

UNE AIRE CÉRÉBRALE MULTI-USAGE

En 1861, le neurologue français Paul Broca découvrit une zone du cerveau associée au langage et qui porte aujourd'hui son nom : l'aire de Broca. Or, d'après des données obtenues par imagerie cérébrale, cette région serait aussi activée lors de la réalisation de certains actes moteurs. Quel est le lien entre action et langage ? Verbalise-t-on intérieurement nos actions ? L'aire de Broca n'est-elle pas exclusivement dédiée au langage ? L'équipe d'Étienne Koechlin de l'INSERM U742 Action-neuro-imagerie-modélisation, à Paris, a montré que l'aire de Broca est sollicitée par nos activités motrices, sans qu'il y ait verbalisation interne.

L'aire de Broca correspond aux aires dites 44 et 45 de l'hémisphère gauche. Le cerveau étant quasi symétrique, l'hémisphère droit du cortex présente une zone homologue de l'aire de Broca. Quand on parle, ces deux régions ne sont pas activées de la même façon : l'aire de Broca permet de construire les phrases tandis que son homologue traite les connotations du langage.

L'équipe d'É. Koechlin a observé par imagerie par résonance magnétique l'activité des deux aires de Broca chez 16 personnes effectuant des séries de mouvements de doigts sur les touches d'un clavier. Les sujets devaient réaliser plusieurs types de séries : appuyer sur une touche (acte moteur simple), taper une séquence de touches (séquence d'actes moteurs simples) et réaliser un plan comportant plusieurs séquences de frappe (un plan d'action). Les aires 44 droite et gauche s'activent lors de la transition entre deux séquences d'actes moteurs simples (quand les sujets ont fini de taper une séquence de touches et qu'ils en commencent une autre), et les deux aires 45 lors de la transition entre deux plans d'action (quand les sujets ont fini un plan comportant plusieurs séquences et qu'ils en commencent un autre). Ainsi, ces deux régions interviennent dans l'organisation des actes moteurs, sans qu'il y ait verbalisation, puisque ces acti-

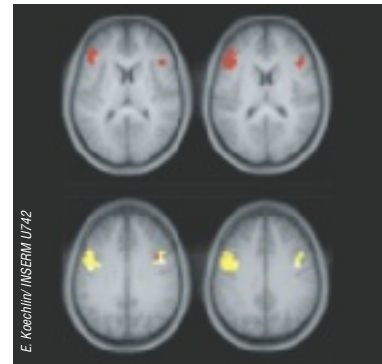
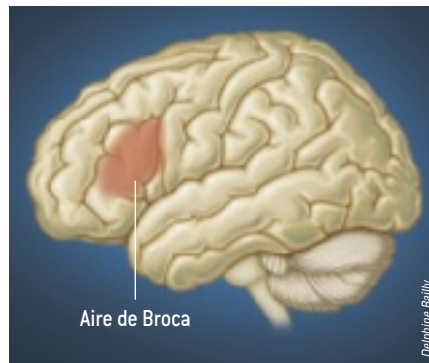
vations sont observées à des moments très précis correspondant aux transitions entre séquences ou plans.

Des études antérieures avaient montré que l'aire 44 de Broca s'active lorsque nous émettons une syllabe et l'aire 45, lorsque nous prononçons une phrase. Par conséquent, l'activation présente également une hiérarchisation pour le langage, qui apparaît similaire à celle de l'organisation des actes moteurs.

Ces résultats montrent que le langage et l'organisation de comportements simples reposent sur des zones communes du cerveau. Aussi pourrait-on envisager de traiter des troubles du langage par des protocoles de rééducation comportementale. Par ailleurs, cette aire est présente chez les singes qui ne parlent pas : au fil de l'évolution, elle aurait donc d'abord été dédiée à la mise en place de plans d'action simples. Et l'on s'interroge : à quel moment et comment ses attributions se sont-elles multipliées ?

Laurence André

Neuron, vol. 50, pp. 963-974, 2006



Dans l'aire de Broca, certaines régions sont activées au début et à la fin de séquences d'actes moteurs simples, puis par les transitions entre ces séquences (*en jaune-orangé*), et au début ou à la fin de plans d'action comportant plusieurs séquences ou lors du passage d'un de ces plans au suivant (*en rouge*).

Le deuxième disque de *Bêta Pictoris*

Bêta Pictoris est la première étoile autour de laquelle a été découvert, en 1984, un disque de poussière. C'est désormais la première étoile accompagnée d'un deuxième disque circumstellaire, comme le montrent les observations de David Golimowski, de l'Université de Baltimore, dans le Maryland, à l'aide du télescope spatial *Hubble*.

