

Comment définir et localiser la conscience ? Les progrès de la neuro-imagerie ont laissé penser que la réponse était accessible. Pourtant, elle échappe encore aux scientifiques. Jusqu'à quand ?

**P**renez une cellule vivante, une cellule de votre corps, par exemple. Son existence est régie par un mécanisme dépourvu d'esprit. Elle est en quelque sorte semblable à un microrobot doté d'une large autonomie mais pas plus conscient qu'une levure. Autrement dit, quelle que soit cette cellule et d'où qu'elle provienne, elle ne sait nullement qui vous êtes ni ne s'en soucie. Et qu'êtes-vous en définitive, si ce n'est un assemblage de milliards de milliards de cellules de ce type ? Or, *"cent kilos de levure ne s'émerveillent pas devant une toile de Braque, ni devant quoi que ce soit ; vous si, remarque le philosophe américain Daniel Dennett, dans De beaux rêves. Et pourtant, vous êtes fait de cellules qui, fondamentalement, sont du même genre que ces cellules de levure, à cette différence près que les unes et les autres accomplissent des tâches différentes."*

### "JE PENSE DONC JE SUIS"

D'où vient cette vie intérieure, cette subjectivité, ce regard que l'on porte sur le monde et sur soi ? Comment comprendre que le tout ainsi formé puisse savourer le spectacle d'une œuvre d'art quand chacun de ses composants est plongé dans un état extrême de myopie ? Qu'est-ce que le phénomène de la conscience ? Prend-il naissance dans notre cerveau et, si oui, à quel endroit, de quelle manière ? La science est-elle en mesure de l'expliquer ou est-il condamné à lui échapper ? Ces interrogations constituent encore aujourd'hui le socle d'une formidable énigme scientifique. *"La conscience est sans doute l'obstacle le plus remarquable à notre quête d'une compréhension scientifique de l'Univers, affirme le philosophe australien David Chalmers, dans*



> Individuellement, des cellules comme les neurones sont dépourvues "d'esprit". Pourtant, leur assemblage fait émerger la conscience.

*L'esprit conscient (2010). La physique est incomplète, mais elle est bien comprise ; la biologie a dissipé nombre d'énigmes qui entouraient jadis la nature de la vie. Il reste des zones d'ombre dans notre compréhension de ces champs, mais elles ne semblent pas impénétrables. La conscience, toutefois, est toujours aussi incompréhensible."*

Tout part pourtant d'une certitude, d'une intuition première. Sans pouvoir la définir avec exactitude, nous pensons savoir à quoi on fait référence lorsqu'on parle de conscience. *"Cogito ergo sum"* (*"Je pense donc je suis"*), jubilait au XVII<sup>e</sup> siècle le philosophe et

homme de sciences français René Descartes. Tandis qu'il soumet au doute méthodique les connaissances acceptées jusque-là, la certitude de sa propre existence s'impose comme une expérience fondatrice, la première pierre de la reconstruction de la science. Avant même de savoir ce qu'est le monde, je sais que j'existe comme un être pensant. Mais Descartes distingue aussi deux substances, le corps d'un côté, et l'esprit (ou l'âme) de l'autre – il n'emploie pas le terme de conscience, qui lui est postérieur. Selon lui, ces deux substances se rencontrent chez l'homme au niveau d'un organe intermédiaire, la glande pinéale,

située à la base du cerveau. Là, l'esprit commande le corps et le corps informe l'esprit. Or, ce dualisme cartésien, qui a profondément marqué la pensée occidentale, repose sur l'affirmation selon laquelle les phénomènes mentaux sortent du champ de la physique. De par sa nature, la conscience serait un problème insoluble scientifiquement, hors d'atteinte. Elle est par conséquent longtemps restée l'apanage des philosophes, faisant l'objet de débats métaphysiques, voire ésotériques. La conscience n'est devenue un domaine scientifique à part entière que depuis une trentaine d'années seulement. A la fin du XX<sup>e</sup> siècle,

BLUE BRAIN PROJECT/EPFL

le développement des techniques de neuro-imagerie a notamment suscité une certaine euphorie : on allait enfin assister en direct au fonctionnement cérébral, pouvoir cartographier des aires associées aux opérations mentales les plus diverses ! La conscience devenait soudain accessible à l'expérimentation.

