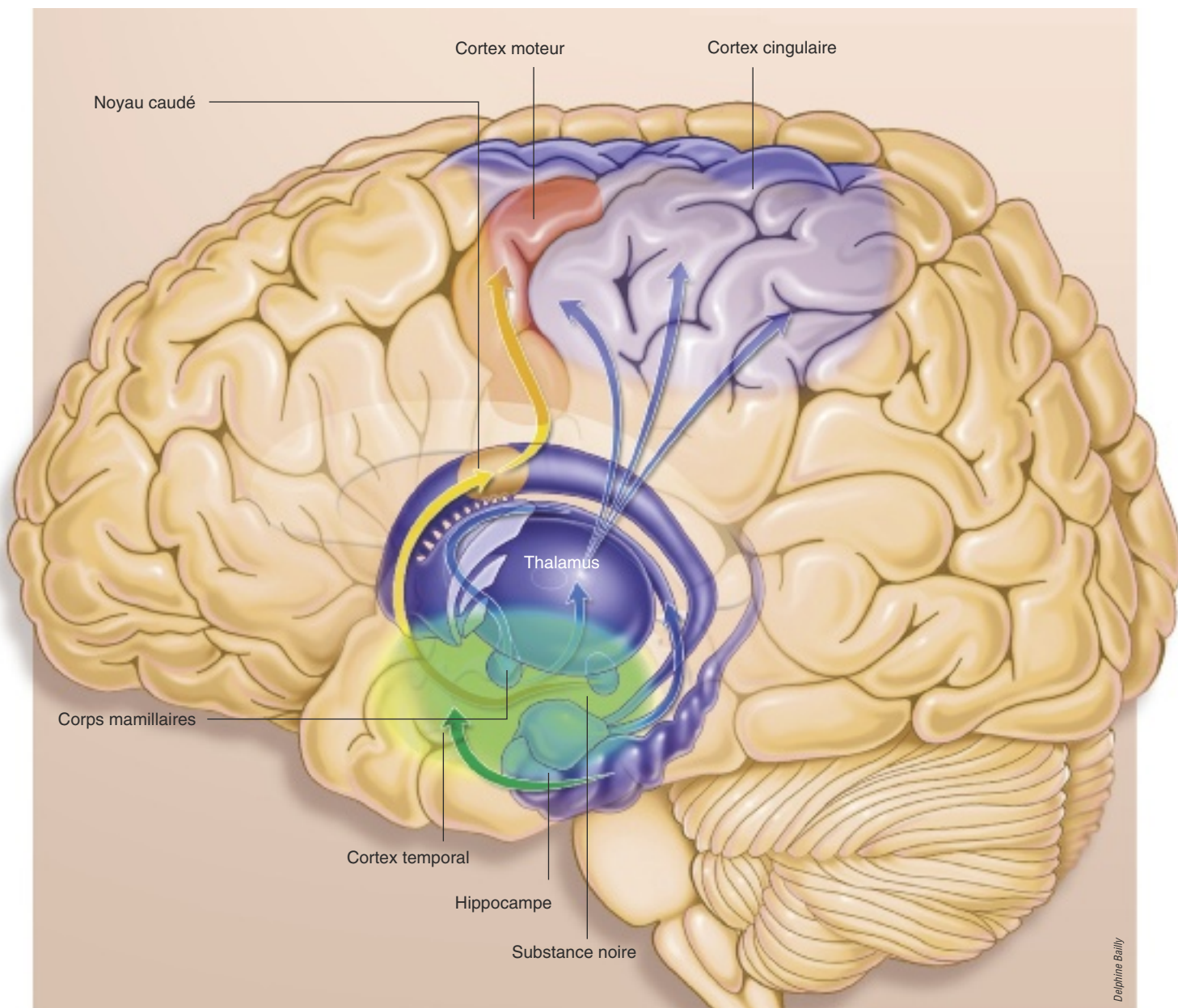
L'oubli permanent de Monsieur F. paraît, au premier abord, total et absolu. Il ne peut, par exemple, retenir pendant plus d'une minute une information

qu'on lui transmet oralement ou par écrit. Cette amnésie fait penser à celle de certains patients atteints de maladie d'Alzheimer, qui oublient immédiatement ce qu'on vient de leur dire, et qui repètent inlassablement les mêmes questions. Mais à part ces quelques similitudes, le cas de Monsieur F. est bien différent. Chez lui, l'amnésie est apparue du jour au lendemain, un an et demi auparavant. Monsieur F., célibataire, était agent d'entretien et manifestait depuis longtemps un penchant pour l'alcool. Il s'était mis à boire plus qu'à l'accoutumée, et omettait souvent de s'alimenter. Jusqu'au jour où il perdit l'équilibre, se mit à voir double, et où son esprit commença à s'égarer au point qu'on

le conduisit à l'hôpital dans un état de confusion mentale. Une prise de sang suffit à livrer le diagnostic : carence grave en vitamine B1. Des perfusions de cette substance lui rendirent sa vue et son équilibre, mais il avait à tout jamais perdu la mémoire. Il était atteint du syndrome de Korsakoff.

Le syndrome de Korsakoff

Le syndrome de Korsakoff est une maladie qui a été décrite à la fin du XIX^e siècle par un médecin russe, Sergeï Korsakoff, lequel l'avait observée chez des buveurs de vodka... Ultérieurement, on a pu établir le lien entre cette amnésie et la



I. Trois systèmes de mémoire à long terme coexistent dans le cerveau. Le système de mémoire épisodique (en bleu), qui permet de se rappeler le nom du restaurant où l'on a dîné la veille, relie l'hippocampe aux corps mamillaires, au thalamus et au cortex cingulaire. Le circuit de la mémoire sémantique (en vert, avec seulement une partie du circuit représentée) relie l'hippocampe au cortex temporal : il est intact et le patient connaît toujours la signification des

mots. Le circuit de la mémoire procédurale (en orange, avec seulement une partie du circuit représentée) relie la substance noire au noyau caudé et au cortex moteur : il permet d'apprendre de nouveaux gestes (jouer au ping-pong...) et est lui aussi intact. Chez le patient décrit dans l'article, les corps mamillaires sont détruits et le circuit de la mémoire épisodique est interrompu : il ne mémorise plus aucune information nouvelle.

carence en vitamine B1, ou thiamine, induite par l'alcool et la malnutrition. Généralement, après une phase aiguë associant confusion mentale, paralysie des nerfs moteurs des yeux, perte de l'équilibre et de la coordination des mouvements, les patients ressortent de cet état avec une amnésie en apparence complète.

Plus aucun fait n'est mémorisé et, très souvent, l'amnésie touche des événements qui ont précédé la crise aiguë. Il peut ainsi arriver que le patient voie tous ses souvenirs s'effacer sur une période de plusieurs années ou de plusieurs décennies. Il est alors replongé dans un passé plus ou moins lointain, dont il reste indéfiniment prisonnier, l'oubli lui interdisant de modifier ses impressions en fonction des données de l'environnement. Ainsi, le neurologue Oliver Sacks évoque dans son livre *Le marin*

perdu le cas d'un homme âgé de 49 ans qui pensait en avoir toujours 19 et se croyait encore assistant radio dans l'armée américaine. Chaque matin, il sursautait de frayeur en voyant son visage dans le miroir, et en se découvrant bien plus vieux que l'image de lui-même qu'il avait mémorisée. D'autres patients oublient qu'ils ont changé de profession, qu'ils se sont mariés, ou qu'ils ont eu des enfants...

La mémoire dans un dé à coudre

On étudie les lésions cérébrales des malades atteints du syndrome de Korsakoff en examinant leur cerveau après leur mort, ou bien au moyen de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM). Les lésions touchent principalement de petites structures situées de part et d'autre de la région médiane du cerveau : les corps mamillaires. Le volume total des zones lésées ne doit pas dépasser un demi-centimètre cube de substance grise. Or bien d'autres malades présentent, pour diverses raisons, des lésions cérébrales beaucoup plus importantes, sans pour autant être amnésiques.

Dès lors, pour comprendre la raison de cette extraordinaire amnésie résultant de lésions si petites, il faut comprendre comment les corps mamillaires s'intègrent dans les circuits de la mémoire. On sait que la mémorisation des événements suit une séquence précise. Les informations entrent par une structure nommée hippocampe (en raison de sa forme enroulée évoquant un hippocampe), localisée sur la face interne des lobes temporaux. Toutes les informations perçues par le cerveau lors d'un événement sont adressées à l'hippocampe qui s'active alors selon une configuration neuronale caractéristique de l'événement, ce qui constitue une sorte de code de stockage et de rappel de l'événement. L'hippocampe est lui-même connecté au corps mamillaire, au thalamus puis au gyrus cingulaire (*voir la figure 1*), formant une boucle nommée « circuit de Papez », le neuroanatomiste américain James Papez ayant été le premier à la décrire.

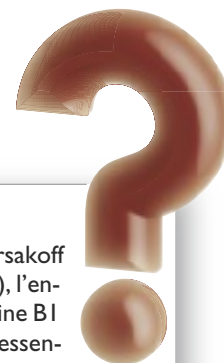
Chacun des éléments de ce circuit est indispensable à l'enregistrement des souvenirs à long terme. Toute forme de destruction de l'hippocampe, que ce soit par des infections, des traumatismes, des accidents vasculaires cérébraux, ou par la maladie d'Alzheimer, entraîne une amnésie sévère. Dans le syndrome de Korsakoff résultant d'une carence en thiamine, l'amnésie est identique, à cette différence près que l'hippocampe est intact : dans ce cas, les corps mamillaires, structures clés du circuit de Papez, sont détruits à cause du déficit en vitamine B1.

On ignore encore pourquoi une carence en vitamine B1 détruit les neurones des corps mamillaires et ceux d'autres structures cérébrales. La vitamine B1 est nécessaire au fonctionnement



Shutterstock / Cerveau & Psycho

2. Quand l'avenir est aussi insaisissable que l'eau. Le syndrome de Korsakoff empêche ses victimes de retenir la moindre information : les personnes qui en sont atteintes restent figées dans leur passé, dans un monde où tout s'est arrêté un jour devenu sans lendemain.



des neurones, mais pourquoi certaines de ces cellules meurent-elles en cas de carence et d'autres pas ? Cela reste à découvrir. Quoi qu'il en soit, les techniques actuelles d'imagerie cérébrale ont permis de montrer que la destruction des corps mamillaires empêche l'activation normale de l'hippocampe lorsqu'il s'agit de former de nouveaux souvenirs.

Que se passe-t-il chez une personne dont les corps mamillaires ont été détruits ? Elle reste capable de percevoir l'instant présent grâce aux zones cérébrales qui fonctionnent indépendamment du circuit de Papez, mais cet instant présent est en permanence balayé par les sensations qui se succèdent : les zones sensorielles ne peuvent pas garder longtemps en mémoire le contenu des sensations et, en l'absence du circuit de Papez, elles ne s'inscrivent pas dans l'histoire à long terme de l'individu. Elles s'effacent automatiquement après quelques instants... Ainsi, toute lésion en un point quelconque du circuit de Papez est susceptible d'entraîner un syndrome de type Korsakoff.

Les patients atteints de syndrome de Korsakoff oublient tout. C'est du moins l'impression qu'ils donnent, car à y regarder de plus près, on s'aperçoit que ce n'est pas tout à fait exact. Ils se souviennent parfaitement de leur nom, de celui de leurs parents, de ce qu'est un chien, un tracteur, de la manière dont on manipule une fourchette, comment on conduit une voiture. C'est dire que le circuit de Papez n'intervient que dans une seule variété de mémoire, la mémoire épisodique, ou mémoire des événements vécus, ceux qui concernent directement le sujet et s'inscrivent dans le temps et dans l'espace.

Savoir faire du vélo ne s'oublie pas

Les connaissances sur le monde environnant, ou mémoire sémantique, ne sont pas touchées, et les patients reconnaissent le monde environnant et saisissent toujours le sens des mots. Car cette mémoire dépend d'autres régions cérébrales, situées notamment à la face externe des lobes temporaux. Il semble que les informations de nature sémantique n'aient pas besoin de la complexe boucle de Papez pour être préservées. Elles sont notamment détachées de tout contexte spatio-temporel. C'est aussi le cas de la mémoire procédurale, qui permet par exemple d'apprendre à faire du vélo : elle est également détachée de tout contexte spatio-temporel, et c'est pourquoi les patients atteints du syndrome de Korsakoff n'oublient pas certaines pratiques, telles que le ski, la conduite, jouer d'un instrument de musique. La mémoire procédurale met en jeu des structures des régions profondes du cerveau connectées à des aires motrices, tels la substance noire, le noyau caudé ou le noyau lenticulaire, qui commandent les apprentissages moteurs. Ni la mémoire procédurale, ni la mémoire sémantique ne sont associées à un moment donné dans le temps ou à un lieu particulier. On sait ainsi faire du vélo sans avoir besoin de se souvenir à quelle date précise et où on a appris à le faire.

Le syndrome de Korsakoff, aussi regrettable soit-il pour les patients qui en sont affectés, a été la source de grands progrès dans nos connais-

Le saviez-vous ?

En Australie, où la fréquence des syndromes de Korsakoff était jadis la plus élevée (à cause de l'alcoolisme à la bière), l'enrichissement obligatoire de la farine industrielle en vitamine B1 a fait diminuer ce nombre de moitié. Cette vitamine est essentielle au fonctionnement des neurones, et plus particulièrement des neurones des corps mamillaires, vitaux pour la création de souvenirs de vie.

sances sur la mémoire humaine, en mettant en lumière le fait que celle-ci se constitue de divers composants, auxquelles plusieurs régions cérébrales sont dévolues.

