

En fait, l'inhibition de l'activité neuronale peut-être obtenue par l'afflux d'ions chlore qui pénètrent dans les neurones postsynaptiques par les récepteurs du GABA, mais aussi par une sortie d'ions potassium par des canaux potassium spécifiques. Jusqu'à présent, on connaissait des canaux potassium à un pore, mais Florian Lesage a récemment découvert une nouvelle famille de canaux potassium : ils sont constitués de deux pores.

Ces canaux potassium seraient généralement au repos, sauf en cas de stress. Dans ces conditions, de l'acide arachidonique et d'autres acides gras (les constituants des membranes) seraient libérés. Or certains de ces canaux potassium à deux pores sont activés par l'acide arachidonique et par les perturbations mécaniques de la membrane. Dans ces conditions, les canaux potassium s'ouvrent, déclenchant une sortie d'ions potassium de la cellule : on pense qu'une telle hyperpolarisation aurait un effet protecteur en empêchant, par exemple, les ions cal-

cium (toxiques quand ils sont en excès) de pénétrer dans les neurones au cours d'un accident vasculaire cérébral.

A. Patel et ses collègues ont montré que certains de ces canaux sont activés par les anesthésiques volatils. Deux de ces canaux, nommés TASK et TREK-1 sont activés par ces anesthésiques, mais tandis que TREK-1 est activé par le chloroforme, l'éther, l'halothane et l'isoflurane, TASK n'est activé que par l'halothane et l'isoflurane. S'ils agissaient en se dissolvant dans la membrane et en la perturbant, on ne devrait pas constater une telle spécificité.

De surcroît, en éliminant, par diverses techniques, des régions particulières des molécules qui constituent les canaux potassium à deux pores, l'équipe de Sophia Antipolis a montré que les anesthésiques cessent d'agir quand certaines zones sont retirées. Les anesthésiques n'agissent sans doute pas sur les canaux TREK-1 et TASK en s'y liant par un mécanisme de type clé-serrure, mais en modi-

fiant la configuration de la protéine-canal : cette modification réversible entraînerait l'ouverture du canal. Les récepteurs TREK-1 et TASK sont exprimés dans de nombreux tissus et surtout dans le cerveau et dans le cœur, ce qui explique pourquoi certains anesthésiques ont des effets secondaires indésirables : ils perturbent la fonction cardiaque.

La découverte de ces canaux potassium sensibles aux anesthésiques volatils augmente le nombre des cibles des anesthésiques. On sait que les invertébrés ont de très nombreux types de canaux potassium à deux pores et l'on commence à en découvrir d'autres chez l'homme. Peut-être trouvera-t-on alors des canaux spécifiques d'un organe qui seraient activés par un anesthésique particulier. Parviendra-t-on, un jour, à «endormir» spécifiquement le système nerveux central sans toucher le cœur ni les poumons, c'est-à-dire sans risque de déclencher des effets secondaires délétères ?

Vision primaire

Le cerveau traite la position des yeux en même temps que les images.