### UN PONT ENTRE RESENTI ET MESURABLE

Hélas ! Loin de faire tomber le voile, l'imagerie cérébrale a révélé l'infinie complexité du phénomène. Où placer la conscience dans cet ensemble inextricable de circuits interconnectés, en constante interaction, se modifiant en permanence tout au long de la vie ? Les scientifiques, qui espéraient localiser et circonscrire sa source dans un recoin du cerveau, savent désormais que cette quête n'a pas de sens. Comment dès lors se lancer dans la recherche des fondements biologiques de la conscience ? Quelle démarche suivent aujourd'hui les scientifiques pour l'expérimenter ? "Sous l'impulsion de Francis Crick, codécouvreur de l'ADN, et de son étudiant Christoph Koch, une nouvelle approche dite des 'corrélats neuronaux de la conscience' est apparue dans les années 1990, raconte Sid Kouider, chargé de recherche au CNRS et membre du département d'étude cognitive à l'École



## Le cogito de Descartes

Pour le philosophe et homme de sciences René Descartes (1596-1650), la conscience de soi en tant que sujet pensant (le fameux "Cogito ergo sum", "Je pense donc je suis") est l'intuition première, la seule certitude à laquelle on peut se raccrocher quand rien d'autre ne résiste au doute méthodique.

"De sorte qu'après y avoir bien pensé, et avoir soigneusement examiné toutes choses, enfin il faut conclure, et tenir pour constant que cette proposition: 'Je suis, j'existe' est nécessairement vraie, toutes les fois que je la prononce, ou que je la conçois en mon esprit." (Discours de la méthode, 1637)

normale supérieure de Paris. Celle-ci offre l'avantage de relier – ou corréler – les états subjectifs et les états mentaux, sans avoir à les fusionner ni même à établir de rapport de causalité." Autrement dit, plutôt que de tenter d'élucider directement une conscience évanescence, les chercheurs en neurosciences cognitives préfèrent découvrir les événements cérébraux spécifiques qui l'accompagnent. Ils observent ce qui se passe dans le cerveau de sujets lors d'une expérience consciente particulière, le comparent à des situations non conscientes, et déterminent quelles sont les différences au niveau des processus neuronaux. Ils dressent ainsi des ponts entre états subjectifs (des ressentis) et états mentaux (des états physiques, mesurables et observables).

### NON LOCALISABLE DANS LE CERVEAU

Et d'emblée, les premiers résultats font apparaître une conscience encore plus énigmatique qu'on ne pouvait l'imaginer. Non seulement cette dernière n'est pas localisable, mais en plus elle se révèle nullement nécessaire à nos activités cérébrales ! La majeure partie des données visuelles, auditives, tactiles est en effet traitée par notre cerveau sans même que nous nous en rendions compte. Au début des années 1980, le psychologue britannique Anthony Marcel a notamment mis en évidence que l'on peut avoir compris le sens d'un mot sans même avoir eu conscience de le voir ! Bref, le rideau tombe sur le "théâtre cartésien", cette vision simpliste qui assimile notre conscience à un endroit dans notre cerveau où seraient collectées les informations et à partir duquel des décisions seraient prises, des réponses comportementales déclenchées. Un exemple

## La chauve-souris de Nagel

Pour le philosophe Thomas Nagel (né en 1937), il est impossible de donner une explication scientifique au phénomène de la conscience et, par exemple, les humains ne pourront jamais savoir l'effet que ça fait d'être une chauve-souris.

"Cela ne servira à rien d'essayer d'imaginer que l'on a des palmes au bout des bras, qui nous permettent de voler de-ci de-là au crépuscule et à l'aube en attrapant des insectes dans notre bouche ; que l'on a une vision très faible, et que l'on perçoit le monde environnant par un système de signaux sonores réfractés et de fréquence élevée, et que l'on passe la journée pendu la tête en bas par les pieds dans un grenier. Pour autant que je puisse imaginer cela (ce qui ne va pas bien loin), cela ne me dit pas quel effet cela me ferait à moi de me comporter de la manière dont se comporte une chauve-souris. Mais ce n'est pas le problème. Je veux savoir quel effet cela fait à une chauve-souris d'être une chauve-souris. Si j'essaie d'imaginer cela, je suis borné aux ressources de mon propre esprit, et ces ressources sont inadéquates pour cette tâche."

## LA CONSCIENCE DE SOI DES ANIMAUX

A ce jeu-là, les chats et les chiens sont loin d'être les meilleurs. Les scientifiques ont établi un protocole bien particulier afin d'évaluer la conscience de soi des animaux.

