

patients sont par exemple capables de répondre à un ordre verbal ou écrit, d'émettre des verbalisations intelligibles, de suivre visuellement du regard et de localiser des stimulations douloureuses (dites nociceptives). Ils présentent également des comportements émotionnels adaptés : ils sourient ou pleurent. Toutefois, ces réactions doivent être reproductibles pour que l'on puisse en conclure que l'action est volontaire. Les patients sont donc éveillés et leur conscience fluctue, mais ils restent incapables de communiquer pour exprimer leurs pensées.

Le pronostic de ces patients est meilleur que celui des patients en état d'éveil non répondant. Récemment, nous avons défini un état de conscience minimale « moins » et un autre état de conscience minimale « plus ». Le premier se caractérise par des signes primaires de conscience qui ne relèvent pas du langage (le sujet est, par exemple, capable de suivre des yeux un objet qu'on lui montre), alors que le second se définit par la présence d'une compréhension verbale, c'est-à-dire qu'il peut, par exemple, bouger un doigt si on le lui demande. Tout comme le syndrome d'éveil non répondant, l'état de conscience minimale peut être transitoire, chronique ou permanent.

Enfin, le syndrome locked-in, ou syndrome de verrouillage, d'enfermement ou pseudocoma, n'est pas à proprement parler un état de conscience altérée, mais peut facilement être confondu avec les entités mentionnées précédemment. Dans le coma, le sujet n'est pas éveillé et n'est pas conscient. Dans l'état non répondant, le sujet est éveillé, mais non conscient. Dans l'état de conscience minimale, il est éveillé et semble présenter une ébauche de conscience. Dans le syndrome locked-in, le sujet est éveillé et conscient. Ce syndrome se caractérise par une tétraplégie (paralysie des quatre membres) et une anarthrie (impossibilité d'articuler des sons) provoquées par une lésion au niveau du tronc cérébral : les connexions entre les voies neuronales motrices qui relient le cortex à la moelle épinière sont interrompues. Bien que ces patients ne puissent pas bouger, leurs sensations restent intactes et ils sont tout à fait conscients.

Le livre de Jean-Dominique Bauby *Le scaphandre et le papillon* et son adaptation cinématographique illustrent ce syndrome. Les mouvements des yeux représentent le principal moyen de communication,

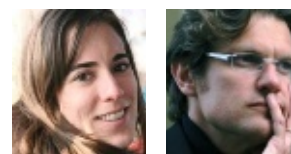
voire le seul. Parfois, l'extrémité d'un doigt peut également servir à communiquer. Mais, contrairement à ce que l'on croit généralement, la qualité de vie de ces personnes ne semble pas inférieure à celle de la population générale lorsqu'elle est évaluée d'après des questionnaires standards.

Dès lors, on mesure la difficulté d'évaluer le niveau de conscience de sujets présentant de graves lésions cérébrales, alors même que cette évaluation revêt une importance essentielle en raison des implications en termes de pronostic et de décisions thérapeutiques, mais également de décisions médico-légales et d'approches éthiques.

## Comment évaluer le niveau de conscience ?

Même si l'évaluation comportementale reste la méthode de choix pour réaliser un diagnostic clinique, nous avons montré qu'elle n'est pas toujours facile à appliquer : nous avons mis en évidence la difficulté à laquelle le personnel soignant est

## ■ LES AUTEURS



Olivia GOSSE, chargée de recherche FNRS, est neuropsychologue dans le *Coma Science Group*, au Centre de recherches du cyclotron et Département de neurologie, à l'Université de Liège, en Belgique.

Steven LAUREYS, directeur de recherche FNRS, dirige le *Coma Science Group*.

## Qu'est-ce que la conscience ?

**P**lusieurs théories de la conscience humaine postulent que la conscience émerge dans le cerveau grâce à un échange d'information caractérisé par une diffusion globale, à tout le réseau neuronal impliqué dans la conscience, et une intégration de cette information par ce réseau. Selon Stanislas Dehaene, qui dirige l'Unité de neuro-imagerie cognitive INSERM-CEA, et Lionel Naccache, à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière, qui ont proposé une théorie de l'espace de travail neuronal global (*Global neuronal workspace*), l'information diffuse dans un espace neuronal global, comprenant les cortex fronto-pariétaux, ce qui permettrait l'émergence de l'état conscient.

Pour Giulio Tononi, de l'Université du Wisconsin, à Madison, et sa théorie de l'intégration de l'information, chaque expérience consciente doit

être, d'une part, différenciée, c'est-à-dire reconnaissable parmi une multitude d'autres expériences possibles, et, d'autre part, intégrée et unifiée, ce qui implique l'existence d'interactions causales au sein du cerveau. Cette théorie propose également une évaluation mathématique du niveau de conscience, qui devra être validée cliniquement. Si la connectivité au sein du cerveau est perturbée, on observe une perte de conscience, comme dans le sommeil profond, l'anesthésie, l'épilepsie et l'état d'éveil non répondant (aussi nommé état végétatif). Ces différents états présentent tous *in fine* un syndrome de déconnexion cérébrale.

D'un point de vue comportemental, la conscience reste toutefois difficile à évaluer chez les patients en état de conscience altérée, car, pour avoir accès à la conscience, il

**faut pouvoir communiquer.** Cette situation est similaire pour les nouveau-nés, les personnes âgées démentes et les animaux. Durant ces 20 dernières années, de nombreuses études ont cependant montré que la plupart des animaux sont dotés d'une conscience.