Un gauchissement du disque circumstellaire principal avait déjà mis la puce à l'oreille des astronomes ; les nouvelles images révèlent que cette distorsion résulte de la superposition de deux disques distincts. Le second disque s'étend sur une centaine d'unités astronomiques (100 fois la distance de la Terre au Soleil), contre plus de 300 pour le disque principal. Il est incliné d'environ quatre degrés par rapport à ce dernier.

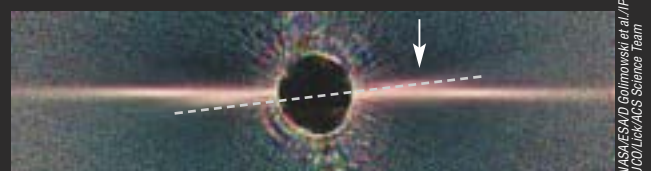
Le disque secondaire aurait été formé par une planète plus massive que Jupiter. Écartée du disque principal, elle aurait entraîné dans son sillage une foule de petits corps réduits par la suite en poussière au fil des collisions. L'analyse du spectre lumineux de ce disque suggère qu'il est composé de grains de silicates ou de gra-

phite compacts et très fins (jusqu'à 0,15 micromètre de diamètre). La poussière fine étant rapidement soufflée loin de l'étoile, sa présence implique que sa régénération, par les collisions de petits corps ou par les comètes plongeant sur *Bêta Pictoris*, est rapide.

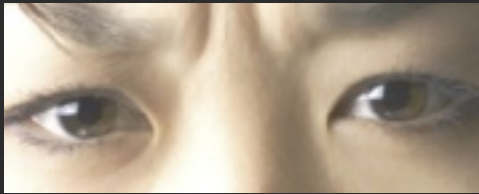
Le Système solaire, avec des orbites planétaires inclinées jusqu'à sept degrés l'une par rapport à l'autre, se serait-il formé dans plusieurs plans différents ?

Ph. R.-G

D. Golimowski, *Astronomical Journal*, vol. 131, pp. 3109-3130, juin 2006



Le second disque de poussière de l'étoile *Bêta Pictoris* : il est légèrement incliné par rapport au disque principal.



Attention, on vous surveille !

Payeriez-vous votre café si on vous donnait le choix de ne pas le faire ? Tout dépend de la situation ! Melissa Bateson et ses collègues, de l'Université de Newcastle, ont montré que nous sommes plus honnêtes et plus altruistes si nous nous sentons observés. Dans l'expérience imaginée par M. Bateson, les 50 personnes qui prennent leur café tous les jours doivent payer spontanément leur consommation et mettre la monnaie dans une boîte. Chaque semaine, une image grand format représentant soit des fleurs, soit des yeux qui regardent le consommateur, est installée au-dessus du tableau où sont affichés les prix. Les semaines où l'image est celle des yeux, les consommateurs payent en moyenne trois fois plus leurs cafés que quand il y a les fleurs. La simple sensation d'être observé pousse à un comportement plus honnête, plus généreux, car notre cerveau serait programmé pour réagir à un visage et à des yeux, même si c'est un leurre.

B. S.-L.

Biology Letters, 28 juin 2006

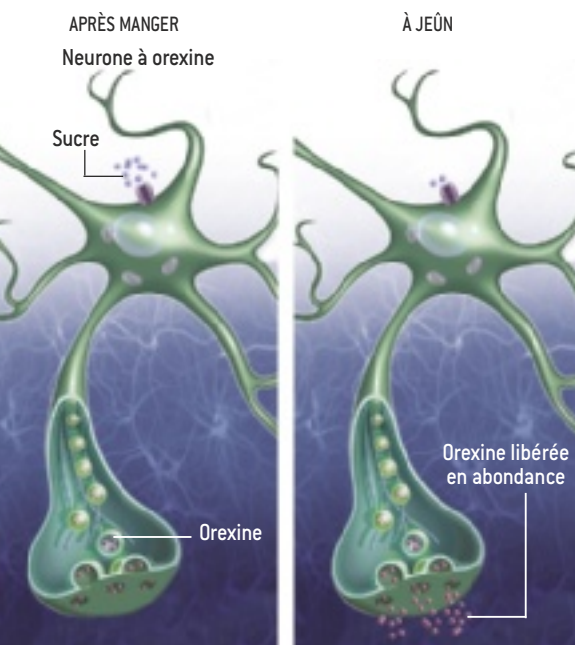
Antigènes et acidité

La taille des antigènes dépend de l'acidité qui règne dans les compartiments cellulaires où ils sont préparés.