Baptisé le "test du miroir" et élaboré dans les années 1970 par le psychologue américain Gordon Gallup, il revient à se poser une question : cet animal est-il capable de reconnaître son propre reflet dans un miroir comme une image de lui-même ? Pour le savoir, on applique un sparadrap ou une tache de couleur sur la tête de l'animal, de telle sorte qu'il ne peut la voir directement mais seulement à l'aide d'une glace.

On profite le plus souvent de son sommeil, afin qu'il ne se rende pas compte de cet ajout. Puis on observe son comportement au réveil, devant un miroir. La plupart des animaux, comme les très jeunes enfants (moins de 18 mois), s'amuse à explorer la tache en touchant le miroir, car ils croient que leur image est un autre individu.

Mais parfois, l'animal tente de se débarrasser de la marque, ou se met à faire des gestes orientés vers celle-ci, ce qui suggère qu'il perçoit l'image dans le miroir comme la sienne, qu'il a conscience de lui-même. Ceux qui ont réussi le test forment une drôle de liste à la Prévert : il y a plusieurs grands singes (des chimpanzés, des bonobos, des orangs-outans), des cétacés (des dauphins, des orques), mais aussi des éléphants et des pies ! Les chats et les chiens, en dépit de l'intelligence qu'on leur accorde, ont en revanche toujours échoué.

✓ Contrairement aux chiens et aux chats, les éléphants réussissent le test du miroir et prouvent ainsi qu'ils ont conscience d'eux-mêmes.



ADOC-PHOTOS - SPYKE/GETTY - JPILOTNIK - F. DE WAAL, D. REISS



Qu'est-ce que la conscience ?

parmi d'autres permet d'illustrer parfaitement combien la réalité est différente. Nous sommes tous légitimement persuadés que notre volonté préside à nos actions, que, si nous prenons une décision, c'est parce que nous avons préalablement fait un choix conscient, assimilé à notre libre arbitre. Mais en 1983, le neuroscientifique américain Benjamin Libet obtient des résultats surprenants. Il demande à des volontaires de faire un mouvement du doigt tout en scrutant une pendule qui égrène les secondes, puis d'indiquer le plus précisément possible à quel moment ils ont pris la décision de fléchir le doigt.

### L'ACTION PEUT PRÉCÉDER LA CONSCIENCE

Et, surprise, des électrodes posées sur le crâne des volontaires montrent que le cerveau prépare l'action 350 millisecondes avant que le sujet ait conscience de la vouloir ! Nous n'avons donc pas encore eu le temps de vouloir agir, que déjà notre cerveau s'est mis en ordre de marche, nous précède. Notre volonté consciente ne serait pas le déclencheur de nos actions !

Pire encore : nous pouvons très bien avoir conscience d'agir alors qu'il n'en est rien. Ou, inversement, agir sans en avoir conscience. L'équipe du Centre de neurosciences cognitives de Bron (près de Lyon), dirigée par Angela Sirigu, a ainsi confirmé que l'intention d'un mouvement et la conscience de sa réalisation sont des entités différentes dans le cerveau. *"Nos intentions du mouvement sont situées dans la partie postérieure du cerveau, dans le cortex pariétal, alors que son exécution se trouve dans le cortex prémoteur, à l'avant du cerveau, détaille Angela Sirigu. Quand elles ne sont pas lésées, ces deux régions travaillent main dans la main."* Mais quand on les stimule indépendamment l'une de l'autre, on obtient soit un patient qui a

## Le chef d'orchestre de Damasio

Pour le neuroscientifique Antonio Damasio (né en 1944), la conscience puise sa source dans le corps et prend naissance au niveau du tronc cérébral, une partie ancienne du cerveau que nous avons en commun avec bien d'autres espèces.

"Le produit ultime de la conscience résulte de nombreux sites cérébraux en même temps, et non d'un seul en particulier, un peu comme l'exécution d'une pièce symphonique ne dérive pas du jeu d'un seul et unique musicien ni même d'une section tout entière de l'orchestre. Mais ce qui est merveilleux, c'est que la partition et le chef d'orchestre ne deviennent réalité qu'à mesure que la vie avance." (*L'Autre moi-même*, 2010)

l'impression de bouger la main tout en restant impassible, soit un patient qui opère des mouvements sans le savoir. Au final, *"ce n'est pas parce qu'on bouge qu'on a conscience du mouvement, résume Angela Sirigu, mais bien parce qu'on a, à l'origine, une intention préalable de bouger."* Voilà la conscience, à laquelle on attribuait la fonction de guider et de contrôler nos gestes, bien facilement bernée.

