

En somme, la plupart des neurones des premières étapes corticales du système visuel réagissent surtout selon que leur stimulus visuel préféré est vu ou non. Quelques-uns seulement sont sensibles aux changements de perception de l'animal. En revanche, dans les étapes ultérieures, la proportion des neurones dont l'activité correspond à une perception augmente jusqu'à 90 pour cent.

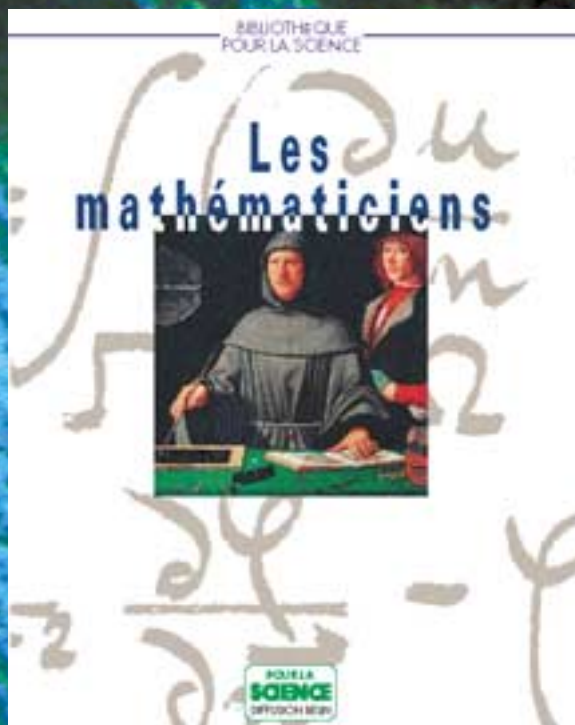
Les changements que signalent les singes seraient-ils dus à la suppression par le cerveau de l'information visuelle venant d'un œil, puis de l'autre? Sans doute pas, car les expériences montrent bien que le cerveau traite en continu l'information visuelle venant des deux yeux, au cours des rivalités binoculaires. En effet, chez l'être humain, la rivalité binoculaire induit une lente alternance des perceptions, même quand on commute les images plusieurs fois par seconde, entre les deux yeux ; si la perception dépendait seulement de l'œil auquel le cerveau est attentif, l'observateur devrait alors voir une alternance rapide des stimuli. La concurrence de deux perceptions semble avoir son rythme propre, différent de l'alternance des images. Grâce à la rivalité binoculaire, on accède à la manière dont le cerveau détermine ce que nous percevons, même lorsque les deux yeux voient (presque) la même chose.

Les neurones de la conscience

Que révèlent ces expériences? Tout d'abord, que l'être humain est inconscient d'une partie importante de son activité cérébrale. On sait depuis longtemps que l'individu n'est pas conscient de l'activité cérébrale qui gère l'organisme. Cette fonction est l'une des plus anciennes du cerveau. Aujourd'hui, on découvre que l'être humain n'a pas conscience de la plus grande partie de l'activité neuronale qui génère ses perceptions : de nombreux neurones du cerveau réagissent à des stimuli que nous ne percevons pas. L'activité de quelques uns seulement correspond aux stimuli qui atteignent la conscience. Les physiologistes parlent alors de «corrélats neuronaux» de la perception consciente.

Les quelques neurones dont le comportement reflète la perception sont dispersés dans différentes aires corticales, mais c'est le cortex temporal inférieur qui en a le plus. Les autres n'ont pas

BIBLIOTHÈQUE POUR LA SCIENCE



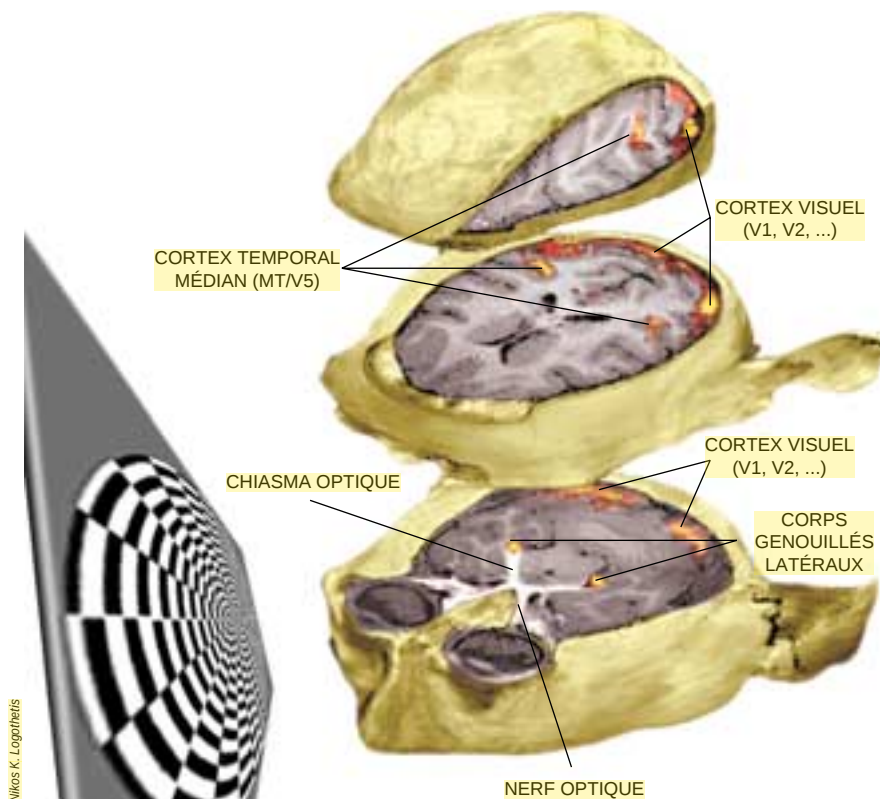
LES MATHÉMATICIENS

Pour comprendre le processus de la création mathématique, il faut saisir ce qui fait l'originalité d'un mathématicien. Cet ouvrage réunit les portraits de quinze grands mathématiciens. Leurs rapports avec leur époque, le regard qu'ils portent sur leur activité sont plus qu'anecdotiques : ils révèlent la genèse des idées nouvelles et mettent en lumière le caractère audacieux, dynamique et imaginaire de l'invention mathématique.