Un des points les plus fascinants du syndrome de Korsakoff est la capacité pour les patients, malgré leur oubli immédiat, d'apprendre des comportements nouveaux. Dans le domaine procédural, ils peuvent acquérir des compétences particulières comme la lecture et l'écriture en miroir, ou encore on peut leur enseigner à jouer au tennis. À chaque tentative, ils déclarent n'avoir jamais effectué cet exercice de leur vie, mais de jour en jour, leurs performances s'améliorent. Ils peuvent également apprendre à se repérer dans des espaces nouveaux. Ainsi un patient suivi par le médecin et psychologue suisse Édouard Claparède (1873-1940) était à l'asile depuis dix ans et parvenait à se rendre sans difficulté aux toilettes, tout en déclarant ne pas connaître les lieux : il avait appris le chemin pour y aller, mais ne pouvait se rappeler ni où ni quand. Chez une autre patiente, Claparède avait mis en évidence une sorte de mémoire émotionnelle au moyen d'une expérience curieuse. Un jour, il cacha une aiguille dans sa paume, puis serra la main d'une patiente et la piqua fortement. Plus tard, la patiente avait tout oublié de l'incident, mais refusait de serrer à nouveau la main du médecin : elle ne se souvenait pas de l'incident, mais avait intériorisé la douleur associée à la poignée de main de ce médecin.

De tels apprentissages, dans le domaine moteur, émotionnel spatial, ou encore verbal, ont tous la particularité de s'exercer dans le registre inconscient. Le patient dispose de certaines informations, de certaines compétences techniques, qu'il peut mettre en jeu de façon judicieuse, mais sans en prendre conscience. Au contraire, la mémoire épisodique, touchée dans le syndrome de Korsakoff, est avant tout une mémoire explicite, de celle dont on a conscience.

Toutefois, aussi intéressants soient-ils pour les neurosciences cognitives et la médecine, les patients atteints du syndrome de Korsakoff dans sa forme complète ne peuvent être guéris. Il n'existe à ce jour aucun moyen de rendre fonctionnelles les formations hippocampiques de ces patients. Monsieur F. n'échappera pas à ce triste sort et restera amnésique jusqu'à la fin de ses jours. Il ne pourra plus vivre hors d'un centre spécialisé, aura toujours 42 ans dans sa tête et gardera l'impression, en faisant à chaque instant les mêmes gestes dans les mêmes lieux, de vivre quelque part au milieu de l'été 1999...

Bibliographie

- M. CAULO et al., *Functional MRI study of diencephalic amnesia in Wernicke-Korsakoff syndrome*, in *Brain*, vol. 128, pp. 1584-1594, 2005.
- P. VERSTICHEL, *Syndrome amnésique de Korsakoff*, in *La Presse Médicale*, vol. 30, pp. 1670-1676, 2000.
- O. SACKS, *Le marin perdu*, in *L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau*, Éditions du Seuil, 1998.

Patrick VERSTICHEL
est neurologue au Centre hospitalier intercommunal de Créteil.

L'homme au cerveau creux

Jean PELLETIER

Peut-on vivre sans cerveau ? Certainement pas, mais il est des cas où le cerveau se trouve réduit à peau de chagrin. Récemment, on a découvert un homme dont le crâne est presque entièrement rempli d'eau. Jean Pelletier, neurologue à l'Hôpital de la Timone, à Marseille, l'a examiné et nous fait part de ses réflexions.

Cerveau & Psycho : Vous avez examiné dans votre Service un homme doté d'une étrange particularité : sa boîte crânienne est pratiquement vide. Ce patient vit-il normalement ?

Jean Pelletier : Tout à fait normalement. Il a consulté pour une petite douleur à la jambe qui faisait penser à une sciatique. Cet homme de 44 ans exerce un emploi dans l'administration, il est marié, a deux enfants, et ne présente aucun trouble neurologique. Nous aurions aussi bien pu ne jamais savoir qu'il avait le cerveau presque vide !

C & P : Comment avez-vous découvert sa particularité ?

Jean Pelletier : J'ai découvert qu'il prenait des comprimés de gardénaï, un barbiturique utilisé dans le traitement de l'anxiété, et en approfondissant l'entretien, il s'est avéré qu'il en prenait depuis qu'il était tout petit. Nous avons appris que cette prescription médicale était initialement liée au traitement d'une hydrocéphalie : petit garçon, il souffrait d'une accumulation de liquide céphalorachidien (le liquide qui baigne le cerveau et la moelle épinière) dans le cerveau. Dans pareil cas, quelle que soit la cause, le liquide s'accumule dans des cavités nommées ventri-

cules, et peut comprimer les tissus cérébraux. L'hydrocéphalie est soit d'origine congénitale soit due à des kystes qui obstruent des canaux dans les méninges... On traite ce genre de pathologie en permettant l'évacuation du liquide du cerveau vers une autre partie du corps. Chez ce garçon, on avait implanté un tube qui reliait l'intérieur du cerveau au péritoine, une membrane située sous la peau et qui tapisse l'abdomen. Ainsi, le liquide céphalorachidien s'écoulait du cerveau dans l'abdomen, d'où il était aisément éliminé.

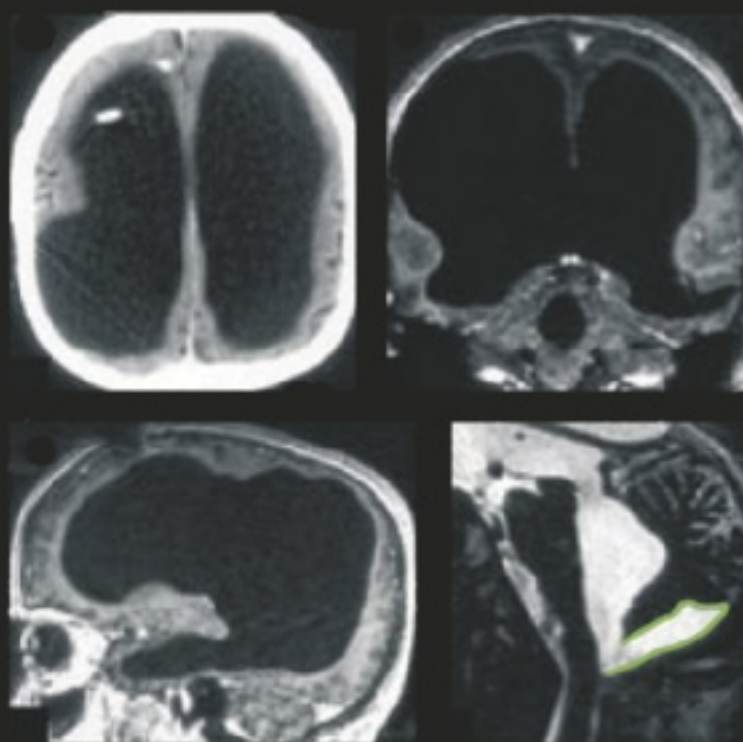
C & P : Dans ce cas, l'hydrocéphalie a-t-elle continué à se développer ?

Jean Pelletier : À l'âge de 14 ans, il a fallu remplacer le tuyau qui devenait trop court. Mais le tuyau de remplacement s'est apparemment bouché. Le patient ne s'est rendu compte de rien, mais le liquide céphalorachidien s'est accumulé dans sa tête pendant 30 ans. Imperceptiblement, il a rempli presque tout le volume du cerveau, si bien que la matière grise et les autres structures cérébrales ont été repoussées contre les parois du crâne. Lorsque j'ai appris son passé médical, je lui ai naturellement conseillé de passer un scanner, et c'est alors que nous avons découvert ce spectacle peu commun : un cerveau réduit

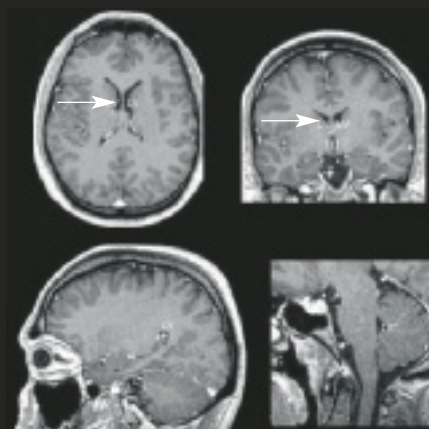
à une bande de quelques centimètres d'épaisseur, contre la paroi crânienne. Et malgré cela, notre patient vit normalement, exerce son métier comme n'importe qui, se déplace sans problèmes et ne rencontre pas de handicap notable dans sa vie.

C & P : Devant de tels clichés, on a du mal à croire que cela soit possible. On sait par exemple que des structures situées au centre du cerveau, les noyaux gris centraux, sont indispensables à la coordination des mouvements. Or on a l'impression que ces structures ont disparu...

Jean Pelletier : Elles se sont probablement aplaties, comme le reste du tissu cérébral, contre la périphérie. Les circuits permettant la synchronisation des mouvements ont simplement changé de forme, dans une proportion extrême, mais les connexions existent toujours. Cela confirme que le cerveau a une incroyable plasticité, à condition que les changements interviennent de façon très lente, quasi imperceptible. Par exemple, le thalamus, qui est indispensable pour relayer les informations des yeux vers le cortex afin que nous puissions avoir conscience de ce que nous voyons, semble s'être volatilisé. Mais, en réalité, il doit lui aussi être « aplati » contre la paroi crânienne.



L. Feuillet, H. Ducour et J. Pelletier, Brain of a white collar worker, in The Lancet, vol. 370, p. 362, 2007



Les clichés obtenus par IRM chez le patient examiné à l'Hôpital de la Timone, à Marseille, ont révélé que les ventricules sont remplis de liquide céphalorachidien (les cavités noires centrales sur les clichés ci-contre). Par comparaison, on présente (ci-dessus) des clichés normaux obtenus dans des plans comparables : on constate que la taille des ventricules (flèches) est très réduite.

Même si le cerveau a diminué de volume, les connexions indispensables au fonctionnement de la vision (et aux autres fonctions) sont toujours performantes. On pourrait tenir ce raisonnement avec toutes les structures centrales du cerveau, comme l'amygdale cérébrale, qui permet de ressentir de la peur : notre patient est toujours capable de savoir ce qu'est la peur, et son amygdale a dû, elle aussi, « migrer » vers la périphérie.

C & P : Normalement, les deux hémisphères du cerveau sont reliés par des connexions centrales qui forment ce que l'on nomme le corps calleux : n'y en a-t-il plus aucune trace ?

Jean Pelletier : Chez ce patient, le corps calleux a de toute évidence été repoussé vers le sommet du crâne, où il ne se distingue pas clairement de la bande de tissu cérébral qui fait le tour de la boîte crânienne. Mais il est certain que le patient ne se comporte pas comme une personne dont le corps calleux a été sectionné. Ses gestes sont coordonnés, et il est évident que ses deux hémisphères cérébraux communiquent. En fait, tout fonctionne normalement chez cette personne, si ce n'est qu'elle a un quotient intellectuel légèrement inférieur à la moyenne. Ce détail est intéressant : cela semble signifier que le cerveau ne peut tout de même pas être réduit indéfiniment et qu'en deçà d'un certain volume

de substance grise, même si les changements se font très progressivement, la capacité des neurones s'en ressent.

C & P : C'est donc la lenteur de l'évolution de la maladie, qui a permis au cerveau de s'adapter. Connaît-on les mécanismes de cette plasticité cérébrale ?

Jean Pelletier : Les neurones sont en perpétuel remaniement, autant pour former de nouvelles synapses que pour migrer vers des cibles distantes dans le cerveau. Des cellules d'adhésion et des facteurs neurotrophiques font du neurone une entité qui, de toute évidence, est capable de changer de structure et d'émettre des prolongements pour s'insérer au mieux dans leur environnement. Il est vrai que dans le cas de ce patient, les contorsions qu'ont dû subir notamment les axones des neurones connectant les zones les plus éloignées du cerveau sont impressionnantes. Mais ce processus a ses limites, et il semble qu'elles aient été en partie atteintes chez ce patient.

En effet, le seul domaine où il présente quelques difficultés est celui des tests d'intelligence classique qui demandent notamment de mettre en œuvre ce qu'on nomme la mémoire de travail. Cette dernière nécessite des connexions très rapides entre des zones cérébrales éloignées les unes des autres, un aspect qui est remis en question par sa configuration cérébrale très particulière. Notam-

ment, il faut des connexions bien organisées entre les noyaux gris centraux et le cortex préfrontal, et elles sont vraisemblablement limitées ici.

C & P : Que pourra nous apprendre, sur le fonctionnement du cerveau, le cas de cette personne ?

Jean Pelletier : Il faudrait pouvoir faire d'autres types d'examen, notamment de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, qui permettrait de voir quels sont les territoires fonctionnels de son cortex : quelle zone s'active chez lui lorsqu'il parle, lorsqu'il manipule des objets ou résout des tâches mentales. On peut s'attendre à ce que les aires cérébrales se soient considérablement réorganisées, car la géométrie d'ensemble du cerveau a dû s'adapter à cette contrainte. Dans quelle mesure une aire du langage peut-elle se déplacer vers l'avant ou vers l'arrière ? Même question pour les aires motrices, ou somatosensorielles... Malheureusement, l'examen de ce patient en imagerie cérébrale fonctionnelle est très difficile étant donné la présence d'une importante quantité de liquide céphalorachidien qui perturbe les mesures. D'autres techniques permettant de visualiser les faisceaux de substance blanche, qui relient les différentes aires du cerveau, pourraient aussi permettre de comprendre comment la connectivité de cet encéphale a survécu à un tel bouleversement. ◆

L'art, les connaissances techniques, les coutumes sociales.

Chaque culture a de multiples facettes. Mais de telles pratiques culturelles sont-elles le propre de l'homme ?

Non, cette « spécificité » n'en serait pas une, et de nombreux singes semblent bien en être dotés.