Après une si sévère remise en question, que reste-t-il de la conscience ? Que peuvent nous apprendre à son sujet les scientifiques ? Une chose est sûre, elle est diffuse, et non réductible à un organe en particulier à l'image de la glande pinéale de Descartes, ni même à un réseau d'aires cérébrales. Elle semble plutôt liée à la manière dont les différentes parties du cerveau communiquent entre elles, au mode de transmission de l'information. Parmi les nombreuses théories qui s'efforcent de rendre compte de cette faculté

mentale, Stanislas Dehaene et Jean-Pierre Changeux, professeurs au Collège de France, à l'Inserm-CEA et à l'Institut Pasteur, ont développé l'idée séduisante d'un "espace de travail neuronal global" ("global neuronal workspace"). En plus des processus automatiques et non conscients, le cerveau disposerait d'une infrastructure de communication plus large où les informations seraient mises à disposition grâce à la connexion d'aires très éloignées. Cet "espace de travail" permet une forme de transversalité entre des aires très spécialisées, en rassemblant des données issues de régions cérébrales distantes pour les

stimulus visuel est jugé conscient si le sujet dit l'avoir vu, c'est-à-dire s'il croit l'avoir vu. Or l'introspection n'est pas infaillible, comme l'explique le philosophe Pierre Jacob : *"Vous ne pouvez croire avoir vu quelque chose que si vous l'avez remarqué. Mais voir, ce n'est pas toujours remarquer. Si je vous demande : 'Avez-vous vu ma grand-mère dans le bus hier ?', vous allez me rétorquer que vous ne la connaissez pas. Je vous dirai alors que vous l'avez forcément vue, car elle était assise juste en face de vous. Vous l'avez vue, mais ne l'avez cependant pas remarquée."* L'introspection mobilise en outre attention et mémoire, deux facultés

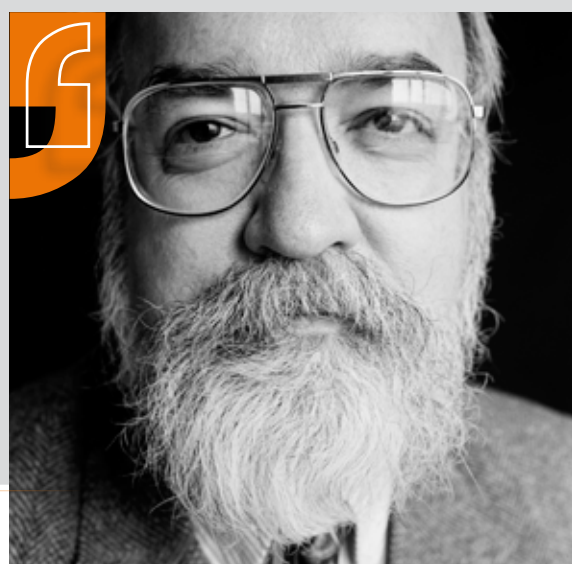
## La conscience résulterait d'une diffusion à tout le cerveau de données issues de régions cérébrales très éloignées

diffuser ensuite à l'échelle de tout le cerveau. Selon cette théorie, il y a conscience lorsqu'une information accède à cet espace de travail, acquiert une "célébrité cérébrale" selon la métaphore de Daniel Dennett.

La science a-t-elle désormais percé les mystères de la conscience ? Pas tout à fait. Car ce modèle, en dépit de sa reconnaissance par la communauté scientifique, a son talon d'Achille. D'un point de vue expérimental, il repose sur la "rapportabilité" d'un événement : un

qui ne sont pas forcément liées à la conscience... Le concept d'espace de travail global, érigé à partir d'une définition de la conscience qui se superpose et s'emboîte avec d'autres notions, fait donc encore débat.

Au final, après des siècles d'études et de réflexions, la conscience reste dénuée de définition. Pour mieux la saisir, on la démultiplie en plusieurs niveaux, on empile une conscience primaire, liée à l'éveil et à l'attention, une conscience réflexive permettant de nous projeter



## La magie de Dennett

Pour le philosophe américain Daniel Dennett (né en 1942), la conscience est réductible à un phénomène physique comme un autre et peut donc parfaitement être expliquée par les sciences.