Code 1899 – 208 pages – 141 F

Voir bon de commande p. 90

POUR LA
SCIENCE
DIFFUSION BELIN



Nikos K. Logothetis

4. L'ACTIVITÉ DU CERVEAU d'un singe a été étudiée par des techniques d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, alors que l'animal, anesthésié, était confronté à un stimulus visuel très contrasté, en rotation (en bas à gauche). Certaines aires de traitement visuel (dont les corps genouillés latéraux, le cortex visuel primaire et le cortex temporal médian) sont actives, bien que le singe soit inconscient.

encore été localisés. D'autres aires corticales, qui ne font pas partie du chemin qu'emprunte l'information visuelle, sont peut-être aussi responsables de la perception. Erik Lumer et ses collègues du Collège universitaire de Londres ont étudié cette possibilité par IRMF : chez l'être humain comme chez le singe, la perception consciente d'un stimulus active le lobe temporal du cerveau. Le changement de perception active les aires corticales pariétales et préfrontales, au moment précis où il a lieu.

Quels sont les neurones responsables de la prise de conscience ? Les expériences déjà réalisées montrent que la conscience visuelle ne dépendrait pas seulement des étapes successives de traitement de l'information initiale, mais aussi de l'activité de toutes les aires corticales, pariétales et préfrontales, qui participent aux processus cognitifs supérieurs. Au début du système visuel, la perception résulte de l'activité d'une minorité de neurones dans V1 et V2 ; seule la proportion de neurones actifs augmente dans les centres supérieurs.

Aujourd'hui, on ignore si l'activité des neurones des premières aires corticales sur le chemin de l'infor-

mation visuelle est déterminée par des connexions avec d'autres neurones des mêmes aires ou par des connexions rétroactives émanant des lobes temporaux et pariétaux. L'information visuelle chemine entre les niveaux supérieurs et les niveaux inférieurs dans les deux sens. Or des systèmes avec de telles rétroactions présentent souvent une dynamique complexe, évoluant vers plusieurs états stables. Ces divers états stables pourraient correspondre à différents états de conscience visuelle.

La perception des animaux est-elle réellement déterminée par l'activité du type de neurones que nous avons considéré dans ces études ? Ces neurones sont peut-être sous le contrôle d'une autre région du cerveau, qui détermine la prise de conscience. Les expériences de William Newsome et de ses collègues, à l'Université de Stanford, répondent à la question : dans l'aire MT/V5, au moins l'activité neuronale détermine directement ce qu'un singe perçoit. W. Newsome a d'abord identifié les neurones sensibles à un stimulus qui se déplace dans une certaine direction, puis il les a activés à l'aide de faibles courants

électriques : les singes indiquaient qu'ils percevaient le mouvement correspondant à l'activation artificielle même lorsque le stimulus se déplaçait dans l'autre sens.

Les neurones d'autres aires corticales, par exemple du cortex temporal inférieur ou des niveaux inférieurs, participent-ils à l'élaboration de la conscience ? Leur stimulation ou leur inactivation temporaire devraient alors changer la perception des singes en situation de rivalité binoculaire. La compréhension de la conscience visuelle passe par la prise en compte de ce qu'on sait des autres processus cognitifs, telle l'attention ou tels certains types de mémoire à court terme. D'après les expériences de Robert Desimone et de ses collègues de l'Institut américain de psychiatrie, les interactions compétitives de la rivalité binoculaire ressemblent beaucoup aux processus impliqués dans l'attention. Nos collègues ont entraîné des singes à indiquer leur perception quand ils voyaient des objets qu'on leur avait annoncés. Là encore, la réaction de nombreux neurones dépend du stimulus que le singe s'attend à voir, ou de l'endroit où il s'attend à le voir. On gagnerait à savoir si ces neurones sont les mêmes que ceux dont l'activité reflète la perception, en situation de rivalité binoculaire.

La conscience visuelle ne dépendrait donc pas seulement des étapes de traitement de l'information, mais aussi de l'expérience acquise par chaque singe (ou chaque personne). Les neurosciences ont encore un long chemin à parcourir pour découvrir les circuits neuronaux qui en sont responsables. L'identification des neurones qui jouent un rôle dans la conscience est déjà un bon début.

Nikos LOGOTHETIS est directeur de la division de physiologie cognitive à l'Institut Max Planck de cybernétique, en Allemagne.

Semir ZEKI, *A Vision of the Brain*, Blackwell Scientific Publications, 1993.

Francis CRICK, *The Astonishing Hypothesis : The Scientific Search for the Soul*, Scribner's, 1994.

David H. HUBEL, *L'œil, le cerveau et la vision*, in *Pour la Science*, Collection l'Univers des sciences, 1994.

A. David MILNER et Melvyn A. Goodale, *The Visual Brain in Action*, Oxford University Press, 1996.