Culture et traditions chez le singe

Klaus WILHELM

Depuis le début de la matinée, un groupe de singes capucins se déplace le long de la rivière. C'est la fin de la saison sèche, les sources du parc national Lomas Barbudal dans le Nord du Costa Rica s'assèchent sous le soleil ardent. La plupart des arbres ont perdu leurs feuilles, la forêt paraît étrangement dépouillée. Il faut s'approcher du fleuve pour trouver encore quelque verdure et c'est là que les singes capucins (*Cebus capucinus*) sont venus se ravitailler. Ces singes, nommés d'après les moines de cet ordre catholique ancien, sont très répandus en Amérique Centrale.

Les animaux cherchent sans cesse de la nourriture. Ils ne se reposent que pendant les fortes chaleurs de la mi-journée. Mais on assiste alors à un étrange comportement de deux singes perchés sur un arbre : un mâle et une femelle sont assis face à face, proches l'un de l'autre – détendus. Chacun tend une main vers l'autre, la pose sur sa tête, et chacun met un doigt dans le nez de l'autre.

Les animaux paraissent très concentrés, focalisés sur eux-mêmes ; ils respirent profondément, ferment les yeux. Presque comme s'ils étaient en transe, ils se balancent dans le vent léger. Ils restent presque 20 minutes dans cette position, puis s'appuient mutuellement sur les yeux avec leurs doigts.

Un spectacle étrange, mais selon Hannah Gilken-son, une jeune américaine de l'équipe de chercheurs de Susan Perry, du Département d'anthropologie de l'Université de Californie, à Los Angeles, ces comportements sont bien répertoriés.

Grâce à des années de recherches sur le terrain, ces biologistes et anthropologues ont découvert un des exemples les plus impressionnants, mais aussi les plus étranges, de traditions sociales. C'est

ainsi que les scientifiques appellent des comportements que des groupes d'animaux se transmettent par apprentissage social – donc par imitation –, car ils ne sont pas innés.

Ces comportements rappellent les nombreuses conventions sociales qui façonnent la vie des hommes et dont les différences d'expression sont attribuées à des différences culturelles. Certaines espèces d'animaux auraient donc développé, eux aussi, dans leur vie sociale une forme de précurseur de culture, de protoculture. Jusqu'à présent, les exemples se limitaient essentiellement à l'utilisation d'outils chez les chimpanzés. Mais la panoplie de tels comportements semble être bien plus large : des études récentes ont montré que d'autres espèces se transmettent la capacité d'utiliser des outils par imitation – parfois même sans avantage évolutif manifeste, apparemment juste pour le plaisir. Même les dauphins utilisent des éponges comme « outils » pour chercher de la nourriture ; et là aussi, tout indique que cette tradition culturelle se transmet de dauphin à dauphin.

Sans aller jusqu'à la Joconde

Qu'est-ce que la culture ? Pour être un être culturel faut-il être capable de peindre la Joconde, de composer des symphonies ou de marcher sur la Lune ? Si tel est le cas, seul l'homme est un être doué de culture. Pourtant, la plupart des biologistes et des anthropologues élargissent cette définition. Le biologiste Michael Krützen, de l'Université de Zurich, propose un plus petit dénominateur commun : « Les comportements culturels sont socialement appris et sont donc transmis à l'intérieur d'une population ». En effet, l'imitation – le fait de

copier une séquence comportementale – est considérée comme le premier critère. Cependant, sur le terrain, il est souvent difficile de distinguer l'apprentissage social de l'apprentissage individuel, dans lequel un animal « invente » quelque chose.

De plus, différentes populations de la même espèce qui vivent dans des environnements légèrement différents – l'une, par exemple, dans la forêt tropicale, l'autre dans une forêt sèche – développent parfois des comportements différents, dont l'origine n'est pas culturelle, mais écologique. Et enfin, un comportement rare peut avoir une origine génétique. Il est donc important de bien cerner ce qui peut être génétique de ce qui ne l'est pas.

Exclure les facteurs héréditaires est une tâche ardue dans les études de terrain, comme peut en témoigner S. Perry. Son équipe a observé presque

quotidiennement une demi-douzaine de groupes de singes capucins pendant 15 ans – ce qui représente au total 35 000 heures. Les chercheurs connaissent la plupart des animaux dès leur naissance et peuvent comparer les profils comportementaux des différents groupes dans leurs environnements. Seul ce type d'étude extensive livre des conclusions fiables sur la vie sociale des singes.

Dans le parc naturel de Lomas-Barbudal, un singe capucin, que les scientifiques ont nommé Fonz, est le leader d'un groupe de presque 40 individus comprenant six jeunes mâles, neuf femelles et leur progéniture. « Cette structure sociale offre une multitude de possibilités pour la compétition et la politique », explique S. Perry, « pas seulement dans la lutte pour la position de chef. » Les femelles aussi s'organisent de façon hiérarchique. Les

I. Les capucins du Costa Rica présentent différents comportements culturels – entre autres se « renifler les mains ».

Au cours de ce rituel, les singes se mettent mutuellement le doigt dans le nez. Ils renforcent ainsi leurs liens sociaux.



ententes changeantes sont monnaie courante chez les singes capucins – comme chez les humains.

Il ne faut pas sous-estimer l'intelligence de ces petits primates, qui mesurent à peine 50 centimètres. Ils sont, parmi les singes, y compris les chimpanzés, les gorilles et les orangs-outans, ceux qui possèdent le cerveau le plus gros par rapport à leur poids corporel. Et ils ne sont pas timorés non plus. Leur tempérament est souvent bouillonnant, selon S. Perry. Ils n'attaquent pas seulement les animaux de leur propre espèce, mais, dans le doute, n'importe quel animal – y compris des pumas ou des boas. Selon le groupe, les conventions sociales se maintiennent durant des années, puis elles disparaissent, par exemple quand ceux qui détiennent la culture meurent ou quittent leur groupe. Selon S. Perry, c'est un argument fort pour affirmer que ces comportements ne dépendent pas de facteurs génétiques. Ce n'est pas la seule raison pour laquelle S. Perry est presque sûre que sentir les mains et s'essuyer les yeux sont des comportements culturels. En fait, selon ses études, les singes capucins sont capables d'imiter le comportement de leurs congénères – même s'il leur faut beaucoup de temps pour que l'imitation soit parfaite.

Les traditions sociales des singes capucins ne sont pas sans danger – essayer les yeux d'un autre, par exemple, comporte un certain risque de le blesser. S. Perry pense que les animaux testent ainsi leurs liens mutuels. « Le premier animal d'une paire exerce un certain stress sur le second », explique-t-elle, « et évalue comment réagit le partenaire. » À travers ce rituel, les singes évaluent donc la pression maximale qu'ils peuvent exercer sans blesser autrui. Quand un partenaire réagit prudemment, on pourra compter sur lui dans les conflits à venir. Au contraire, s'il se montre récalcitrant ou même agressif, il se révélera probablement un compagnon peu fiable.

Ce savoir est particulièrement important pour les mâles capucins, parce qu'ils quittent leur groupe dès qu'ils sont adultes. Souvent, la tentative d'entrer dans un nouveau groupe se termine par la mort parce que les mâles du nouveau groupe n'ap-

précient pas de voir arriver un nouveau compétiteur. Il est donc avantageux de réunir autant d'alliés que possible. Les tout jeunes capucins s'exercent à constituer des coalitions, comme l'observent quotidiennement les chercheurs de la réserve de Lomus Barbudal : par exemple, trois singes adolescents jouent ensemble, se bagarrent de façon anodine. Mais subitement les choses deviennent sérieuses : deux animaux s'allient contre le troisième et le frappent sans ménagement.

« Il faut être habile et intelligent pour conclure des alliances, parce qu'il faut motiver suffisamment les congénères pour qu'ils acceptent de partager un risque », souligne l'anthropologue Joseph Manson qui participe également au projet. En outre, un singe doit s'assurer que le prétendu allié n'abandonnera pas la partie au moment critique. Les capucins disposent d'un répertoire élaboré de signaux pour tester ces liens. Les plus remarquables sont, selon J. Manson, les traditions sociales : ces primates ont développé des relations visant à renforcer la confiance. C'est bien sûr aussi le cas chez l'homme.

Tendres preuves de confiance

Chez les chimpanzés, qui sont étudiés depuis bien plus longtemps que les singes capucins, on a réussi à observer de tels comportements transmis par la culture. Par exemple, ils se tiennent la main au cours de l'épouillage. Deux animaux assis à proximité l'un de l'autre se prennent par la main et maintiennent leurs bras au-dessus de leur tête pendant plusieurs minutes, pendant qu'ils se gratent mutuellement la fourrure avec l'autre main. Ce comportement a initialement été découvert chez les chimpanzés du parc Mahale, au bord du lac Tanganyika, en Afrique de l'Est, mais il n'apparaît pas chez toutes les populations sauvages étudiées – on l'observe parfois aussi en captivité, comme dans le Centre Yerkes de primatologie, à Atlanta.

C'est là qu'en 2006 Frans de Waal et sa collaboratrice Kristin Bonnie ont analysé pour la première fois la façon dont un comportement se répand petit à petit dans un groupe – une observation quasi-

L'âge de pierre des singes

Les chimpanzés utilisent de nombreux outils, pour se gratter, attraper des insectes ou casser des noix. Ainsi dans le parc Taï, l'une des dernières forêts vierges de la Côte d'Ivoire dans l'Ouest de l'Afrique, les animaux utilisent des marteaux de pierre. Depuis longtemps, les chercheurs se demandaient s'ils avaient copié ce comportement en observant des hommes. Julio Mercader, de l'Université de Calgary, et Christophe Boesch, de l'Institut Max Planck d'anthropologie évolutive à Leipzig, pensent que non. Récemment, ils ont daté les outils en pierre trouvés à cet endroit, et conclu qu'ils avaient 4 300 ans. Les chercheurs ont identifié des restes microscopiques des noix que les chimpanzés aiment manger sur des pierres ressemblant à des marteaux. Puisque les pierres auraient été trop grosses pour les mains des êtres humains et parce que la région Taï n'était pas habitée par l'homme il y a 4 300 ans, ils en ont déduit que ce sont des chimpanzés qui ont utilisé ces outils. Ainsi, les animaux vivant dans cette région auraient transmis cette technique culturelle depuis plus de 200 générations. L'âge de pierre des singes ?



Un chimpanzé casse une noix avec une pierre lourde. Les animaux utilisent cette technique depuis plus de 4 000 ans.

ment impossible à réaliser dans la jungle. À Atlanta, c'est la femelle Georgia qui a fondé la tradition du « se tenir par la main ». Cet élément culturel s'est rapidement répandu, surtout chez les jeunes animaux qui s'épouillaient mutuellement souvent et étaient donc bien intentionnés les uns envers les autres. « Les soins mutuels et la proximité sociale jouent un rôle important dans la transmission des traditions », souligne K. Bonnie. Se tenir la main est donc peut-être même un signe d'amitié.

Selon F. de Waal, la violence et l'agression ont aussi une composante culturelle. Il fait référence à une vaste étude de babouins verts (*Papio anubis*), publiée en 2004. Comme les capucins, ces singes sont considérés comme assez brutaux : les forts dominent les faibles. Les mâles se battent jusqu'au sang – parfois jusqu'à la mort – pour les femelles et le rang social. L'agression de ces animaux était jusqu'alors considérée comme un comportement typique de l'espèce.

Les biologistes Lisa Share et Robert Sapolsky, de l'Université Stanford, ont été d'autant plus étonnés de découvrir au Kenya une population de babouins, où régnait un pacifisme extraordinaire. Cette évolution vers une société pacifique a été déclenchée par une épidémie de tuberculose qui a tué les mâles belliqueux. La tradition de tendresse s'est maintenue y compris lorsque de nouveaux mâles se sont joints au groupe, bien qu'ils aient tous été originaires de groupes de babouins agressifs.

Selon L. Share et R. Sapolsky, les femelles restées dans le groupe ont déterminé le comportement du groupe en n'adoptant que des comportements pacifiques. Les chercheurs ont effectivement observé ces comportements de respect et de prudence envers les mâles ayant nouvellement rejoint le groupe. De toute évidence, l'histoire spécifique des différents groupes peut influencer notablement sur les interactions sociales dans le règne animal, comme c'est le cas dans les sociétés humaines. « Le comportement social que nous observons en liberté pourrait être un produit de la culture », dit F. de Waal. « Et cela signifie que même les primates les plus féroces ne vont pas forcément le rester toujours. »

Par ailleurs, en Tanzanie, de jeunes chimpanzés semblent maintenant utiliser des inventions culturelles pour leur plaisir et leur amusement. De nombreuses populations de chimpanzés vivant en liberté utilisent parfois des outils pour boire et transmettent cette tradition par imitation. Les animaux du parc Mahale, qui ont été étudiés attentivement par des scientifiques japonais depuis 40 ans, y avaient renoncé jusqu'à récemment. Mais entre 1999 et 2004, 13 jeunes et adolescents chimpanzés ont instauré, 42 fois au total, une nouvelle tradition pour boire. D'une part, ils commencent par tremper des bâtons dans un trou d'eau et lèchent ensuite ces petites branches ; et, d'autre part, les jeunes singes ramassent des feuilles trempées et les sucent – un comportement jamais observé auparavant à Mahale. Or l'utilisation d'outils était tout simplement inutile ! C'était la saison des pluies, les rivières regorgeaient d'eau et les animaux adultes buvaient comme d'habitude – simplement en se penchant vers l'eau et en l'aspirant. « Le comportement des jeunes animaux donnait souvent l'impression d'être un jeu », explique Takahisa Matsusaka,

de l'Université de Kyoto. Les chimpanzés adultes ont ignoré les caprices des jeunes, tandis que les jeunes ont observé avec curiosité les agissements de leurs congénères.