"La conscience apparaît à beaucoup de gens comme un mystère, le plus prodigieux spectacle de magie imaginable, une série sans fin d'effets spéciaux défiant toute explication. Or, à mon sens, ils se trompent : la conscience est un phénomène physique, biologique – au même titre que le métabolisme, la reproduction ou l'autoréparation – quelque chose dont le fonctionnement est ingénieux jusque dans les moindres détails, mais nullement miraculeux, ni même finalement mystérieux." (*De beaux rêves*, 2008)



## L'espace de travail de Dehaene

Pour le neuroscientifique Stanislas Dehaene (né en 1965), la conscience est un "espace de travail" mental qui permet de briser le fonctionnement du cerveau en modules spécialisés.

"Par-delà la modularité du cortex, qui se subdivise en multiples territoires spécialisés, l'espèce humaine disposerait d'un système évolué de connexions transversales qui augmente la communication et brise la modularité cérébrale. Ses fonctions ? Rassembler, confronter, recombinaison, synthétiser ; éviter le fractionnement des connaissances ; permettre que notre comportement futur soit guidé par l'ensemble des informations disponibles, présentes ou passées. Ce que nous appelons la conscience serait, tout simplement, l'accès des informations à cet espace de partage mental." (*Les Neurones de la lecture*, 2007)

dans l'avenir, et une conscience de soi, la plus complexe. Mais une forme de conscience semble résister à l'examen des scientifiques. Comme le soulignait le philosophe Thomas Nagel dans un article célèbre de 1974, nous pouvons toujours décrire minutieusement le cerveau d'une chauve-souris, projeter sur l'animal nos propres expériences, nous ne saurons jamais ce que ressent le chiroptère lorsqu'il perçoit le monde grâce aux ultrasons. C'est le "problème difficile" de la conscience ("hard problem of consciousness") pointé du doigt en 1996 par le philosophe australien David Chalmers, par opposition aux problèmes considérés

comme "faciles", s'attachant à la manière dont le cerveau traite les stimulations environnementales.

Ce qui demeurera à jamais mystérieux, ce sont ces impressions subjectives que les philosophes appellent les "qualias" : ce jaune somptueux qui nous comble quand nous contemplons un citron mûr, ou la nuance à couper le souffle d'un rose ardent aperçue lors d'un coucher de soleil. Les qualias sont les effets présumés purement subjectifs que produit en nous le fait de voir un citron ou un coucher de soleil. Ils sont, une fois que l'on a tenté de réduire la conscience à un ensemble de faits purement physiques, ce petit plus indéfinissable

qui nous échappe. Car comment une série de cellules disparates peut générer ces émotions, et faire naître le sentiment de soi ? Comment de la matière grise pourrait-elle fabriquer de la conscience ? Dès le XIX<sup>e</sup> siècle, le philosophe et biologiste britannique Thomas Huxley (1825-1895) estimait que le fait qu'un état de conscience puisse avoir lieu simplement en excitant des neurones lui était aussi inexplicable que l'apparition d'un génie à chaque fois qu'Aladin frotte sa lampe.

L'écueil, néanmoins, ne résiderait-il pas dans notre façon d'aborder ce "problème difficile" de Chalmers ? Il ne suffit pas de prendre la question de la conscience

au sérieux, de l'approcher de la manière la plus rigoureuse possible, encore faut-il parvenir à se débarrasser de certains préjugés qui font écran à une étude approfondie. "Les chercheurs parlent encore de mécanismes neuronaux faisant 'survenir' la conscience, 'd'émergence' de la conscience ou encore du cerveau qui 'crée' la conscience. Comme si la conscience s'apparentait à un esprit immatériel qui émergerait par magie du cerveau, relève Sid Kouider. S'abstraire du dualisme de Descartes, où corps et esprit étaient dissociés, constitue encore l'un des défis majeurs en neurosciences cognitives." C'est aussi l'avis du neuroscientifique américain Antonio Damasio, pour qui Descartes s'est clairement trompé : l'esprit n'est pas séparé du corps, mais tous deux sont indissociables et la conscience est chair. Selon Daniel Dennett, il n'existe pas de "problème difficile". "La conscience est souvent célébrée à la manière d'un mystère situé au-delà de la science, impénétrable du dehors, bien qu'intimement connaissable de l'intérieur par chacun d'entre nous. J'estime que cette tradition n'est pas seulement une erreur, mais qu'elle constitue un obstacle sérieux à la recherche scientifique en cours, celle qui peut expliquer la conscience de façon aussi profonde et complète que d'autres phénomènes naturels : le métabolisme, la reproduction, la dérive des continents, la gravitation et ainsi de suite..." Voici donc ce que la science a apporté au mystère de la conscience ces dernières années : l'espoir qu'un jour où l'autre elle saura résoudre l'énigme. ●