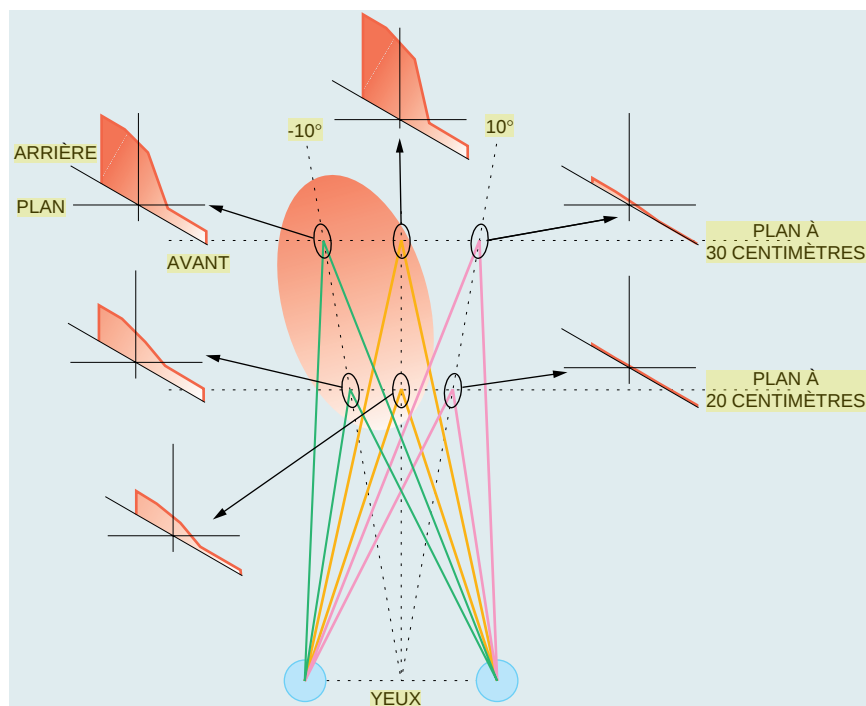
Avant de saisir un objet, nous devons le localiser, apprécier sa forme et son volume, ainsi que la distance qui nous en sépare. Nous disposons pour cela de deux yeux, écartés de quelques centimètres, qui reçoivent deux images d'un même objet, avec un léger décalage angulaire. Notre cerveau reconstruit le relief en combinant ces deux images et en tenant compte de la position de ceux-ci par rapport au reste de notre corps. On pensait que notre cortex visuel primaire, qui se situe dans la partie postérieure de notre cerveau, se contentait de coder les images reçues par les rétines et que leur positionnement dans l'espace était reconstitué seulement dans une seconde étape du traitement visuel, dans une autre zone cérébrale, le cortex pariétal. En réalité, le cortex primaire code déjà la position des objets dans l'espace tridimensionnel.

Nous explorons le fonctionnement du cerveau chez des macaques rhésus, qui ont les mêmes capacités perceptives que l'homme, en enregistrant l'activité électrique individuelle des neurones en réponse à des images présentées sur un écran vidéo. Ces enregistrements révèlent d'abord que le cortex primaire code l'orientation des bords qui défi-

nissent un objet, ainsi que le relief de cet objet.

Fermons un œil. Chaque neurone du cortex visuel primaire n'est sensible qu'à la lumière qui arrive sur une petite portion de la rétine de l'œil ouvert, son champ récep-

teur. Si l'on projette dans ce champ récepteur un trait, matérialisé par une différence de contraste, l'activité du neurone dépend de l'orientation de ce trait : elle est maximale pour une orientation préférentielle, et minimale pour l'orientation ortho-



Les neurones du cortex visuel primaire codent la position des objets dans l'espace. Leur activité (graphes en rouge) est modulée par la distance du plan de fixation (ici, à 20 ou à 30 centimètres), par la position du stimulus par rapport à ce plan (en avant, en arrière ou dans le plan) et par la position latérale des objets (au centre, en orange, à 10 degrés à gauche, en vert, et à 10 degrés à droite, en rose). On a représenté ici l'activité d'un neurone (récapitulée par le dégradé de couleur de l'ellipsoïde) sensible aux stimuli présentés en arrière d'un plan de fixation à 30 centimètres et sur la gauche de la tête.

gonale. Toutes les orientations préférentielles sont représentées dans le cortex.

Ouvrons les deux yeux : la plupart des neurones du cortex ont deux champs récepteurs, un sur chaque rétine. L'activité d'un neurone est maximale lorsqu'un stimulus (par exemple un trait convenablement orienté) est projeté simultanément sur ses deux champs récepteurs, c'est-à-dire lorsque ce stimulus est placé à l'intersection des projections des deux champs récepteurs à travers la lentille que constitue le cristallin. La position relative des deux champs récepteurs détermine si leurs projections se croisent dans le plan fixé par les yeux, en avant de ce plan ou en arrière. Là aussi, toutes les positions relatives sont représentées dans le cortex, ce qui permet le codage de la profondeur relative des différents éléments d'un même objet (et la position relative de plusieurs objets).