Contrairement à ce cas particulier, les outils sont généralement utiles. Ainsi, les communautés de chimpanzés du parc Taï, en Côte d'Ivoire, cassent des noix à coquille dure en utilisant un marteau et une enclume faits de pierre ou de bois. Le couple de primatologues suisses Christophe et Hedwige Boesch ont observé dans les années 1980 que les marteaux en pierre, qui sont rares, sont parfois traînés sur plus d'un demi-kilomètre vers des arbres sous lesquels s'installent de véritables ateliers.

Au contraire, les chimpanzés d'Afrique de l'Est ne cassent pas de noix. Quant aux animaux du parc Gombe près du lac Victoria, ils utilisent de longs bâtons pour pêcher des termites. Ce comportement aussi semble être transmis par la culture.

Nouvelle technique : la chasse au javelot

Les chimpanzés ne construisent pas seulement des outils pour la vie domestique. Ils ne reculent pas devant l'utilisation de la technique pour produire des armes. Jill Pruetz, de l'Université de l'État d'Iowa, ainsi que Ames et Paco Bertolani, de l'Université de Cambridge, ont rapporté en mars 2007 que, dans la savane Fongoli au Sénégal, les chimpanzés de l'espèce *Pan troglodytes* versus bricolent des javelots pointus pour la chasse. Pour cela, ils cassent d'abord une branche, la dénudent et aiguisent la pointe avec leurs dents. Ainsi équipés, les animaux se mettent à la recherche d'anfractuosités où dorment les galagos du Sénégal, de petits primates. Quand ils en ont repéré une, ils piquent avec leurs armes dans le trou. Après avoir frappé, ils retirent leurs lances, les lèchent ou les reniflent pour déterminer s'ils ont atteint une victime. Les chasseurs passent alors leur main dans le trou pour saisir leur proie. Ce sont surtout les femelles qui semblent chasser à l'aide de ces armes – mais avec un succès modéré : selon les observations, seul un essai sur 22 réussit.



2. Les armes de la chasseuse.

Les femelles chimpanzés du Sénégal comme Tia (à gauche) chassent avec des armes. Elles fabriquent des javelots avec des branches (ci-dessus). Elles s'en servent pour surprendre les galagos dans leur sommeil.



La femelle gorille Leah utilise une branche pour sonder le fond d'une mare.

Grands, forts... et malins : les gorilles utilisent des outils

Une équipe de scientifiques observe depuis plus de dix ans les gorilles des forêts marécageuses du Nord du Congo. Ces animaux ne sont pas considérés comme des experts de la technique : jusqu'à présent, parmi les grands singes vivant en liberté, seuls les chimpanzés et les orangs-outans semblaient utiliser des outils. Mais en 2005, Thomas Breuer, de l'Institut Max Planck d'anthropologie évolutive à Leipzig, a, pour la première fois, observé des gorilles en liberté utiliser des outils – et ceci de deux façons.

D'abord, la femelle Leah a essayé de traverser un trou d'eau. Après quelques mètres, elle avait déjà de l'eau jusqu'à la taille. Elle a rapidement rebroussé chemin, ramassé une longue branche – et a sondé la profondeur du trou d'eau à mesure qu'elle avançait. Elle a ainsi progressé de plusieurs mètres tout en gardant le buste hors de l'eau.

Dans le deuxième exemple, T. Breuer a surpris la femelle Efi qui se stabilisait à l'aide d'une grosse branche alors qu'elle cueillait des herbes. Plus tard, elle a même utilisé sa branche comme pont mobile, afin de traverser une petite zone de terrain boueux.

En 1999, des scientifiques du groupe de Jane Goodall – dont les observations sur les chimpanzés lui ont valu une renommée mondiale dans les années 1960 – ont répertorié en tout chez les chimpanzés 39 comportements transmis par la culture. Tout comme nous parlons chez les humains d'un cercle culturel japonais ou français, nous pourrions classer les profils de traditions des singes dans une culture gomme de l'Afrique de l'Est ou une culture taï de l'Afrique de l'Ouest.

Les biologistes écossais Andrew Whiten et Victoria Horner, de l'Université de St Andrews, en collaboration avec F. de Waal, ont montré pour la première fois en 2005 comment une culture peut s'imposer sélectivement dans un groupe de chimpanzés en captivité. Les animaux préfèrent copier les savoir-faire de leurs congénères, plutôt que d'essayer quoi que ce soit de nouveau par eux-mêmes. Pour leurs expériences, les chercheurs avaient séparé les chimpanzés en trois groupes. Ils devaient, à l'aide d'un bâton, retirer une friandise d'un tuyau fermé par un bouchon.

Les chercheurs ont choisi la femelle Erika dans le premier groupe, et lui ont appris à pousser le bouchon jusqu'au bout du tuyau pour que l'aliment tombe. La femelle Georgia, représentante du deuxième groupe, avait appris à extraire le bouchon du tuyau à l'aide d'un crochet, de sorte que l'appât lui tombait directement devant les pieds. Puis on laissait le premier groupe seul avec Erika, le second avec Georgia. Après deux mois, les congénères avaient appris la technique des deux expertes. Les animaux du troisième groupe, sans enseignante, échouaient systématiquement. Les chercheurs considèrent que cela prouve que les chimpanzés imitent leurs congénères et établissent ainsi des traditions culturelles.

Passons l'éponge !

Une découverte faite par hasard dans les années 1990, au large de la côte Ouest australienne, a montré de façon impressionnante que même les dauphins peuvent transmettre certains comportements par des mécanismes culturels. Un pêcheur avait raconté aux biologistes de la station scientifique *Shark Bay* qu'il avait vu un dauphin avec une grosse tumeur sur le museau et leur avait dit d'aller examiner le phénomène de près.

Et en effet, l'animal, qui était bien connu des chercheurs, semblait avoir une croissance tumorale sur le nez. Mais la supposée tumeur disparaissait lorsque le dauphin refaisait surface après une plongée pour chercher de la nourriture – et lorsqu'il remontait la fois suivante, elle était à nouveau là.

L'animal n'était pas du tout malade. Il portait une éponge de mer, sur son museau, enfilée comme un gant ! D'autres exemples de ce type avaient déjà été observés à *Shark Bay* : à peu près 40 des quelque 800 animaux suivis utilisaient de telles éponges. M. Krützen suppose que l'éponge protège vraisemblablement les dauphins des épines des oursins lorsqu'ils fouillent le fond de la mer, à une quinzaine de mètres de profondeur, pour chercher de la nourriture.

Est-ce un comportement culturel fondé sur l'apprentissage social ? Ou cette utilisation curieuse d'outils par ces mammifères est-elle déterminée par des circonstances environnementales particulières ? Selon M. Krützen, cette dernière hypothèse est probablement fautive, parce que seule une fraction des dauphins de la région utilise cet outil spongieux. En effet, la plupart des animaux cherchent leur nourriture sans se protéger le nez.

En 2005, M. Krützen, généticien de formation, a examiné le patrimoine génétique des utilisateurs d'éponge. Un dimanche pluvieux à Sydney, alors qu'il jouait avec les données sur son ordinateur, il a subitement eu une révélation : presque tous les dauphins qui utilisaient des éponges étaient des femelles partageant d'étroits liens familiaux. M. Krützen souligne que cela ne signifie pas qu'il existe un gène de la « technique de l'éponge ». Mais il semble qu'une tradition familiale se soit établie, transmise par les femelles pendant plusieurs générations – tandis que les membres mâles de la communauté n'avaient simplement pas le temps de cultiver un tel patrimoine culturel, trop occupés par les obligations liées à la cour et à l'accouplement.

Toutes ces études montrent clairement que les frontières entre l'humain et l'animal deviennent de plus en plus floues. Bien sûr, aucun animal ne parlera jamais comme l'homme. Les animaux ne produiront pas non plus d'œuvres d'art, ne composeront pas de symphonies ou de chansons, et n'iront pas non plus conquérir l'espace. Mais dans le monde animal aussi, il existe les bases de ce qui caractérise l'homme – la culture. ◆

Bibliographie

Sur la trace de nos ancêtres, in *Dossier de Pour la Science*, n° 57, octobre-décembre 2007.

B. THIERRY, *La raison des singes*, in *Pour la Science*, n° 360, 2007.

A. WHITEN et C. BOESCH, *La culture des chimpanzés*, in *Pour la Science*, n° 281, 2001.

Klaus WILHELM est biologiste, à Berlin.

OËL



Jacques Cellard • Illustrations de Roland Sabatier

Connaître son propre nom n'est pas un grand exploit. En connaître la signification est une autre affaire. Même les plus transparents ont leurs secrets, ne serait-ce que leur histoire. Jacques Cellard met sa curiosité et son expérience au service de ce patrimoine national que constituent les noms de familles. Il en décrit les origines lointaines ; il en fait chatoyer la variété ; il les relie au souvenir des hommes remarquables qui les ont portés.

© 1983. 11.5 x 18.5 cm. 336 pages. ISBN 2-7011-0487-4. Prix : 12 euros

À retourner accompagné de votre règlement à :
Service Abonnements - Pour la Science
8 rue Férou - 75278 Paris Cedex 06

- ☐ **Oui, je m'abonne à Cerveau & Psycho : 1 an (6 n°s) et je reçois en cadeau le livre Trésors des noms de familles**
31,50€ au lieu de 41,40€ (prix de vente au numéro) Participation aux frais de port : 12 €/an pour l'Europe (hors France) et 25 € an pour les autres pays.
- ☐ **J'accepte de recevoir par email des informations de Cerveau & Psycho**
- ☐ **J'accepte de recevoir par email des informations des partenaires commerciaux de Cerveau & Psycho**

Nom, prénom : _____

Adresse : _____

Ville : _____

Code postal : _____ Pays : _____

Téléphone* : _____

E-mail* : _____

Date de naissance* : _____

- ☐ Chèque à l'ordre de **Pour la Science**
- ☐ Carte bancaire

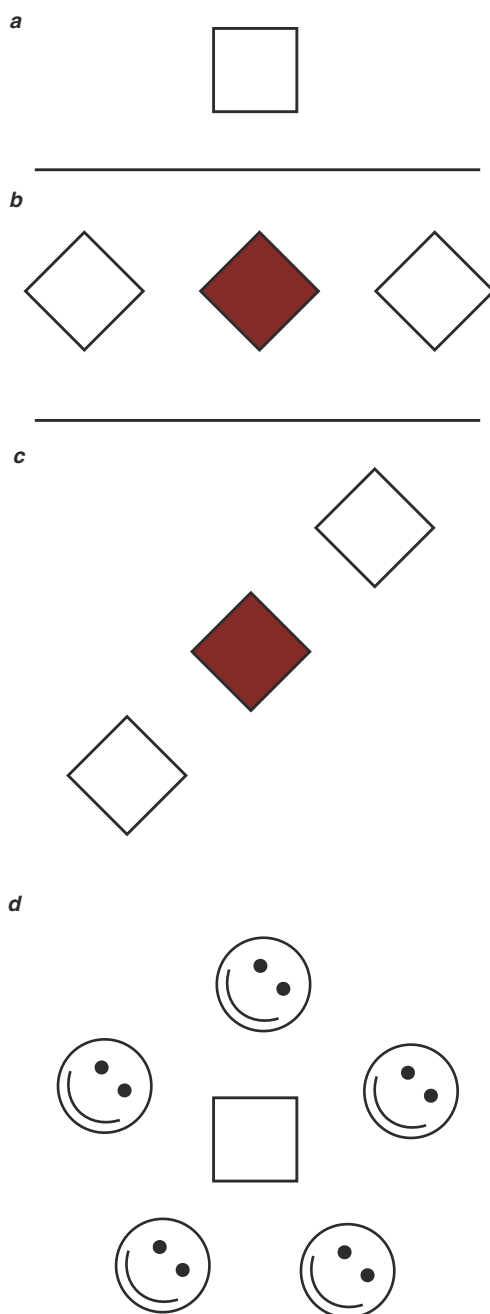
Age Group	Percentage
18-24	100
25-34	90
35-44	80
45-54	70
55-64	60
65-74	50
75-84	40
85-94	30
95+	20

Signature obligatoire

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-contre sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès de *Pour la Science*. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres organismes. En cas de refus de votre part, il vous suffit de nous prévenir par simple courrier.

De l'importance de voir à l'endroit

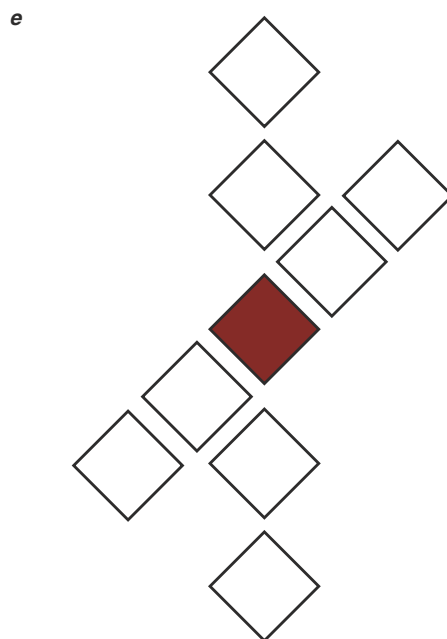
Vilayanur RAMACHANDRAN et Diane ROGERS-RAMACHANDRAN



La lentille de votre œil projette une image inversée sur votre rétine (le tissu localisé au fond de l'œil et qui reçoit les entrées visuelles), mais vous voyez quand même le monde à l'endroit. C'est une erreur de penser, comme le font nombre de gens, que l'image inversée dans le globe oculaire est retournée quelque part dans le cerveau, de sorte qu'elle a l'air à l'endroit. Il ne se produit aucune rotation de ce type, parce qu'il n'y a pas de copie de l'image rétinienne dans le cerveau – seulement des configurations de décharges nerveuses qui codent l'image de telle sorte qu'elle est perçue correctement ; le cerveau ne retourne pas les impulsions nerveuses.

