



6. LES AIRES CÉRÉBRALES activées par des hallucinations visuelles ont été enregistrées. Des personnes ayant des hallucinations visuelles décrivent leurs hallucinations (à gauche, pour

AIRE V₄/V₈



ce patient) pendant l'examen. On constate que les hallucinations colorées activent les mêmes aires cérébrales que celles qu'activent certains mots «colorés» chez les synesthètes.

Synesthésies et qualia

L'attribution d'états conscients à des substrats biologiques déterminés reste débattue. Au fil de l'évolution, le cerveau des hominidés s'est développé et le nombre des états conscients n'a cessé d'augmenter. Cependant, l'étude des synesthésies révèle que la sélection des qualia pourrait être distincte de celle des fonctions comportementales. En effet, quel est l'avantage évolutionniste procuré par l'effet fausse-couleur? La compréhension du langage a manifestement un rôle important pour la survie, de même que la vision des couleurs, mais on ne voit aucune explication naturelle au fait qu'un lien neuronal relie la perception de couleurs déclenchée à des mots : une telle disposition est, au mieux, fonctionnellement neutre, et dans le cas de l'effet fausse-couleur, désavantageuse. Peut-être les effets néfastes d'une éventuelle mutation génétique, cause des couleurs perçues par la voie auditive, n'ont-ils pas encore eu le temps de provoquer une sélection quelconque. Dans ce cas, les qualia et les fonctions organiques connaîtraient chacun leur propre dynamique évolutive.

Cette conclusion ne saurait être remise en cause par un caractère illusoire de la perception synesthétique. On admet en effet que les couleurs,

en tant que telles, ne sont pas des propriétés des objets perçus comme colorés : c'est la réflexion de la lumière incidente sur leur surface qui leur confère leur couleur. Il n'y a qu'une corrélation entre ces réflexions lumineuses – mesurées sur les surfaces ou traitées par le cerveau – et les impressions conscientes (les qualia) qu'en a l'individu. Ainsi, «entendre» les couleurs n'est pas plus absurde que de les «voir». En toute logique, les synesthètes entendant des couleurs n'en sont peut-être qu'à la première étape d'une voie évolutive qui pourrait mener à l'attribution de qualia de couleurs à des mots (si cette voie n'était déjà empruntée par le système visuel).

L'étude des synesthésies souligne que la recherche sur les liens entre cerveau et états conscients peut être menée de façon concrète en laboratoire, et pas seulement au travers d'expériences de pensée. Elle révèle surtout que les états conscients ont vraisemblablement leur existence et leur dynamique évolutive propre, souvent reliées à l'évolution des fonctions de l'organisme, mais pas par des liens nécessaires ou immuables. Le monde des qualia, ébranlé par le petit talon d'Achille qu'est la synesthésie, pourrait offrir aux chercheurs une nouvelle *terra incognita* dont l'exploration ne fait que commencer.

Jeffrey GRAY est professeur à l'Institut de Psychiatrie de Londres.

D. FFYTCHÉ *et al.*, *The anatomy of conscious vision: an fMRI study of visual hallucinations*, in *Nature Neuroscience*, vol. 1, pp. 738-742, 1998.

J. GRAY *et al.*, *Implications of Synaesthesia for Functionalism: Theory and Experiments*, *Journal of Consciousness Studies*, 2003, sous presse.

V. RAMACHANDRAN *et E. Hubbard*, *Synaesthesia - A Window into Perception, Thought and Language*, in *Journal of Consciousness Studies*, vol. 8 (12), pp. 3-34, 2001.

J. NUNN *et al.*, *Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words*, in *Nature Neuroscience*, vol. 5, pp. 371-375, 2002.

R. E. CYTOWIC, *Synesthesia: A Union of the Senses*, deuxième édition, MIT Press, Cambridge Mass, 2002.

Quelle conscience durant le coma?