Nous avons découvert récemment que l'activité de la moitié environ des neurones du cortex visuel primaire dépend aussi de

l'orientation des yeux. Nous avons entraîné deux macaques à fixer un point sur un écran, dans trois directions différentes sans bouger la tête : droit devant, dix degrés sur la gauche et dix degrés sur la droite. Pour chacune de ces directions, nous leur avons présenté des bords orientés, à des positions variables par rapport au plan fixé par les yeux (devant, dans le plan, derrière). Nous avons observé qu'un neurone dont l'activité est maximale pour un bord d'orientation donnée situé, par exemple, derrière le plan de fixation quand le singe fixe sur sa gauche est inactif pour le même stimulus présenté sur sa droite ; l'activité d'autres neurones est, au contraire, d'autant plus grande que le regard est dirigé vers la droite.

Les messages issus de la rétine et des muscles des yeux interagissent donc dès le cortex primaire. Jusqu'à présent des modulations de l'activité visuelle par la direction du regard n'avaient été observées que dans le cortex pariétal et dans quelques zones cérébrales voisines, qui

intègrent des signaux d'origines diverses, visuels, oculomoteurs, auditifs... Ces aires, qui reçoivent des informations visuelles informeraient-elles en retour le cortex visuel primaire de la position des yeux ? C'est peu probable : les modifications de l'activité neuronale dans le cortex primaire en fonction de l'axe du regard apparaissent trop vite après la présentation du stimulus visuel pour qu'une telle rétroaction ait le temps de se produire.

Nous savions déjà que l'activité des neurones du cortex primaire dépend aussi de l'angle de convergence des yeux. Cette partie du cerveau code donc, outre l'orientation d'un stimulus, la distance du plan de fixation, la position du stimulus par rapport à ce plan et sa position latérale : ils codent sa position absolue dans l'espace, par rapport à la tête. Le cortex primaire ne l'est donc pas tant que cela : il reconstitue des images beaucoup plus complexes que ne le pensaient ceux qui l'ont nommé ainsi.

YVES TROTTER, CNRS,
Université Paul Sabatier, Toulouse

La preuve vidéo ?

L'identification des visages à partir d'une vidéo est délicate.

Les caméras vidéo sont aujourd'hui partout : dans les magasins, les banques, les bus, etc. Des villes entières s'équipent même de caméras de surveillance. Sans discuter la dissuasion de ces méthodes de surveillance généralisées, la question qui se pose est simple : la qualité des images vidéo des caméras de surveillance est-elle suffisante pour identifier une personne ? Autrement dit, un film

vidéo constitue-t-il une preuve fiable ? Pour répondre à cette question, Vicki Bruce et Mike Burton, deux psychologues écossais, ont demandé à 230 étudiants de comparer des visages issus de films vidéo de bonne qualité et des photographies classiques. Parmi les 200 visages des photographies, dix correspondaient à des visages des films vidéo. À leur grande surprise, les psychologues ont remarqué que, même dans des conditions idéales, où les visages sont de face avec une expression neutre, seuls 70 pour cent des identifications étaient correctes. Lorsque sur l'image vidéo le visage souriait, les identifications correctes tombaient à 64 pour cent, et lorsque

le visage était de côté, cette proportion n'était plus que de 61 pour cent.

Dans une seconde expérience, 60 étudiants regardaient de courtes séquences vidéo de haute qualité qui mettaient en scène des inconnus. On leur demandait alors de retrouver la photographie du visage correspondant. Même lorsqu'on les prévenait que l'une des dix photographies correspondait au personnage de la séquence visionnée, 79 pour cent seulement réussissaient l'identification.

À l'inverse lorsque des visages connus étaient filmés avec une même résolution médiocre, 90 pour cent des identifications étaient correctes. Ainsi, si l'on identifie facilement des visages connus, la comparaison de visages inconnus est difficile. Malgré l'arrivée des caméras vidéo numériques, dont la définition est bien supérieure à celle des caméras analogiques, les procédures d'identification à des fins de justice devront prendre en compte cette difficulté. Lorsque les sujets ne sont pas familiers, les procédures de reconnaissance automatique donnent de bien meilleurs résultats que la reconnaissance visuelle. Toutefois, ces procédures automatiques fonctionnent mal lorsque la qualité vidéo est médiocre.

Ainsi, les visages connus ne sont pas traités comme des images, mais de manière abstraite, ce qui permet une généralisation à différentes conditions d'observation, tels l'angle de vue ou la luminosité.



Les images utilisées pour la première série de tests. À gauche, une image fixe extraite d'une séquence vidéo et à droite, une photographie de bonne qualité.