Même en laissant de côté cette erreur classique, la question de la vision à l'endroit est beaucoup plus complexe qu'on ne peut l'imaginer, ce que montra Irvin Rock, de l'Université Rutgers, dans les années 1970.

Testons cette complexité au moyen de quelques expériences simples. Commencez par incliner la tête de 90 degrés tout en regardant les objets qui encombrant la pièce dans laquelle vous êtes. De



toute évidence, les objets (tables, chaises, personnes) continuent à vous paraître à l'endroit – ils ne semblent pas s'être brusquement inclinés.

Maintenant, imaginons que vous renversiez une table de telle sorte qu'elle soit posée sur le côté. Vous verrez qu'elle a effectivement l'air d'avoir subi une rotation, comme il se doit. Nous savons que la perception correcte de la table à l'endroit ne dépend pas d'une forme de « mémoire » de la position habituelle des objets (par exemple de la table) ; cet effet fonctionne tout aussi bien pour les sculptures abstraites exposées dans une galerie d'art. La réponse n'est pas non plus dans le contexte : si une table lumineuse était placée dans une pièce entièrement sombre et que l'on incline la tête tout en la regardant, la table continue de paraître à l'endroit.

Le cerveau sait quelle est la bonne position grâce aux informations envoyées aux aires visuelles par le système vestibulaire (dont les signaux signalent le degré de rotation de la tête), localisé dans l'oreille interne ; en d'autres termes, le cerveau tient compte de la rotation de la tête lorsqu'il interprète l'orientation de la table. L'expression « tient compte de » est bien plus exacte que « tourne » l'image inclinée de la table. Il n'y a pas dans le cerveau d'image « à tourner » – et même s'il y en avait une, qui serait le « petit bonhomme » dans la tête qui regarde l'image tournée ? Dans la suite de cet article, nous dirons « réinterprète » ou « corrige » plutôt que « tourne ». Ces termes ne sont pas tout à fait exacts, mais ils sont acceptables.

Quand le carré devient losange

Toutefois, la correction vestibulaire a ses limites. Par exemple, un texte imprimé inversé est extrêmement difficile à lire. Pour vous en convaincre, il vous suffit de retourner le magazine que vous avez en main. Maintenant, en reprenant le magazine à l'endroit, essayez de vous pencher et de le regarder entre vos jambes – de sorte que c'est votre tête qui est à l'envers. La page continue à être difficile à lire, alors que les signaux envoyés par le système vestibulaire vous informent sans ambiguïté que la page et le texte sont à l'endroit par rapport à la référence environnementale usuelle. D'un point de vue perceptif, les lettres sont trop complexes et leur grain est trop fin pour que l'aide apportée par le système vestibulaire permette la lecture, même si l'orientation globale de la page est corrigée pour paraître à l'endroit.

Examinons ces phénomènes de plus près. Observez le carré en *a*. Tournez le physiquement de 45 degrés, et vous voyez un losange. Mais si vous tournez votre tête de 45 degrés, le carré ressemble de nouveau à un carré – bien que ce soit un losange sur la rétine ; la correction vestibulaire est à l'œuvre.

Prenons maintenant les deux losanges centraux rouges en *b* et *c*. La figure centrale de *b* a l'air d'un losange, et celle de *c* d'un carré, bien que votre tête reste droite et qu'il n'y ait évidemment aucune correction vestibulaire. Cette simple démonstration montre les effets puissants de l'axe global du tableau « complet », qui inclut les petits carrés (ou losanges). On ne peut pas parler ici d'effet de « contexte », parce qu'en *d* – un carré entouré de visages inclinés à 45 degrés – le carré continue à

avoir l'air d'un carré (mais peut-être un peu moins que quand il est isolé).

Vous pouvez également tester les effets de l'attention visuelle. La figure *e* est une image composée. Dans ce cas, la forme centrale rouge est ambiguë. Si vous centrez votre attention sur la colonne verticale, elle ressemble à un losange ; si vous considérez que la forme centrale fait partie du groupe formant la ligne oblique, elle apparaît comme un carré.

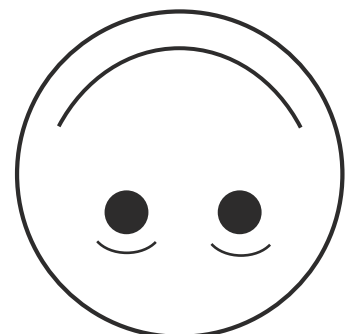
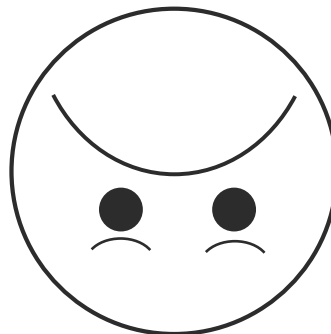
L'illusion de George W. Bush, une variante de l'illusion de Margaret Thatcher initialement conçue par le psychologue Peter Thompson, de l'Université de York, en Angleterre, est encore plus convaincante. Si vous regardez les images à l'envers du visage de G. Bush (*f*), vous ne voyez rien d'étrange (sinon son expression habituelle). Mais retournez le magazine pour voir les photographies à l'endroit, et vous verrez à quel point elles ont l'air grotesques. Comme cela est-il possible ?

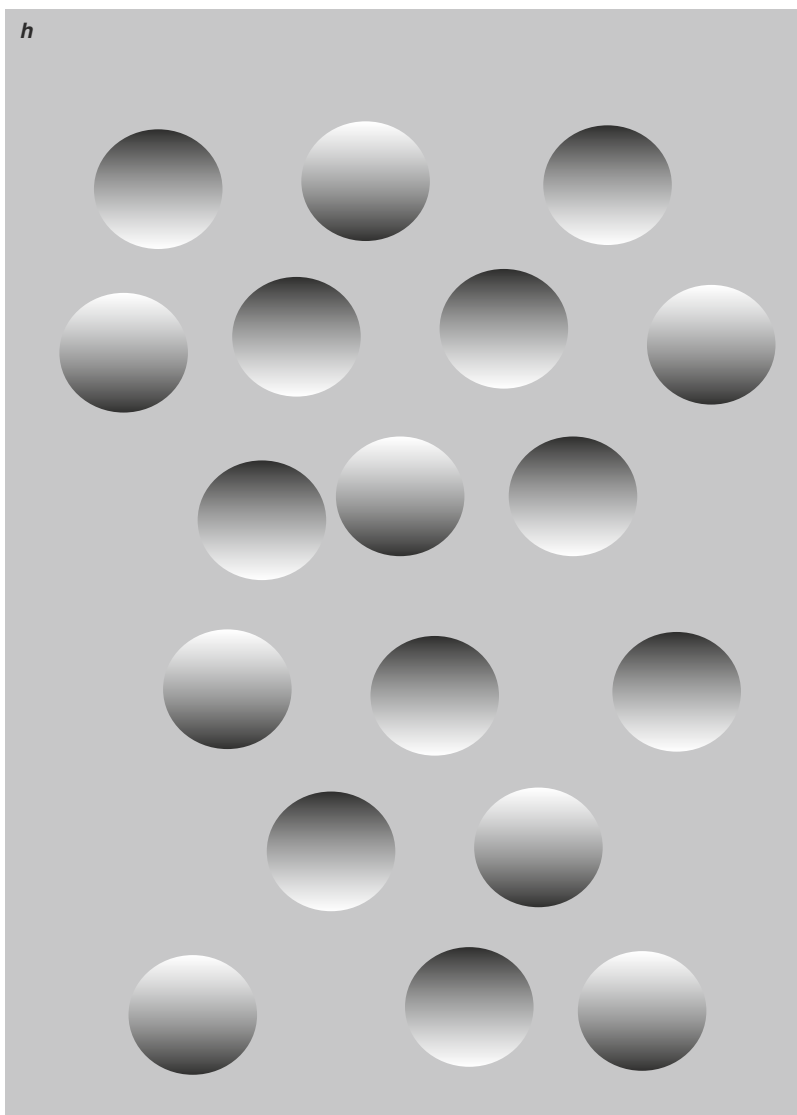
La raison en est que malgré l'unité apparente de la perception, l'analyse de l'image par le cerveau se fait élément par élément. Dans ce cas précis, la perception d'un visage dépend grandement des positions relatives des traits (les yeux, le nez, la bouche). En conséquence, le visage de G. Bush est perçu comme un visage (mais un visage à l'envers), de la même façon qu'une image à l'envers d'une chaise est instantanément identifiée comme une chaise. Au contraire, l'expression véhiculée par les traits dépend exclusivement de leur orientation (les deux coins de la bouche vers le bas, la distorsion des sourcils), indépendamment de l'orientation générale de la tête – le « contexte ».



Tania Lombrozo

g





Le cerveau est incapable de corriger les traits : ils ne sont pas réinterprétés correctement comme c'est le cas pour le visage dans sa globalité. La reconnaissance de certains traits (les coins de la bouche, les sourcils etc..) a été acquise très tôt au cours de l'évolution. En revanche, on ne sait pas réinterpréter ces traits quand ils ne sont pas « dans le bon sens » : cette capacité – ne conférant pas d'avantage adaptatif – n'a pas été sélectionnée. Au contraire, quand il s'agit de reconnaître un visage en tant que tel, le système serait plus « tolérant » et ne nécessiterait pas trop de ressources calculatoires. Ce modèle permettrait d'expliquer pourquoi le second visage à l'envers semble normal et non grotesque ; c'est l'aspect global du visage qui l'emporte... tant qu'il n'est pas remis à l'endroit.

Le même effet est illustré dans le cas des visages schématisés (*g*). À l'envers, il est difficile de percevoir leurs expressions, alors qu'on reconnaît qu'il s'agit de visages (on peut même deviner logiquement lequel est souriant et lequel boude, mais cela ne résulte pas de la perception). Quand on les retourne, les expressions sont reconnues instantanément.

Enfin, quand on se penche et qu'on regarde *f* entre ses jambes, les expressions deviennent remarquablement claires, mais les visages eux-mêmes continuent d'être à l'envers. Cet effet est dû au fait que la correction vestibulaire est appliquée sélectivement au visage, sans affecter la perception des traits (qui sont maintenant à l'endroit sur la rétine). Ce qui est important, c'est la forme des traits sur la rétine – indépendamment de la correction vestibulaire – et les coordonnées « centrées sur l'environnement » que cette correction permet au cerveau de calculer.

Une perception fiable, mais pas infaillible

La correction vestibulaire ne se produit pas non plus lorsque les formes (et profondeurs) sont perçues à partir d'indices donnés par les ombres. En *h*, on peut voir un ensemble « de bosses » convexes dispersées parmi des creux. Les centres cérébraux impliqués dans le calcul de l'ombre font l'hypothèse raisonnable que le soleil éclaire généralement par au-dessus, de sorte que ce serait le dessus des bosses et le fond des zones concaves qui seraient éclairés. Si on tourne la page, les bosses et les creux permutent instantanément.

Il est possible de vérifier cet effet en regardant l'image entre ses jambes tout en tenant la page à l'endroit par rapport au sens de la gravité. Une fois encore, les bosses et les creux sont intervertis. Bien que le monde dans la globalité paraisse normal et à l'endroit (grâce à la correction vestibulaire), les modules cérébraux qui extraient les formes à partir d'hypothèses sur les ombres ne peuvent pas utiliser la correction vestibulaire ; elles ne sont simplement pas câblées pour cela. Ce phénomène est cohérent du point de vue de l'évolution parce qu'on ne se promène généralement pas la tête en bas ; on peut donc se permettre d'éviter la charge de calcul supplémentaire que représenterait la correction de l'inclinaison de la tête à chaque fois que l'on voit des images ombrées. L'aboutissement de l'évolution n'est pas de régler la machinerie perceptive à la perfection. Il s'agit simplement de la rendre statistiquement fiable, souvent et vite, pour permettre la production de descendants, même si l'adoption de « raccourcis » de ce type expose parfois le système à des erreurs. La perception est fiable, mais pas infaillible.