Les cellules dendritiques sont parmi les premières cellules en contact avec les intrus que le système immunitaire est chargé d'éliminer. Pour activer les défenses, elles présentent à leur surface des antigènes (des fragments des intrus) dont les autres cellules immunitaires prennent connaissance avant de partir à l'attaque. Les voies de présentation diffèrent selon la source des antigènes : ceux qui sont élaborés à l'intérieur des cellules dendritiques, telles des protéines d'un virus, sont présentés par des molécules du complexe majeur d'histocompatibilité de classe I (CMH I) ; les antigènes extracellulaires, par exemple ceux d'une bactérie, le sont par les molécules du CMH II. Enfin, outre ces deux voies dites classiques, certains antigènes extracellulaires, tels ceux d'une cellule tumorale, sont présentés par des molécules du CMH I : c'est le mécanisme de présentation croisée des antigènes. Quand l'antigène est extracellulaire, l'intrus est phagocyté par la cellule dendritique et découpé en morceaux (les antigènes).

Toutefois, les macrophages, d'autres cellules immunitaires, phagocytent aussi des éléments étrangers, mais ils les découpent en fragments trop petits pour qu'ils puissent être reconnus

Inutile de lutter contre... l'envie de sieste



Certains neurones libèrent de l'orexine, un médiateur de l'éveil. Après un repas, le sucre est abondant dans le sang et dans le cerveau, et peu d'orexine est libérée (à gauche). Au contraire, en l'absence de sucre, l'orexine est libérée en abondance (à droite).

Delphine Bailly

Comme tous les jours, après le déjeuner, de retour au bureau, vous vous sentez las et feriez bien une petite sieste... Denis Burdakov, de l'Université de Manchester, et ses collègues ont montré comment le sucre absorbé pendant les repas inhibe certains neurones – les neurones à orexine – responsables de notre état d'éveil.

Les neurones à orexine sont présents dans une petite région du cerveau – l'hypothalamus postérieur – et émettent des prolongements dans la quasi-totalité du cerveau. À quoi sert l'orexine libérée ? Elle active des zones impliquées dans le maintien de l'éveil, tels les noyaux du raphé ou le locus coeruleus. Un dysfonctionnement de ces neurones serait responsable de la narcolepsie, une maladie caractérisée notamment par des épisodes de somnolence diurnes imprévisibles. Qui plus est, l'orexine, libérée dans le cortex, régulerait l'appétit et le métabolisme énergétique. Par conséquent, l'orexine stimule à la fois l'éveil et l'appétit : un déficit alimentaire active les neurones à orexine, entraînant une mobilisation des réserves énergétiques et gardant l'individu éveillé afin qu'il s'alimente pour reconstituer ses réserves. Et la cascade inverse

existe aussi : la consommation d'aliments, et donc de sucre, bloque les neurones à orexine, aboutissant à un endormissement des personnes repues...

Dans des neurones à orexine en culture, les biologistes anglais ont montré que le sucre active un canal potassium, nommé K_{2P} , qui diminue l'activité électrique des neurones ; ces neurones libèrent alors moins d'orexine. Comme l'orexine est une molécule de l'éveil, sa diminution stimule l'endormissement. En outre, le canal K_{2P} est très sensible aux variations de la concentration en sucre, puisqu'une augmentation correspondant à celle observée dans le cerveau après un repas normal suffit à l'activer. La régulation des neurones à orexine par le sucre via les canaux K_{2P} devrait permettre aux neurobiologistes de préciser les mécanismes de l'éveil, de la satiété, voire de l'obésité. Toutefois, les neurones à orexine ne sont pas les seuls à contrôler ces fonctions physiologiques : des neurones dits MCH, situés également dans l'hypothalamus et impliqués dans l'obésité, seraient activés par le sucre et favoriseraient le sommeil.

B. S.-L.

Neuron, vol. 50, pp. 711-722, juin 2006

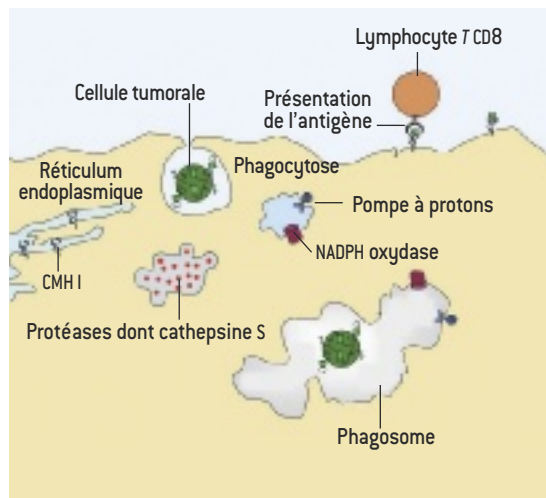
par les lymphocytes. Pourquoi la taille des « débris » varie-t-elle selon le type de cellule ? C'est ce qu'a découvert Ariel Savina dans l'équipe de Sebastian Amigorena, à l'Institut Curie, à Paris.