STEVEN LAUREYS • MARIE-ÉLISABETH FAYMONVILLE • PIERRE MAQUET

Comment déterminer l'état de conscience d'une personne dans le coma? Les méthodes d'imagerie aident les médecins à évaluer les divers degrés de conscience des personnes ayant subi une grave lésion cérébrale.

Parce que la médecine et, notamment, la réanimation et les soins intensifs ont progressé, le nombre de personnes qui survivent à une lésion cérébrale grave ne cesse d'augmenter. Certaines d'entre elles sortent du coma en quelques jours ; pour d'autres, les mécanismes de réparation sont beaucoup plus longs, et ces personnes traversent différentes phases avant de récupérer, partiellement ou totalement, leur état de conscience. D'autres enfin perdent définitivement toute activité cérébrale : c'est la mort cérébrale. Les médecins réanimateurs savent combien il est difficile de reconnaître sans ambiguïté les signes d'une perception ou d'une action consciente chez les personnes plongées dans le coma, cette difficulté se traduisant par de fréquents diagnostics erronés. On sait mal évaluer objectivement les fonctions cérébrales résiduelles après une lésion grave du cerveau, parce que les réactions motrices, qui permettent de communiquer, sont souvent, elles aussi, perturbées. De surcroît, la conscience n'est pas un phénomène de tout ou rien, mais plutôt un continuum d'états.

Comment évaluer l'état de conscience (ou d'absence de conscience) chez une personne autre que soi? Sur quels critères pouvons-nous définir la conscience d'après un examen clinique? Peut-on relier des états de conscience particuliers à des signes cliniques spécifiques dus à des lésions cérébrales graves? Quel est l'apport des méthodes d'imagerie, telle la tomographie par émission de positons, lorsque l'on cherche à relier une lésion anatomique au trouble fonctionnel observé? Les personnes ayant subi une lésion cérébrale grave peuvent être dans le coma profond, c'est-à-dire ni éveillées ni conscientes ; dans un état dit végétatif, c'est-à-dire éveillées, mais sans conscience ; dans un état de conscience minimale, c'est-à-dire éveillées et présentant des accès transitoires d'ébauches de conscience ; elles peuvent aussi présenter un syndrome dit *locked-in*, c'est-à-dire éveillées et conscientes, mais totalement paralysées. Enfin, elles peuvent être dans un état de mort cérébrale, c'est-à-dire de coma irréversible.

Nous examinerons ces cinq stades. Après en avoir donné la définition clinique, nous étudierons le fonctionnement du cerveau dans chacun de ces états. Nous nous intéresserons surtout aux personnes en état végétatif, parce qu'elles posent un important problème médical, en termes de diagnostic, de pronostic, de traitement et de soins quoti-