Un dernier point : la prochaine fois que vous serez allongé dans l'herbe, regardez les gens marcher autour de vous. Évidemment, ils paraissent tous être à l'endroit et marcher normalement. Mais maintenant regardez-les en vous allongeant sur le côté (une oreille contre le sol). Les gens continuent d'avoir l'air d'être à l'endroit, comme prévu, mais vous verrez que maintenant ils ont l'air de rebondir de haut en bas lorsqu'ils marchent. Ce mouvement devient instantanément visible parce qu'après des années d'expérience à observer les gens avec la tête droite, vous avez appris à ignorer les rebonds verticaux de leur tête et de leurs épaules. Une fois encore, la correction vestibulaire est mise en défaut. Elle reste pourtant parfaitement suffisante pour tous ceux qui ont... les pieds sur terre. ◆

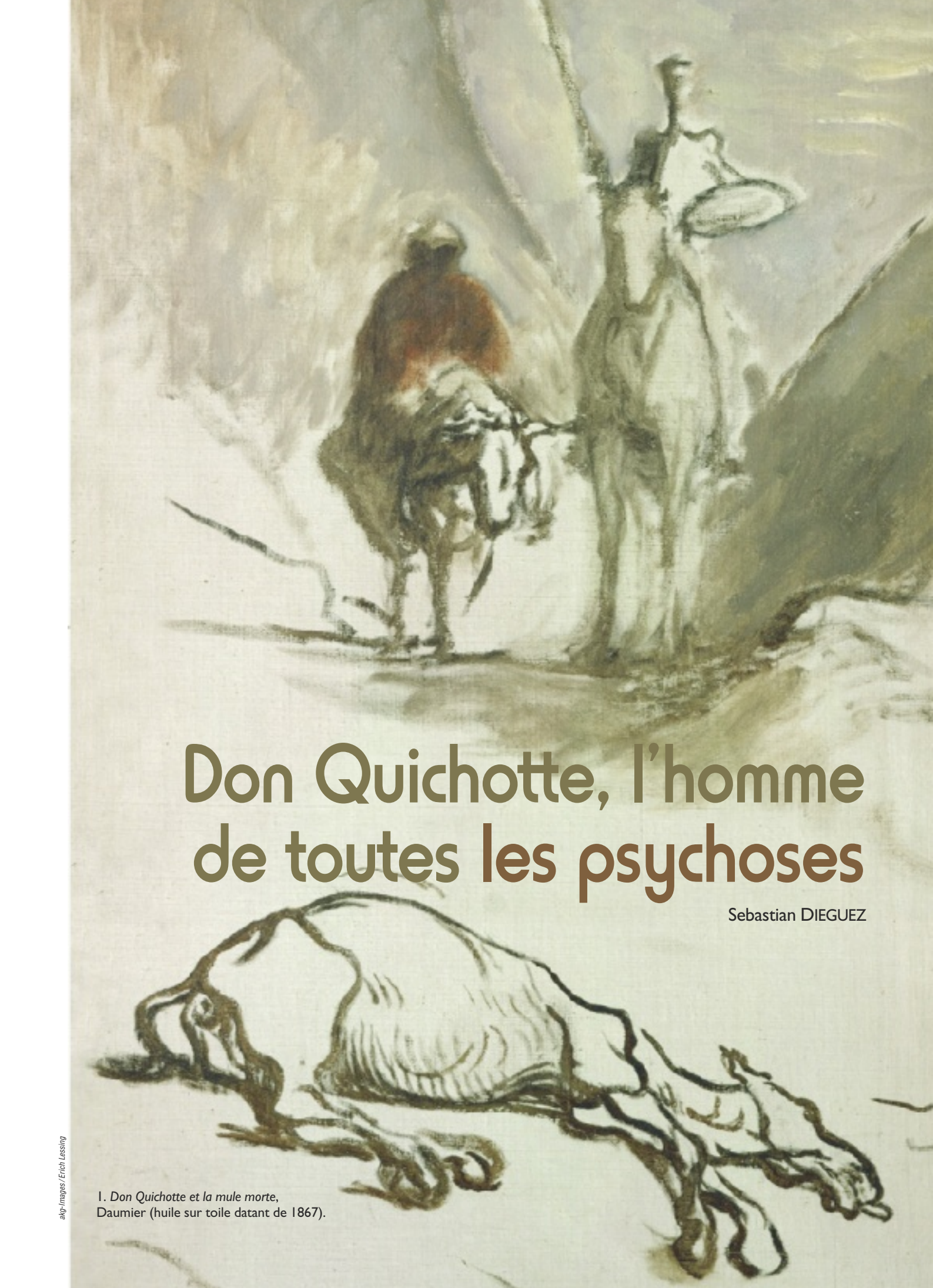
Bibliographie

Peter THOMPSON, *Margaret Thatcher: a New Illusion*, in *Perception*, vol. 9, pp. 483-484, 1980.

Irvin ROCK, *Orientation and Form*, Academic Press, 1970.

V. RAMACHANDRAN et D. ROGERS-RAMACHANDRAN

travaillent au Centre de recherche sur le cerveau et la cognition de l'Université de Californie, à San Diego, aux États-Unis.



Don Quichotte, l'homme de toutes les psychoses

Sebastian DIEGUEZ

I. Don Quichotte et la mule morte,
Daumier (huile sur toile datant de 1867).

Autour d'une œuvre

Le héros de Cervantès, Don Quichotte, présente une multitude de « folies » aujourd'hui bien identifiées.

Selon les époques, les diagnostics se sont concentrés sur l'un ou l'autre aspect de sa psychose, mais l'extraordinaire richesse du personnage renfermait dès le début, sous la plume de l'auteur, la majorité de tous les troubles mentaux imaginables !

Ainsi, le roman peut être lu comme une œuvre d'anticipation psychiatrique d'une justesse étonnante.

Un homme peut-il être à la fois schizophrène, paranoïaque, monomaniaque, érotomane, maniaco-dépressif, dément, somnambule, délirant et, de surcroît, contagieux ? Oui, mais c'est un personnage de roman. Le fou au sens large, tel qu'on le considérait avant les classifications modernes de la psychiatrie. C'est vrai : Don Quichotte est fascinant d'un point de vue psychiatrique, car on peut trouver en lui à peu près n'importe quelle pathologie de l'esprit, selon sa sensibilité ou ses préférences diagnostiques. Bien sûr, cela pose la question de la genèse du personnage, de l'intuition de son créateur ou au contraire de la précision avec laquelle ce dernier s'est documenté dans les asiles d'aliénés pour composer ce personnage à multiples facettes, délibérément conçu comme une mosaïque de folies, archétype littéraire grandiose qu'aucun vrai psychotique n'arrivera jamais à incarner.

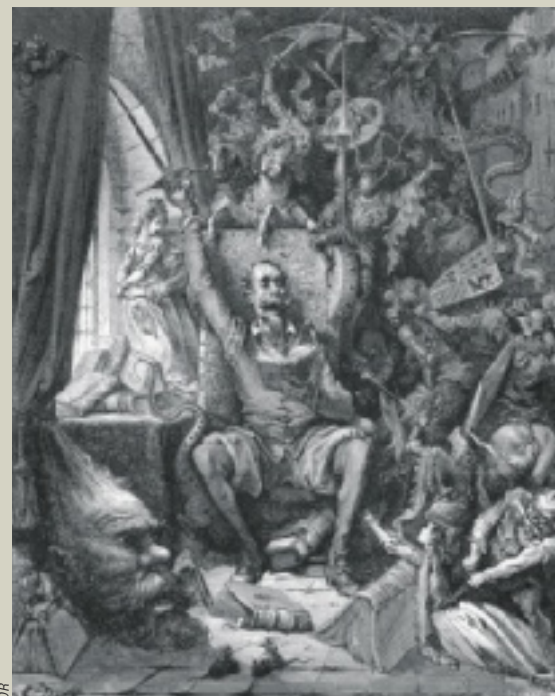
Un récit d'une grande justesse psychiatrique

Publiées en 1605 (1615 pour le second tome), les aventures du modeste Alonso Quijano, devenu le chevalier errant Don Quichotte suite à un excès de lectures chevaleresques ayant fait déborder son imagination, accompagné de son inséparable compagnon Sancho Pança, n'ont cessé de fasciner les lecteurs et interprètes. L'histoire raconte les faits et gestes de ce chevalier imaginaire prenant la défense des opprimés afin de gagner le cœur de Dulcinée, princesse aussi fantasmagorique qu'il l'est lui-même. Le burlesque réside non seulement dans le caractère délirant de cette quête, mais surtout dans son anachronisme. En effet, il faut bien garder à l'esprit que le roman de Cervantès se situe au début du XVII^e siècle, âge où les chevaliers héroïques

font partie des contes et légendes depuis déjà plus d'un siècle. De cette prémisse se dégage une œuvre riche en rebondissements, en dialogues désopilants et surtout en échecs répétés et prévisibles.

La richesse extraordinaire de ce texte en fait une œuvre éternelle. La finesse de l'humour qui s'y déploie est probablement ce que l'on retient

a



DR

au premier abord, même si la qualité exceptionnelle de l'écriture en fait l'œuvre phare de la langue castillane. Freud lui-même, grand admirateur du roman, affirma s'être mis à l'espagnol uniquement pour pouvoir lire le Quichotte dans le texte original. On ne sera donc pas surpris qu'un de ses aspects les plus discutés soit son versant médical, et plus précisément psychopathologique. La folie, c'est sans doute ce que le nom de l'intrépide hidalgo évoque au premier plan. Mais la question reste de savoir de quel genre de folie il s'agit, d'un point de vue psychiatrique, et quel est le rôle qu'il convient de lui attribuer dans l'œuvre prise dans son ensemble.

Il peut sembler absurde de se livrer à des interprétations médicales sur un personnage de fiction, mais des générations d'auteurs s'y sont essayées à juste titre. En effet, les connaissances médicales et l'œil clinique de Cervantès ont été soulignés par de nombreux commentateurs. Malgré le caractère burlesque de ses aventures, il y a une justesse médicale et psychiatrique dans *Don Quichotte* qui n'a pas échappé aux plus grands esprits. Ainsi, le médecin Thomas Sydenham conseilla au poète Richard Blackmore, qui voulait apprendre la médecine, de simplement lire le Quichotte plutôt que tel ou tel manuel. On pense aujourd'hui que Cervantès était très probablement le fils d'un barbier, activité qui à l'époque comprenait également les métiers de chirurgien et de dentiste. Le futur écrivain a probablement vu défiler bon nombre de patients dans le cabinet familial, et vraisemblablement des fous de toute sorte. À vrai dire, comme on va le voir, le roman offre un catalogue quasi exhaustif des troubles du comportement.

Ensuite, Cervantès semblait bien au fait des réflexions et théories de son temps sur la psychologie, la personnalité et la maladie mentale. Il est probable qu'il ait lu le livre très influent de Juan Huarte de San Juan, *Examen de ingenios para las ciencias* (*L'examen des esprits pour les sciences*), un ouvrage aujourd'hui peu connu, mais qui reste sans équivoque un texte fondateur de la neuropsychiatrie moderne : il est l'un des premiers à démystifier la maladie mentale et à l'aborder en bannissant toute intervention du surnaturel. Et c'est précisément là un aspect du Quichotte qui est à la fois central au récit et capital pour comprendre l'importance historique et littéraire qu'il revêt : son réalisme. Hors du délire du Quichotte, point de merveilles, d'enchantements ou de maléfices. Partant de ce fort penchant qu'on peut qualifier d'humaniste, on comprend que l'œuvre soit non seulement une parodie des romans de chevalerie du Moyen-Âge, mais constitue véritablement l'entrée dans la modernité.

Monomanie, érotomanie...

Il est probable également que Cervantès eut l'occasion de visiter l'asile psychiatrique de Séville (en tant qu'observateur !), qu'il mentionne dans le récit. Ainsi, solidement ancré dans le monde réel, l'écrivain a pu librement traiter dans son roman d'un fou très particulier, certes, mais qui peut se laisser examiner par les lecteurs les plus curieux à l'instar d'une personne réelle.

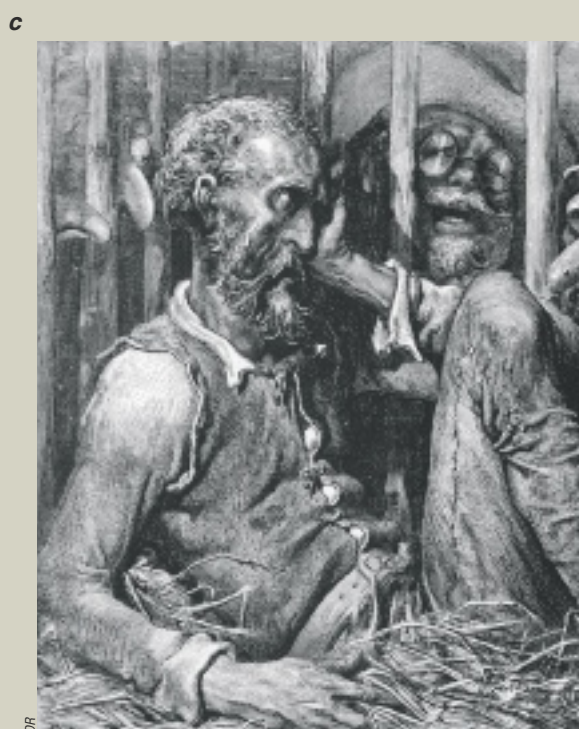
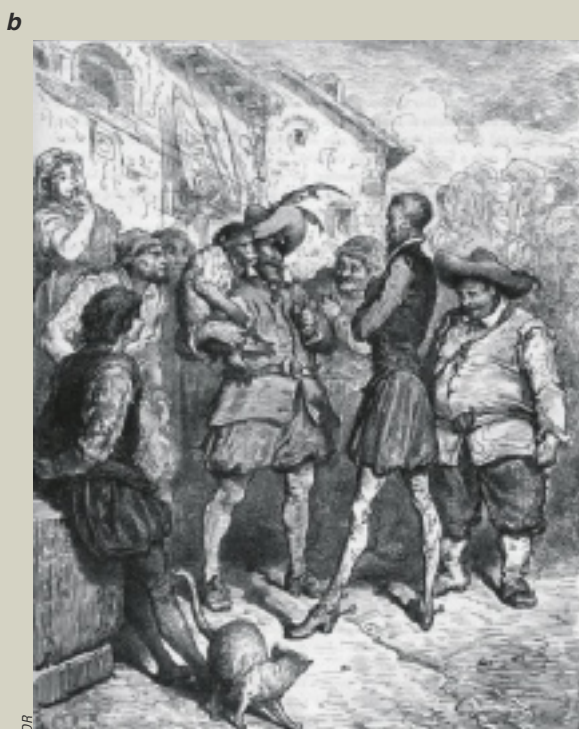
Munis de ces précisions, on peut à présent aborder la folie dont il est question. Selon nous, le personnage de Don Quichotte constitue un tableau psychiatrique composite, mélange des différents

2. Trois illustrations de Don Quichotte par Gustave Doré (1863).

Les fantaisies que le héros puise dans ses lectures finissent par le hanter (a).

Une des nombreuses rencontres entre le pseudo-chevalier et des villageois qui n'apprécient pas ses airs hautains (b).

