

■ LES AUTEURS



Terry SEJNOWSKI est chercheur à l'Institut médical Howard Hugues et dirige le Laboratoire de neurobiologie computationnelle de l'Institut Salk d'études biologiques, à La Jolla, en Californie.

Tobi DELBRUCK codirige le groupe sur les capteurs de l'Institut de neuro-informatique, à l'Université de Zurich.

ont projeté un film à des chats et enregistré les réponses de certains neurones de leur cortex visuel. Lorsqu'ils réduisaient l'image du film pour la faire tenir dans le champ récepteur de ces neurones (aucun signal ne provenait de la zone environnante), les instants d'émission des potentiels d'action variaient aléatoirement. En revanche, lorsque les expérimentateurs agrandissaient l'image pour stimuler également la zone entourant la périphérie du champ récepteur, les potentiels d'action étaient moins fréquents, mais leur émission était temporellement plus précise (elle se produisait toujours aux mêmes instants du film). D'autres expériences montrent l'influence du contexte perceptuel sur la fréquence d'émission des potentiels d'action (voir l'encadré page ci-contre).

La chronologie des potentiels d'action est aussi importante pour d'autres processus neuronaux. On pense que leur synchronisation est nécessaire à l'assemblage d'une image à partir de ses différentes composantes (telles que la couleur et l'orientation),

chaque potentiel d'action véhiculant l'une d'elles. Un potentiel d'action codant la propriété « rouge » est par exemple émis de façon synchrone avec un autre codant un contour arrondi, ce qui permet au cortex visuel de fusionner ces signaux pour créer une image mentale de pot de fleurs.

Les neurones corticaux qui reçoivent les signaux d'entrée visuels ont aussi des interactions excitatrices et inhibitrices avec d'autres neurones corticaux. Un grand nombre de ces derniers, distants les uns des autres, s'activent spontanément et périodiquement, à des fréquences inférieures à 100 hertz. Cela permettrait de coordonner les multiples neurones responsables de la perception visuelle.

L'attention, facette essentielle de la cognition, serait aussi fondée sur des séquences de potentiels d'action synchronisés. Celles-ci renforceraient l'importance d'une perception ou d'un souvenir atteignant la conscience. Robert Desimone, aujourd'hui à l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), et ses collègues ont étudié ce phénomène sur des singes : lorsque ces derniers prêtent attention à un stimulus donné, il en résulte une augmentation du nombre de neurones corticaux émettant des potentiels d'action synchronisés à des fréquences situées dans la bande gamma (30 à 80 hertz), ainsi qu'une augmentation du rythme d'émission.

Synchronisation et maladies mentales

L'étude de cette bande de fréquences pourrait aussi se révéler utile pour comprendre l'autisme et la schizophrénie. En effet, les électroencéphalogrammes, qui mesurent des variations de potentiel électrique à la surface du crâne résultant de l'activité d'un grand nombre de neurones, enregistrent des oscillations aux fréquences de la bande gamma. Or ces oscillations sont moins amples chez les patients atteints de schizophrénie ou d'autisme. David Lewis, de l'Université de Pittsburgh, Margarita Behrens, de l'Institut Salk, et d'autres chercheurs ont incriminé des neurones corticaux nommés cellules à panier, qui participent à la synchronisation des potentiels d'action : un déséquilibre de l'inhibition ou de l'excitation de ces neurones (eux-mêmes inhibiteurs d'autres neurones) semble réduire l'activité synchronisée dans la bande gamma et pourrait expliquer en partie les troubles neurologiques. Des anomalies

Quand la rétine inspire un nouveau type de caméra

Les caméras numériques traditionnelles sont peu efficaces. Elles enregistrent 24 images par seconde (une toutes les 40 millisecondes), chacune étant composée d'une mosaïque de pixels. Chaque pixel enregistre l'intensité moyenne reçue pendant les 40 dernières millisecondes, le temps mis par une balle de tennis pour parcourir environ 1,5 mètre. Ainsi, les caméras produisent une avalanche de données, qui nécessitent un temps de traitement très long. Avec ses collègues de l'Institut de neuro-informatique de

l'Université de Zurich (INI), l'un des auteurs (T. Delbruck) a alors développé un nouveau type de caméra, qui imite la façon dont certaines parties de la rétine encodent des images pour le cerveau.

Nommée capteur de vision dynamique (ou DVS, pour *Dynamic Vision Sensor*), la caméra ne détecte que les parties d'une scène qui varient d'une image à l'autre. Les pixels se comportent comme certaines cellules ganglionnaires rétiniennes : ils émettent une impulsion électrique quand la luminosité change.

Ainsi, la caméra peut filmer des objets qui se déplacent en enregistrant très peu de données. Elle capte un changement d'intensité lumineuse en une microseconde, de sorte qu'elle peut suivre des mouvements plus rapides que les caméras ordinaires, qui enregistrent une image toutes les 40 millisecondes.

La caméra DVS pourrait jouer un rôle de sentinelle, détectant tout ce qui bouge : voiture, piéton, personne âgée qui glisse et qui tombe... Elle a déjà été incorporée dans divers dispositifs robotiques : système placé devant une cage de but pour empêcher les balles d'entrer, dispositif tenant un crayon en équilibre, véhicule qui suit une ligne tracée au sol, capteurs qui détectent des particules dans des écoulements.

L'approche consistant à ne réenregistrer que ce qui change dans une scène visuelle est également utilisée pour d'autres applications. Des chercheurs de l'Université Cornell ont ainsi élaboré une prothèse de rétine qui fonctionne sur ce principe.



La caméra DVS n'enregistre que les parties changeantes d'une scène, en détectant les variations de luminosité sur chaque pixel. De telles variations se produisent par exemple lorsqu'un enfant bouge (à gauche). Sur l'image du jongleur (à droite), les mouvements de balle récents apparaissent en rouge et les plus anciens en bleu.