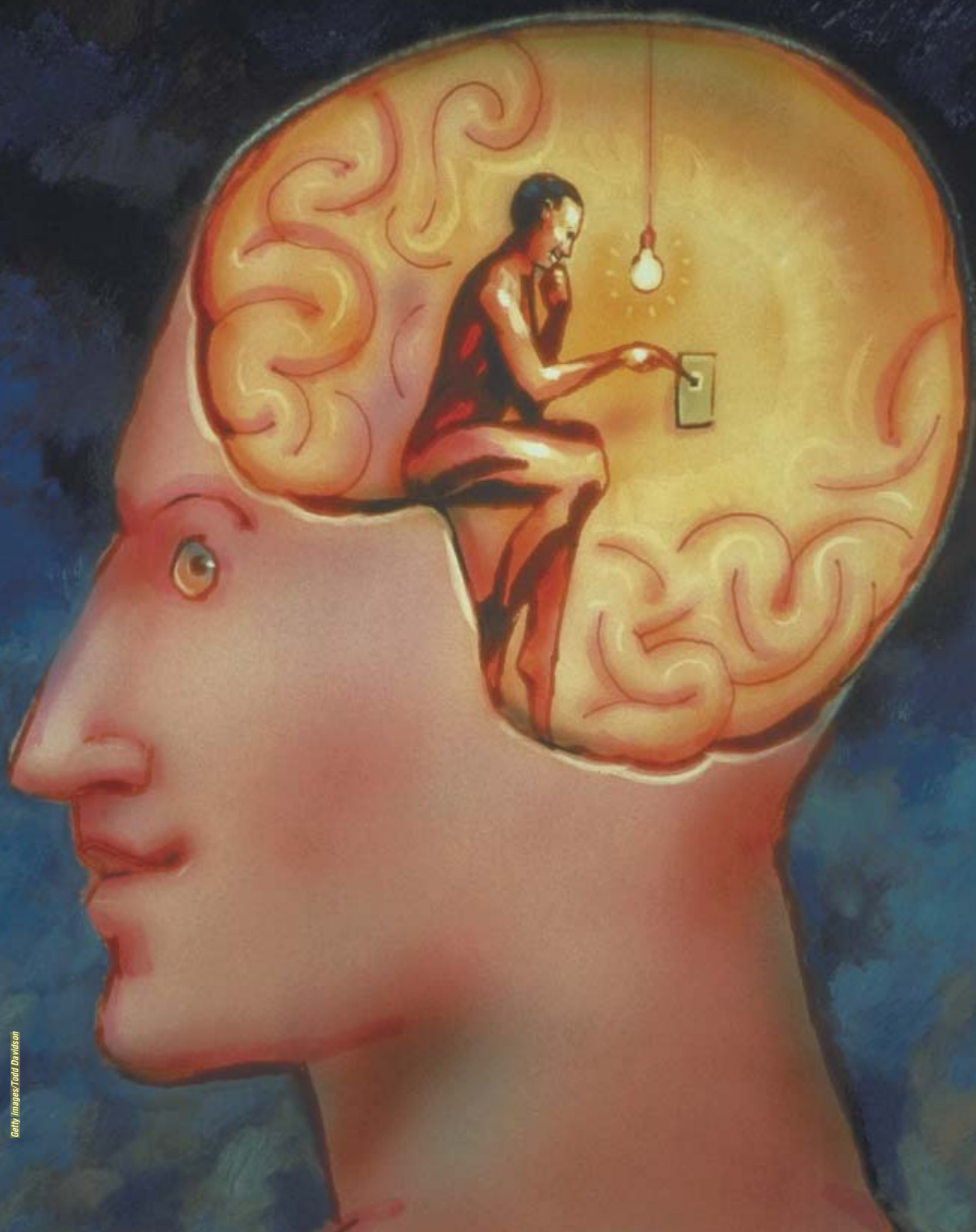
diens, et parce qu'elles permettent d'étudier la conscience humaine et d'identifier les supports neuronaux de la conscience ; chez les personnes en état végétatif, la conscience est abolie, mais contrairement aux patients dans le coma, elles sont éveillées.

Connaissance de soi et conscience du monde

Le mot conscience vient du latin *conscio*, formé de *cum* (avec) et de *scio* (je sais). Cette racine latine fait référence à un savoir que l'on partage avec quelqu'un d'autre. La conscience serait la connaissance de soi et de son environnement. On parle de conscience de soi quand des stimulus ont un impact direct sur soi (avoir conscience du siège sur lequel on est assis) ; on parle aussi d'«idée de soi» (se reconnaître dans un miroir). Chez l'homme, cette conscience de soi apparaît vers l'âge de 15 mois. Elle se manifeste aussi chez certains animaux tels le chimpanzé et le dauphin, par exemple. La «conscience de la conscience de soi», c'est-à-dire la connaissance de soi en tant que personne dans un environnement social ou culturel, émergerait vers quatre ans. Pour le clinicien, la conscience nécessite à la fois l'éveil et la perception du monde extérieur (voir la figure 3).

Tout comme la conscience, qui représente un continuum d'états, l'éveil présente un continuum de comportements, du sommeil profond à l'éveil total. De surcroît, ce n'est pas non plus un mécanisme de tout ou rien : même durant le sommeil, nous restons sensibles au monde environnant et une stimulation extérieure intense, inattendue ou nouvelle peut nous éveiller : même durant le sommeil, la vigilance subsiste. Un patient est considéré en état d'éveil quand il ouvre spontanément les yeux pendant des périodes prolongées (plus d'une dizaine de minutes).