Par exemple, il a été montré que les chimpanzés apprennent à leur progéniture à fabriquer des outils pour casser des noix, tout comme les grands singes, les dauphins, les cochons, les éléphants et les pies se reconnaissent dans un miroir, test classique de la conscience de soi que les enfants réussissent vers l'âge de 18 mois.

Il semble donc, comme Darwin l'affirmait déjà, qu'entre la conscience chez l'homme et la conscience chez les autres espèces animales, il y ait plus une différence de degré qu'une différence de nature.

confronté lorsqu'il lui faut distinguer un comportement réflexe d'un comportement volontaire. On aboutit à des erreurs diagnostiques dans environ 40 pour cent des cas, quand le diagnostic est réalisé sans l'appui d'échelles standardisées fiables.

Une récente méta-analyse préconise l'utilisation de l'échelle de récupération du coma nommée *Coma Recovery Scale-Revised* mise au point par Joseph Giacino, aux États-Unis, en 2004, pour évaluer le niveau de conscience de ces patients. Cette échelle permet de rechercher systématiquement la présence de comportements non réflexes, par exemple des réponses volontaires faisant suite à une commande verbale. On peut aussi demander aux sujets de suivre du regard un objet qu'on leur présente. Toutefois, il est préférable de demander aux patients de suivre du regard un miroir dans lequel ils se voient que de suivre un objet quelconque. Ainsi, nous avons montré, dans une étude, que 29 pour cent des sujets auraient été diagnostiqués en état d'éveil non répondant sans l'utilisation du miroir (ils ne suivent pas un objet quelconque, mais suivent un miroir). Il est vraisemblable qu'ils sont plus attentifs, car ils se voient dans le miroir.

Ainsi, de très nombreuses expériences confirment que des sujets non répondants ou dans un état de conscience minimale présentent, quand on utilise des méthodes appropriées, plus de signes de conscience que ne le laissent penser les tests classiques d'évaluation de la conscience. Par ailleurs, divers facteurs compliquent encore le diagnostic, mais doivent être pris en compte lors de l'évaluation clinique de la conscience : l'effet sédatif de certains médicaments, la présence d'infections et les complications médicales. Malgré des examens cliniques réalisés dans les meilleures conditions possibles, on peut sous-estimer l'état de conscience de certaines personnes, parce que nous devons nous contenter d'observer les comportements moteurs en réaction à des stimulus extérieurs, et qu'il est impossible d'avoir accès à la conscience interne des patients qui ne communiquent pas.

C'est pourquoi les techniques de neuro-imagerie sont de plus en plus utilisées, car non seulement elles permettent d'évaluer l'étendue des lésions structurales cérébrales, mais aussi de mesurer l'activité cérébrale au repos, lors de stimulations sensorielles et pendant des

tâches d'imagerie mentale. Nous allons voir pourquoi l'imagerie cérébrale pourrait aider les cliniciens et les chercheurs à préciser l'état de conscience des personnes qui sortent du coma.

## L'apport de la neuro-imagerie

Pour évaluer les lésions structurales, on utilise diverses méthodes d'imagerie. L'imagerie par résonance magnétique par tenseur de diffusion a révélé des altérations étendues de la substance blanche dans le cerveau des patients en état de conscience altérée. On a également observé des lésions sous-corticales et thalamiques de la substance blanche plus importantes chez les sujets en état d'éveil non répondant que chez les patients en état de conscience minimale.

Par ailleurs, l'équipe de Nicholas Schiff, à la Faculté de médecine Weill Cornell, à New York, a constaté chez un patient ayant émergé de l'état de conscience minimale après 19 ans une repousse des axones (qui constituent la substance blanche) au niveau du précuneus (dans le cortex pariétal). Le précuneus est une aire cérébrale impliquée notamment dans les processus cognitifs de haut niveau, qui semble en outre jouer un rôle important dans la conscience.

Pour préciser le rôle du précuneus, les neuroscientifiques utilisent la tomographie par émissions de positons, TEP, et l'IRM fonctionnelle. Les premières études réalisées au moyen de la TEP ont montré que le métabolisme cérébral diminue notablement chez les patients en état de conscience altérée (rappelons que la TEP utilise un marqueur radioactif qui permet de mesurer la consommation du glucose, ce qui reflète l'activité du cerveau). Il a ensuite été montré que ces patients présentent plus particulièrement un déficit métabolique dans le réseau fronto-pariétal et le thalamus alors que les structures sous-corticales et le tronc cérébral restent relativement préservés.

Des études chez des sujets sains éveillés, durant le sommeil et au cours d'une anesthésie générale, ont également confirmé le rôle du réseau fronto-pariétal dans la genèse de la conscience. Au sein de ce réseau, le précuneus semble jouer un rôle primordial, notamment car c'est la région la plus endommagée chez les patients en état de conscience altérée. De



**2. LA TMS, ou stimulation magnétique transcrânienne, donne des profils d'activation différents selon l'état de conscience.** Chez un sujet en état d'éveil non répondant, on observe une brève activation juste après la stimulation (a), mais elle disparaît rapidement et reste très localisée (b, en bleu). Dans l'état de conscience minimale, l'activité électrique se prolonge dans le temps (c), et se propage plus loin (d). Dans le syndrome locked-in, l'activité se prolonge encore plus (e) et se propage dans tout le cerveau (f). Ce dernier profil d'activation cérébrale par la TMS est identique à celui d'un sujet sain.