## QUELS MOTS POUR DÉSIGNER LA CONSCIENCE ?

Si la conscience demeure énigmatique, c'est aussi parce qu'elle se cache derrière les mots utilisés pour la désigner. Pour mieux la débusquer, Catherine Tallon Baudry, directrice de recherche au CNRS et neurobiologiste au Centre de recherche de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, à Paris, met ce concept à l'épreuve de l'imagerie cérébrale. Il est communément admis, par exemple, que l'on ne voit consciemment que ce à quoi on fait attention. Et, inversement, on s'imagine mal pouvoir être attentif à

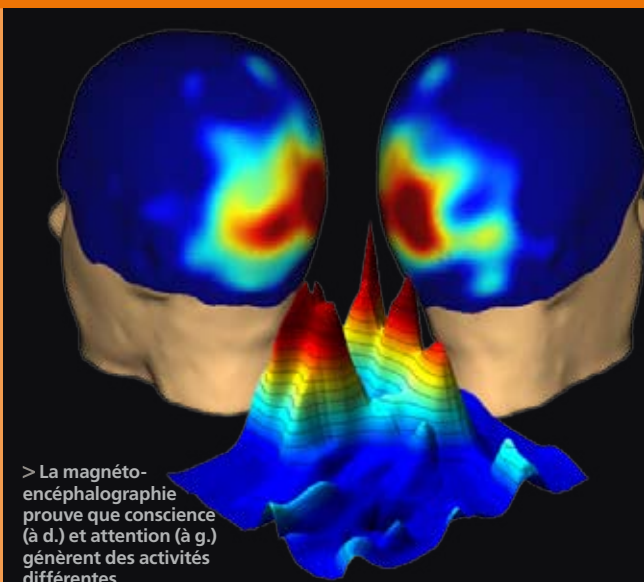
quelque chose sans en avoir conscience. Attention et conscience semblent aller de pair, à tel point qu'on emploie souvent un mot pour l'autre. Mais ces deux notions correspondent-elles aux mêmes mécanismes cérébraux ? "La conscience n'a certes pas de définition conceptuelle claire, admet Catherine Tallon Baudry. Mais elle a une définition opérationnelle. Placés devant un écran où défilent des images à peine visibles, des individus doivent préciser ce qu'ils ont perçu : il y a conscience quand ils déclarent avoir vu l'image." L'attention

se révèle aussi aux scientifiques via le "paradigme de Posner" : sur un écran, une flèche indique ou non de quel côté un stimulus va apparaître, ce qui permet de déplacer l'attention du sujet. Catherine Tallon Baudry a choisi de soumettre des volontaires à ces deux exercices de façon simultanée (une flèche indique ou non où va apparaître une image plus ou moins faible), tout en enregistrant leur activité cérébrale grâce à la magnéto-encéphalographie, une technique qui capte le champ magnétique généré par les

neurones. Si les notions d'attention et de conscience étaient équivalentes, la variation de l'un ou l'autre paradigme (images plus ou moins perceptibles, stimulus indiqué par une flèche ou non) ne devrait avoir aucune incidence sur les images cérébrales obtenues. Le contraire a été observé : les mécanismes qui permettent à une information visuelle d'accéder à la conscience peuvent opérer indépendamment de ceux de l'attention. On peut être attentif sans en avoir conscience et être conscient sans mobiliser son attention !

Autre exemple : certains associent la conscience au caractère subjectif d'une expérience. Pour en avoir le cœur net, la scientifique a cherché à distinguer "l'effet que ça fait" de voir, de l'action de voir proprement dite. Elle s'est appuyée sur un patient doté d'une "vision aveugle", capacité connue des scientifiques, même si ses mécanismes restent mystérieux. Suite à une lésion du cortex primaire visuel, ce patient a perdu la vue à droite mais il peut, si on lui présente un objet de ce côté, préciser sa

couleur ou son orientation. Ses yeux lui permettent de voir de manière intuitive, en somme. Il a même développé un "sentiment de présence" lorsqu'il est placé devant ce qu'il ne peut pas voir. Après comparaison, les corrélats neuronaux de ce "sentiment de présence" correspondent à ceux de la conscience chez un sujet normal. Le patient a donc bien conscience de voir sans que cette vision ait de contenu ! Plus on tente d'approcher la conscience, plus les mots nous manquent...



> La magnéto-encéphalographie prouve que conscience (à d.) et attention (à g.) génèrent des activités différentes.