1. LES PERSONNES ayant une lésion cérébrale grave présentent différents états de conscience : certaines sont éveillées, mais sans conscience ; certaines semblent dormir et ne réagissent pas au monde ; certaines ont de brèves phases d'éveil où l'on peut détecter quelques réactions intentionnelles ; d'autres encore sont parfaitement conscientes, mais ne peuvent communiquer, car leur corps est totalement immobile. Les progrès réalisés dans l'identification des états de conscience de ces patients devraient aider les médecins à poser leur diagnostic. Un patient dans le coma peut recouvrer la conscience, comme si «quelqu'un» avait allumé la lumière dans le cerveau endormi, rétablissant le fonctionnement des connexions cérébrales.



Face à un malade ayant une lésion cérébrale grave (quel que soit le stade), on doit évaluer ses possibilités de percevoir le monde extérieur et sa volonté d'interagir avec lui : en un mot, on doit évaluer sa conscience perceptive. On y parvient en faisant des examens approfondis et répétés de sa capacité à formuler des réponses reproductibles, volontaires, adaptées et prolongées à des stimulus auditifs, tactiles, visuels.

Le coma

Le coma se caractérise par une absence d'éveil et, par conséquent, de la conscience. C'est un état où la personne ne se réveille pas lorsqu'elle est stimulée ; elle est étendue, les yeux fermés, insensible à elle-même et à son environnement. Le patient en état de coma ne présente pas les cycles d'éveil suivis de périodes de sommeil ; seule l'activité réflexe subsiste. Normalement la formation réticulée (voir la figure 2) a une fonction activatrice : elle « bombarde » le cortex d'informations qui maintiennent éveillé. Durant le coma, la formation réticulée ne remplit plus son rôle. La question se pose alors : comment peut-on distinguer une syncope, une commotion, une perte de conscience temporaire et un coma ? Ce dernier n'est établi que si la perte de conscience dure plus d'une heure. Généralement, les personnes qui sont dans le coma commencent à se réveiller et à récupérer en deux à quatre semaines au maximum, sinon elles entrent dans un état végétatif ou dans un état de conscience minimale.

Le coma résulte de lésions diffuses du cortex des deux hémisphères ou de la substance blanche ; elles-mêmes résultent de lésions de neurones ou d'axones (les longs prolongements des neurones), ou de lésions du tronc cérébral qui perturbent le système d'activation de la formation réticulée. Avec la tomographie par émission de positons, on évalue le niveau d'activité du cerveau en suivant sa consommation de glucose. Ainsi, on a observé que le métabolisme global du glucose dans la substance grise de personnes dans le coma à la suite d'un traumatisme ou d'un accident vasculaire cérébral est réduit de 40 à 50 pour cent. Chez les personnes qui récupèrent d'un coma dû à un manque d'oxygène (une anoxie), le métabolisme cérébral reste souvent inférieur de 25 pour cent à la normale. Aujourd'hui, on sait que le cerveau des personnes dans le coma fonctionne « au ralenti », mais on ne sait pas déduire l'évolution de l'état d'un patient de la consommation de glucose de son cerveau.

Toutefois, une diminution globale du métabolisme cérébral n'est pas spécifique du coma ; elle accompagne aussi l'anesthésie durant laquelle le métabolisme cérébral diminue parfois de 70 pour cent (par exemple lors d'une anesthésie au propofol). Enfin, on constate également une diminution relativement importante du métabolisme cérébral durant certaines phases du sommeil : les phases de sommeil lent (par opposition au sommeil paradoxal, celui où surviennent les rêves). Le métabolisme est parfois réduit de 60 pour cent. Ainsi un métabolisme bas n'est pas nécessairement irréversible : après avoir dormi, on se réveille !