Un des épisodes les plus désolants où le héros se trouve enfermé dans une « fillette », une cage naguère réservée aux aliénés et aux prisonniers d'État dont on voulait briser le pouvoir subversif (c).



fous que l'auteur a pu découvrir dans ses lectures ou même avoir vu de ses yeux, et il est délicat d'y chercher un diagnostic particulier. D'ailleurs, les tentatives de diagnostic ne datent pas d'hier et accompagnent pour ainsi dire l'histoire même de la psychiatrie. C'est que les symptômes sont nombreux et peuvent être liés à diverses pathologies, laissant le champ libre à toutes sortes de spéculations. Dès la sortie du roman, on a cherché à interpréter la folie du Quichotte dans les termes de la médecine hippocratique, en vogue encore à la Renaissance. Ainsi, Alonso Quijano fut qualifié de « colérique » et de « sanguin », tempéraments liés respectivement à une trop forte activité de la « bile jaune » et du sang, qui rendent le sujet sensible à des excès d'imagination. Rappelons que les autres « humeurs » susceptibles de conduire à des maladies lorsqu'elles sont déséquilibrées sont la bile noire et le flegme, qui peuvent donner des tableaux mélancoliques.

Plus tard, le héros fut qualifié de « monomaniaque », en raison de sa quête obsessionnelle et perdue d'avance. Au tournant de la révolution psychiatrique incarnée par la nouvelle classification de Kraepelin, il fut décrit comme paranoïaque et maniaco-dépressif. On a aussi parlé d'anorexie et surtout de « troubles délirants », une autre façon de parler des schizophrénies hautes en couleurs.

Les trois formes du délire

De fait, trois formes classiques de délire sont omniprésentes dans le roman. En plus du délire de persécution, qui est indéniablement associé aux nombreuses références à d'imaginaires « enchanteurs » que Don Quichotte rend responsables de ses échecs répétés, on retiendra également les traits évidents de mégalomanie – pour la quête perdue d'avance et l'incarnation d'un chevalier qu'il n'est pas – et d'érotomanie – la conviction délirante d'être aimé par quelqu'un. Ce dernier facteur n'est pas pour surprendre les psychanalystes qui ont souligné la sexualité refoulée de l'hidalgo, dont la chasteté se dissimule derrière sa fidélité à une Dulcinée inexistante. Dès lors, il n'est pas éton-

nant de voir ce cinquantenaire dégingandé surestimer son succès auprès des femmes, dont il est habituellement le dindon de la farce tout au long du récit : « Hélas, pourquoi faut-il qu'aucune jeune fille ne puisse me regarder sans tomber aussitôt amoureuse de moi ! » se plaint-il.

D'autres ont prétendu relever des signes de démence neurologique chez Don Quichotte, plus particulièrement une démence à corps de Lewy, dont une des manifestations est le trouble du comportement du sommeil, forme de somnambulisme où le patient tend à prendre ses rêves pour la réalité. Ce diagnostic s'appuie avant tout sur les étranges visions et comportements qui frappent Don Quichotte lors de sa descente dans la grotte de Montésinos, épisode central du second volume.

Délire à deux et fausses identifications

Mais les symptômes les plus connus du Quichotte sont les transformations visuelles et identitaires dont il est la victime. On connaît l'épisode fameux des moulins à vent qui sont pris pour des géants. Le malheureux prendra également une auberge pour un château, un troupeau de moutons pour une armée, des sacs de vin pour des ogres, des marionnettes pour des êtres vivants... Et quand il se trouve réellement dans un environnement qui pourrait à la rigueur conforter son délire, tel un véritable château avec des vrais nobles à l'intérieur, il prend les plaisanteries qu'on lui adresse pour la réalité. Cette dernière semble donc déformée de différentes façons : tantôt c'est lui qui use de son imagination pour fabriquer un monde obsolète, tantôt il tient pour vrais les tours qu'on lui joue pour s'amuser à ses dépens.

On se trouve ainsi devant un délire cohérent, qui s'auto-renforce en puisant des indices dans des événements réels et en en créant d'autres de toutes pièces. Qui plus est, la force de conviction de Don Quichotte est telle qu'on a pu désigner le duo Quichotte - Sancho Pancha comme un cas de « folie à deux », forme particulière de psychose délirante partagée dans un couple d'individus. En réalité, il se trouve qu'on assiste à un subtil retournement tout au long du roman, par lequel Don Quichotte est de plus en plus désillusionné dans sa quête absurde et revient peu à peu à la raison, tandis que Sancho en vient à perdre sa simplicité initiale en faveur de grands idéaux qui lui étaient étrangers à l'origine. Les deux personnages déteignent ainsi l'un sur l'autre, sans qu'ils s'en aperçoivent.

Récemment, le psychiatre espagnol Francisco Alonso-Fernández a proposé une analyse psychiatrique très originale du personnage dans son ouvrage *Le Quichotte et son labyrinthe vital*. S'il finit par diagnostiquer chez le héros un trouble bipolaire avec manifestations délirantes, c'est d'abord dans la symptomatologie très particulière des troubles de l'identité qu'il cherche la clé de sa folie. Ces troubles délirants d'identification, qui restent relativement rares aujourd'hui, peuvent concerner aussi bien l'individu lui-même que d'autres personnes, ou même des animaux et des objets. Lorsque le patient se prend pour quelqu'un d'autre – ce qui reste probablement la représen-

3. Les psychiatres ont parfois diagnostiqué un « délire à deux » à propos de Don Quichotte et de son écuyer Sancho Pancha. Dans ce trouble psychiatrique, le délire d'un premier individu finit par imprégner un de ses proches, qui s'approprie, dès lors, ses divagations.



tation classique de la folie dans l'imaginaire populaire –, on parle d'autométamorphose ou parfois d'intermétamorphose inverse.

Il s'agit d'autre chose que les « personnalités doubles » : ici le sujet devient littéralement quelqu'un d'autre et oublie (ou nie) son identité d'origine. Bien que les faux Napoléon ne soient plus légion dans les hôpitaux psychiatriques, c'est effectivement de cela dont il s'agit. Alonso Quijano se prend donc pour ce chevalier errant qu'il appelle Don Quichotte et qui n'est que le fruit de son imagination.

Mais il lui arrive aussi de prendre des gens, des animaux et des objets pour ce qu'ils ne sont pas, de croire reconnaître des lieux et des personnes qu'il n'a jamais vus auparavant, ou même de s'imaginer que des personnages ont pris la place d'autres. On a là des exemples de manifestations de troubles réels qu'on appelle délires de reduplication, dont le syndrome de Fregoli, le syndrome de Capgras et le délire d'intermétamorphose constituent les exemples classiques (tous impliquent des erreurs dans l'identification de parcelles du monde environnant, qui sont tenues pour vraies par le sujet en dépit de toutes les preuves du contraire).

Ces délires si spectaculaires, qu'il convient de les distinguer de simples hallucinations, sont encore mal compris et on n'en connaît pas les causes. Ainsi, le champ interprétatif reste libre pour ce qui concerne Don Quichotte. Cervantès lui-même, en proposant au tout début de son roman une explication de la folie de son personnage, semble se jouer du lecteur. En effet, on peut y lire que « notre gentilhomme se donnait avec un tel acharnement à ses lectures qu'il y passait ses nuits et ses jours, du soir jusqu'au matin et du matin jusqu'au soir. Il dormait si peu et lisait tellement que son cerveau se dessécha et qu'il finit par perdre la raison. [...] Et il crut si fort à ce tissu d'inventions et d'extravagances que, pour lui, il n'y avait pas d'histoire plus véridique au monde. » Et c'est ainsi qu'il se fit chevalier errant, à force de lire des romans de chevalerie. Nous voilà prévenus contre les méfaits des mauvaises lectures, du moins pour une époque qui ne connaissait pas le tube cathodique.

Comme on le voit, c'est une bonne partie de la panoplie du neuropsychiatre qu'il faut réquisitionner pour faire le tour du Quichotte. Mais on pourrait se demander si de tels personnages existent vraiment dans la réalité ? F. Alonso-Fernández assure qu'ils sont légion dans sa consultation. C'est vraisemblablement très exagéré. Malgré l'acuité de son étude sur le sujet, il nous semble préférable de considérer Don Quichotte comme une figure composite de diverses formes de psychopathologies, que l'œil de Cervantès a su convoquer avec une perspicacité extraordinaire.

Pourtant, au-delà des symptômes et des diagnostics, le roman offre à de nombreuses reprises les clés d'une réflexion plus large sur la folie et la condition humaine. C'est que l'étrange personnage rend souvent perplexes les gens qu'il rencontre. S'il leur apparaît d'emblée comme un fou, certains d'entre eux sont étonnés par sa lucidité et l'intelligence de ses propos. Cervantès utilise le terme de « folie discrète », par quoi il entend la part de raison et de vérité qu'il peut y avoir en toute folie. On est frappé par la comparaison avec

La folie, invention moderne

Voir *Don Quichotte* avec l'œil du psychiatre fait apparaître une dimension essentielle de l'œuvre de Cervantès. On s'aperçoit que, pour la première fois, la croyance en des « réalités parallèles », mondes de fées, de géants ou de maléfices, appartient au domaine de la pathologie et du délire. Cette pathologisation du fabuleux instaure une frontière entre l'individu qui croit aux contes, mais sait que ce ne sont que des inventions, et celui qui y croit dur comme fer. Une telle distinction, souvent floue dans l'Antiquité et au Moyen Âge, s'amorce à la Renaissance. L'être humain adulte et moderne est doté d'un fonctionnement mental qui, pour la première fois dans son histoire, établit la notion de réalité objective. Il s'agit d'une révolution anthropologique majeure qui se fait au prix d'un certain désenchantement, entériné plus tard par les Lumières : aujourd'hui, l'homme moderne « sait » qu'il n'y a pas de dieux pour faire tourner les étoiles, pas de loups-garous dans les bois à la tombée de la nuit, mais des atomes mus par des forces obéissant à des lois mathématiques... Son dernier recours pour croire au fabuleux est... la folie.

son contemporain Shakespeare, qui fait dire à Polonius dans la pièce *Hamlet* : « Quoi que ce soit de la folie, il y a pourtant là de la méthode ». Et il y a certes de la « méthode » dans l'épopée extravagante et inutile de Don Quichotte, dont ceux qui le connaissent bien pouvaient dire que « c'est un fou par intermittence, avec de nombreux intervalles de lucidité ».

Toutes les folies réunies en un seul homme

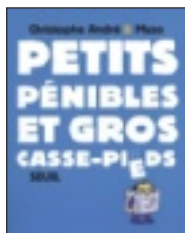
On rejoint ici le message d'Érasme, dont Cervantès avait lu l'*Éloge de la folie*, et, pourrait-on risquer, la naissance du mouvement anti-psychiatrique qui plusieurs siècles plus tard dira explicitement que la folie n'est que le produit d'un monde fondamentalement inadapté à certains de ses habitants, dans un spectaculaire renversement des perspectives. « Je sais qui je suis », dira d'ailleurs notre héros. Et si le monde où il vit n'a plus de place pour les chevaliers errants, l'homme véritablement libre n'en a que faire et prend volontiers le risque de passer pour un fou. Cervantès peut au passage se livrer à toutes les coquetteries littéraires qui lui viennent et déchaîner son ironie contre nombre de ses contemporains : en faisant parler et agir un fou, l'auteur gagne la même liberté que son personnage.

Tous deux nous demandent ce qu'est la véritable folie, si ce n'est le fait même de vouloir vivre ? José Saramago, Prix Nobel de littérature, dira de la morale du Quichotte : « Je crois qu'au fond ce qui est tragique c'est l'impossibilité d'être quelqu'un d'autre. » La folie quichottesque pourrait donc refléter cet effort vain et perpétuel auquel s'évertue l'humanité, être ce qu'elle n'est pas, et surtout ce qu'elle ne peut pas être. Voici la leçon tragi-comique du chevalier à la triste figure, vengeur des causes perdues. Ce qui n'empêche pas Cervantès de toujours viser juste, d'un point de vue purement clinique. De fait, les Quichottes d'aujourd'hui ne manquent pas, et Cervantès a réussi le tour de force de réunir toutes leurs folies en un seul homme !

Bibliographie

- F. ALONSO - FERNÁNDEZ, *El Quijote y su laberinto vital*, Barcelona : *Anthropos*, 2005.
- J. HUARTE de SAN JUAN, *Examen des esprits pour les sciences*, Atlantica, Paris, 1573, 2005.
- D. GRACIA GUILLÉN, *Discretas locuras : variaciones en torno al tema de la locura de Don Quijote*, in *An. R. Acad. Nac. Med.*, (Madrid), vol. 122, pp. 105-121, 2005.

Sebastian DIEGUEZ est neuropsychologue au Laboratoire de neurosciences cognitives du *Brain Mind Institute*, de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse.



Petits pénibles et gros casse-pieds

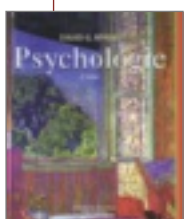
Christophe André et Muzo
Le Seuil
(192 pages, 21 euros, 2007)

Nous avons tous nos défauts. C'est la sagesse mi-figue, mi-raisin avec laquelle on ressort de cet ouvrage à la fois humoristique, décapant et instructif. Car comment ne pas se reconnaître dans une des sept catégories de « casse-pieds » habilement décrits par le psychiatre Christophe André et croqués par le dessinateur Muzo ? Lisez attentivement chacun des chapitres consacrés aux narcissiques, aux négativistes, aux paranos, aux histrioniques, aux stressés, aux pervers ou aux passifs-agressifs : non seulement vous constatarez que nous sommes entourés de casse-pieds, mais que vous êtes probablement aussi le casse-pieds d'un autre. Tout est une question de proportion, bien sûr ; car, comme le livre prend la peine de l'expliquer au cas par cas, il y a des casse-pieds « vivables », et des casse-pieds « pathologiques ». Tout étant une question de seuil à (ne pas) franchir.