Les intrus phagocytés sont enveloppés dans un « sac », un phagosome, où ils sont « attaqués » par des enzymes, des protéases, dont l'environnement optimal, le plus souvent acide, est assuré par d'autres protéines, des pompes à protons. Des mesures avaient révélé que l'acidité augmente progressivement (le pH diminue) dans le phagosome des macrophages dès qu'il est formé. Aussi, fort de ce constat, les biologistes pensaient qu'il en allait de même dans les cellules dendritiques, la différence entre la taille des fragments tenant au nombre de protéases sollicitées et à l'efficacité des pompes à protons.

Ils ont suivi l'acidité des cellules dendritiques et observé que, contre toute attente, le pH augmente dans le phagosome des cellules dendritiques avant de diminuer après plusieurs dizaines de minutes : or si le pH augmente malgré la présence des pompes à protons, c'est qu'un autre acteur intervient. L'équipe de Curie a montré qu'il s'agit d'un complexe protéique, la NADPH oxydase, connue pour diminuer l'acidité dans les neutrophiles, d'autres cellules immunitaires. Ainsi, la différence entre la dégradation des intrus par les macrophages et par les cellules dendritiques tient au contrôle de l'acidité qui règne dans le phagosome. En outre, cette découverte résout un problème sur lequel les biologistes demeuraient perplexes : pourquoi certaines protéases (la cathepsine S, par exemple) des cellules dendritiques ont un fonctionnement optimal pour un pH plutôt basique. La cellule dendritique est une sorte de macrophage tempéré par un constituant d'un neutrophile.

L. M.

Cell, vol. 126, 2006



Lorsqu'un intrus, telle une cellule tumorale (en vert) est phagocyté par une cellule dendritique, plusieurs compartiments intracellulaires participent à la formation du phagosome où les antigènes sont préparés afin d'être présentés à la surface de la cellule selon le mécanisme de la présentation croisée des antigènes. D'abord, le réticulum endoplasmique apporte les molécules du CMH I. Certains compartiments cellulaires fournissent des protéases (en rouge), dont la cathepsine S, qui fonctionnent au mieux dans un milieu alcalin, d'autres des pompes à protons (en bleu) et la NADPH oxydase (en violet). Cette dernière diminue un temps l'acidité dans le phagosome de sorte que l'intrus est découpé en fragments suffisamment importants pour être apprêtés et présentés à la surface par le CMH I. Là, ils seront reconnus par des lymphocytes T CD8 (en orange) qui traqueront ensuite les cellules tumorales identiques à celle qui a déclenché le processus.



Cet été, redécouvrez notre collection Bulles de Sciences...

EDP Sciences enrichit sa collection **Bulles de Sciences** avec le nouvel ouvrage "Doit-on craindre la foudre ?"...

Cette collection apporte à chaque volume la réponse d'un spécialiste à une question d'apparence anodine... mais qui reflète un problème scientifique actuel. En langage accessible à tous, chaque auteur dresse l'état des connaissances sur cette question. Des textes vivants, illustrés, riches d'enseignements, d'anecdotes, de rencontres et d'aventures.

Cette collection a reçu la Mention Spéciale du Prix du Livre Scientifique d'Orsay 2002.

Nouveauté 1^{er} semestre 2006

Quelques autres titres **Bulles de Sciences**...



Doit-on craindre la foudre ?

C. Bouqueneau

La foudre est un phénomène naturel qui fascine. Si son caractère mystérieux est de mieux en mieux connu, il n'est pas toujours bien expliqué, ni compris, et alimente encore un nombre considérable d'idées reçues. Ce livre a pour objectif d'apporter des réponses claires et détaillées, afin de permettre à tout un chacun de connaître et d'apprécier cet événement à la fois banal et spectaculaire.

• Juin 2006 • ISBN 2-86883-841-3
• 192 pages • 18 €

Tous les autres titres de cette collection sont consultables sur notre site web : www.edpsciences.org (rubrique Livres)



www.edpsciences.org