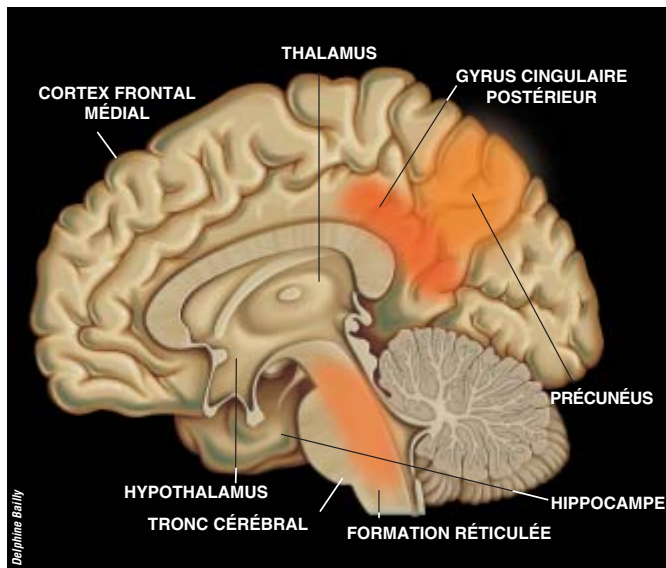
Le terme d'état de conscience minimale est utilisé pour décrire les personnes incapables de suivre des instructions de façon reproductible ou de communiquer ; toutefois, elles présentent des comportements fugaces, mais reproductibles, témoignant d'une conscience de soi ou de l'environnement. Ces personnes peuvent, par exemple, fixer un objet de façon reproductible, manifester des compor-

tements émotionnels ou moteurs qui sont déclenchés par des stimulus particuliers. Ainsi, elles peuvent se mettre à pleurer en entendant la voix d'un proche, obéir à un ordre, manipuler un objet, émettre un son ou encore faire un geste signifiant oui ou non.

État de conscience minimale et syndrome *locked-in*

Une des difficultés des médecins, comme nous l'avons évoqué, consiste à évaluer le degré de conscience de patients en état de coma. Les critères définissant la conscience minimale ayant été établis récemment, la neuropathologie est mal décrite et les images fonctionnelles sont rares. Le mutisme résulte généralement de lésions bilatérales du cortex frontal médial. L'inertie globale semble résulter d'une activation corticale inadéquate due à des anomalies des circuits reliant la formation réticulée et le cortex, ainsi que la formation réticulée et le système limbique.

Le tableau clinique de l'état de conscience minimale diffère de celui du syndrome *locked-in*, terme introduit en 1966, par Fred Plum et Jérôme Posner, de l'Université de New York, pour décrire les personnes paraplégiques (qui ne peuvent bouger les membres) et celles qui ne peuvent bouger ni la bouche ni la face. Contrairement à l'état de conscience minimale, la cognition est bien préservée dans le syndrome. La première description du syndrome *locked-in* est donnée dans *le Comte de Monte-Cristo*, publié par Alexandre Dumas en 1844 : à la suite d'un accident vasculaire cérébral, Noirtier de Villefort, le père d'un des comploteurs que recherche le Comte de Monte-Cristo pour se venger, ne peut plus communiquer qu'en clignant des yeux : « Monsieur Noirtier, immobile comme un cadavre, regardait avec ses yeux intelligents et vifs ses enfants, dont la cérémonieuse révérence lui annonçait quelque démarche officielle inattendue. La



2. LES ZONES ESSENTIELLES pour la conscience sont la formation réticulée et le thalamus, ainsi que le cortex associatif, dont on a représenté le cortex frontal médial, le gyrus cingulaire postérieur et le précunéus. Les aires perturbées sont, dans le coma, la formation réticulée ou l'ensemble du cortex ; dans l'état végétatif, le cortex associatif ; dans l'état de conscience minimale, essentiellement le cortex frontal médial ; dans le syndrome *locked-in*, une partie du tronc cérébral.