Et si le seuil est franchi, mieux vaut reconnaître à quel type de casse-pieds on a affaire. Pour cela, se reporter à la liste des critères offerte par le manuel, ainsi qu'aux recommandations pour apprendre à mieux vivre avec l'individu concerné, ou mieux : se demander ce qu'ils peuvent nous apprendre sur la vie en société ou sur nous-mêmes.

Une des forces de ce livre est de faire sentir immédiatement que tout ce qui nous est conté n'est que l'expression de la réalité. Les saynètes sont bien croquées, agrémentées de répliques tout droit sorties du quotidien : une réussite dans le mélange du savoir psychiatrique et du vécu. L'humour étant la meilleure façon de réfléchir sur soi-même, bonne chance pour découvrir comment, même sans le vouloir, vous empoisonnez le plus l'existence des autres.

S. B.



Psychologie

David G. Myers
Éditions Flammarion
(752 pages, 100 euros, 2007)

Comment fonctionne l'hypnose et peut-elle soulager la douleur ? Quels sont les pièges de raisonnement dans lesquels nous tombons le plus facilement ? Comment savons-nous que nos bras sont au-dessus et nos jambes en

dessous ? Des centaines de questions qui concernent le fonctionnement de l'esprit humain, le comportement, les désirs et les émotions, les relations sociales, la mémoire, les rêves ou la sexualité, sont abordées sur la base de schémas clairs et d'exemples édifiants.

La 8^e édition de la *Psychologie* de David Myers est un ouvrage de référence parmi les plus illustrés et les plus complets dans un domaine fascinant de la connaissance : le carrefour de la biologie et des comportements. Chaque chapitre propose aussi bien des anecdotes qui peuvent susciter l'intérêt du profane (le comportement étrange de raies venant caresser des baigneurs sur une plage de Californie, par exemple), que des explications de ces phénomènes se rapportant au fonctionnement du cerveau et aux lois du comportement. Plusieurs expériences fondatrices sont également décrites.

Enfin, chaque chapitre est ponctué de paragraphes consacrés à l'apprentissage : des questions sont posées au lecteur pour attirer son attention sur les aspects essentiels de ce qu'il vient de lire, et lui permettre d'évaluer ce qu'il en a retenu. Une invitation à se plonger dans le monde fascinant de la psyché.

S. B.

À la recherche de la mémoire

Eric Kandel
Odile Jacob

(512 pages, 39 euros, 2007)



Eric Kandel, qui a reçu le prix Nobel de physiologie et de médecine en 2000 pour ses travaux sur la transduction du signal dans le système nerveux, nous offre ici un ouvrage remarquable sur l'épistémologie de la biologie de l'esprit. Il relate avec un grand souci de clarté les différentes étapes qui ont conduit les chercheurs à étudier les cellules nerveuses afin de mieux comprendre de hauts processus cognitifs, comme la mémoire ou les émotions. Ce n'est pas une succession de découvertes qu'il dépeint de façon factuelle, mais bien une aventure humaine qu'il nous conte, faisant partager toutes les émotions que peut procurer la recherche scientifique à tous ceux qui, comme lui, y consacrent leur vie.

Profondément marqué par l'explosion du nazisme dans sa Vienne natale et bien-aimée qu'il a dû fuir pour trouver refuge aux États-Unis, il s'intéresse très tôt à la mémoire, car elle est pour lui « l'un des aspects les plus remarquables du comportement humain ». Mais peut-être aussi en référence au devoir de mémoire que nous impose la Shoah. Très influencé par la psychanalyse, E. Kandel fait ses premiers pas dans la recherche avec l'ambition de trouver dans quels replis du cerveau sont nichées les trois instances psychiques décrites par Freud – le Moi, le Ça et le Surmoi.

Il réalise très vite « qu'avant de comprendre le fonctionnement du moi en termes biologiques [il faut] comprendre le mode opératoire de la cellule nerveuse. » C'est ainsi qu'il évoque le cheminement passionnant de la biologie de l'esprit, discipline au carrefour de la psychologie, des neurosciences et de la biologie, qui décortique les processus mentaux cellule par cellule avec cette conviction que l'esprit – l'âme – émerge du cerveau physique, triomphant finalement d'un dualisme cartésien tenace. De la première à la dernière page, Kandel entraîne le lecteur dans une narration haletante et toujours en cours d'écriture : celle des progrès du cerveau humain pour s'expliquer lui-même...

Célia Hodent-Villaman

Tribune des lecteurs

Dans votre article *Hooligans en ovalie ?* (Cerveau & Psycho n°23), vous développez un modèle psychologique nommé BIRG, qui incite le public à s'associer à une équipe victorieuse (« On a gagné ! »), car cela permet de mieux définir son identité. Dès lors, on peut imaginer que certaines personnes soient plus sensibles que d'autres à ce « remontant » moral, notamment celles qui ont une faible estime de soi. Est-ce que cela explique que le football, qui attire un public « populaire », soit susceptible de drainer aussi un public dont l'estime de soi est plus fragile, en recherche d'identification par le phénomène de BIRG ?

Xavier Nodé, Auxerre

Réponse de Marie-Françoise Lacassagne

Le BIRG opère effectivement plus facilement lorsque l'identité sociale est fragilisée. Nous avons récemment défendu l'idée que les supporters violents sont probablement des personnes rejetées

du fait de leur violence au niveau des relations interpersonnelles qui retrouvent dans le supportérisme le moyen d'acquérir une identité groupale socialement acceptable. Le fait de devenir fan semble donc lié à un désir de socialisation positive. Cependant, ce mécanisme n'infère rien sur l'objet de prédilection. C'est la valorisation sociale de l'objet support qui importe. Dans la mesure où le rugby devient très médiatique, il n'y a pas de raison pour qu'il ne devienne pas également support d'adhésion identitaire forte. De plus, à supposer que les classes populaires aient une estime de soi plus faible que les classes bourgeoises (ce qui n'est pas attesté et est contraire à l'idée que chaque être humain recherche une identité sociale positive), la mise en avant médiatique de joueurs dont le physique ne répond pas aux critères des prototypes physiques bourgeois pourrait faciliter l'adhésion de ces groupes sociaux.

L'article *La musique du fond des âges* (Cerveau & Psycho n°22) explique que le demi-ton est le « barreau universel » de l'échelle de la musique. Si j'ai bien compris, vous écrivez que l'octave se divise forcément en 12 intervalles (12 demi-tons) ; la différence entre les gammes de musique indienne et européenne par exemple vient de ce que certains « barreaux » seraient évités par les musiciens indiens.

Pourtant, dans le courrier des lecteurs du n°15, Philippe Lalitte indiquait que l'octave en Inde du Nord est divisée en 22 intervalles ! Cela n'est-il pas incompatible avec l'idée d'une gamme universelle imitant la voix humaine (qui combine 12 fréquences) ?

Cecile Mantello, par courriel

Réponse de Sébastien Bohler

En musique indienne, l'octave est effectivement divisée en 22 intervalles, mais concrètement les gammes pratiquées dans le jeu comportent 7 notes avec leurs altérations, ce qui correspond à 12 demi-tons – comme dans la musique occidentale.

Les plus petites subdivisions dont vous parlez (et qui conduisent à 22 intervalles) sont utilisées pour rehausser ou abaisser certaines notes d'un quart de ton, et ce à deux fins : soit pour ajuster la tonique un peu plus haut ou un peu plus bas, soit pour apporter une couleur adaptée à la mélodie et susciter une émotion particulière, surtout dans les ragas de la musique classique indienne. Dans ce cas, il est vrai que l'on peut rencontrer des micro-intervalles, ce qui est aussi le cas dans les musiques arabes, et semble aller à l'encontre de la théorie du demi-ton comme brique universelle de la musique.

Mais cela n'est pas forcément en contradiction. Les micro-intervalles peuvent être envisagés comme des déviations intentionnelles de la « syntaxe universelle de la musique » pour créer des décalages, des sentiments d'étrangeté ou de tension, quitte à revenir à la grammaire de base. C'est un moyen efficace de jouer sur les émotions.

Dans votre article intitulé *Les femmes préfèrent les grands*, vous dites que les femmes préfèrent les hommes plus grands et que, étant en mesure de choisir le géniteur de leurs enfants grâce aux moyens de contraception modernes, elles ont finalement plus d'enfants avec ces derniers, ce qui expliquerait l'augmentation de la taille de la population. Mais les femmes préfèrent aussi les hommes les plus intelligents : dès lors, elles devraient avoir plus d'enfants d'hommes intelligents, l'intelligence moyenne de la population augmenterait. Est-ce une explication de l'effet Flynn, selon lequel le quotient intellectuel de la population ne fait qu'augmenter depuis un demi-siècle ?

Aurore Borelli, Étampes

Réponse de Philippe Presles

Dès lors que l'on suit un raisonnement darwinien, vous avez probablement raison. Ce qui est intéressant avec cette approche c'est que l'on s'intéresse aux comportements sexuels selon une approche évolutionniste. Le psychologue Jared Diamond, explique ainsi dans son ouvrage *Why sex is fun* pourquoi les hommes ont pour priorité de disséminer leurs gènes, alors que le but principal des femmes est d'assurer la survie de leur descendance. De ce fait, les femmes seront davantage impliquées dans le choix de leurs partenaires que les hommes. Ainsi, chez les Noubas du Soudan, la femme choisit son conjoint en lui posant la jambe sur l'épaule, ce qui est une façon d'indiquer qu'il est « réservé ». Plus près de nous, lors des séances de *speed dating*, de plus en plus à la mode, il a été observé que les hommes retiennent beaucoup plus de partenaires potentielles, alors que les femmes sont plus sélectives... Dans une autre observation, tous les hommes acceptaient de coucher avec une inconnue au physique agréable alors qu'aucune femme ne donnait suite à ce type de proposition de la part d'un homme, même si un dîner était envisageable. Les femmes semblent plus impliquées dans la sélection de leurs partenaires : dès lors, si elles disposent de moyens de contraceptifs efficaces, elles seront plus exigeantes dans leurs choix...

Envoyez-nous vos questions :
tribune.cp@pourlascience.fr

Sommes-nous plus intelligents qu'il y a 50 ans ?

Selon diverses études, l'intelligence globale de la population serait en augmentation. Nos parents avaient ainsi en moyenne de 9 à 15 points de moins que nous au même âge dans les divers types de tests utilisés pour évaluer l'intelligence. Le découvreur de ce phénomène, le psychologue américain James Flynn, s'interroge sur les explications possibles d'un tel phénomène.

Oshchepkin Dimity / Shutterstock



Qu'est-ce que le behaviorisme ?

Étudier l'être humain sans lui attribuer de pensées ni de sentiments fut l'objectif des «behavioristes», du nom d'un courant de psychologie né au début du XX^e siècle. Ce faisant, ils ont réalisé des percées scientifiques décisives en considérant l'esprit humain comme une «boîte noire», dont seules les manifestations extérieures étaient prises en compte.

Les nouveaux leaders

Après l'ère des leaders charismatiques, qui galvanisaient les foules en se posant en individus exceptionnels, s'est ouverte une période de défiance vis-à-vis de telles figures. Aujourd'hui, les leaders modernes suscitent une adhésion à des idéaux en cherchant à ressembler à leurs subordonnés plus qu'à s'en démarquer.

En kiosque le 3 janvier 2008

POUR LA
SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06 • Tél.: 01 55 42 84 00 • www.cerveauetpsycho.com
Commande de dossiers ou de magazines : 08 92 68 11 40 (0,34 €/min)

POUR LA SCIENCE

Directrice de la rédaction – Rédactrice en chef: Françoise Pétry

Pour la Science:

Rédacteurs en chef adjoints : Maurice Mashaal, Loïc Mangin

Rédacteurs : François Savatier, Philippe Ribeau-Gesippe,

Bénédicte Salthun-Lassalle

Cerveau & Psycho: Sébastien Bohler, Bénédicte Salthun-Lassalle

Dossiers Pour la Science:

Rédactrice en chef adjointe : Bénédicte Leclercq

Rédacteur : Daniel da Rocha

Génies de la Science:

Directrice artistique: Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette: Annie Tacquenet, Sylvie Sobelman,

Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet: David Martin.

Marketing : Philippe Rolland et Marina Ballini

Direction financière: Anne Gusdorf

Direction du personnel: Jean-Benoît Boutry

Fabrication: Jérôme Jalabert, assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication: Susan Mackie

Directeur de la publication et Gérant: Marie-Claude Brossollet

Conseillers scientifiques: Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro: Bettina Debû, Hans Geisemann

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité: Jean-François Guillotin (jf.guillotin@pourlascience.fr).

Tél.: 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Télécopieur: 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Grémillon: Tél.: 01 55 42 84 04

Abonnements pour la Belgique: EDIGROUP Belgique Sprl - 5 place du champ de Mars - 20th floor - 1050 Bruxelles - tel. 070/233 304 - abobelgique@edigroup.org

Abonnements pour la Suisse: EDIGROUP SA - 39 rue Peillonex - CH 1225 Chene Bourg - tel. 022/860 84 01 - abonne@edigroup.ch

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

Canada: Edipresse: 945, avenue Beaumont, Montréal, Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse: Servidis: Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique: La Caravelle: 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays: Éditions Belin: 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

Toutes les demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Cerveau & Psycho», doivent être adressées par écrit à

«Pour la Science S.A.R.L.», 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. Certains articles de ce numéro sont publiés en accord avec la revue Spektrum der Wissenschaft (© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, mbHD-69126, Heidelberg).

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).