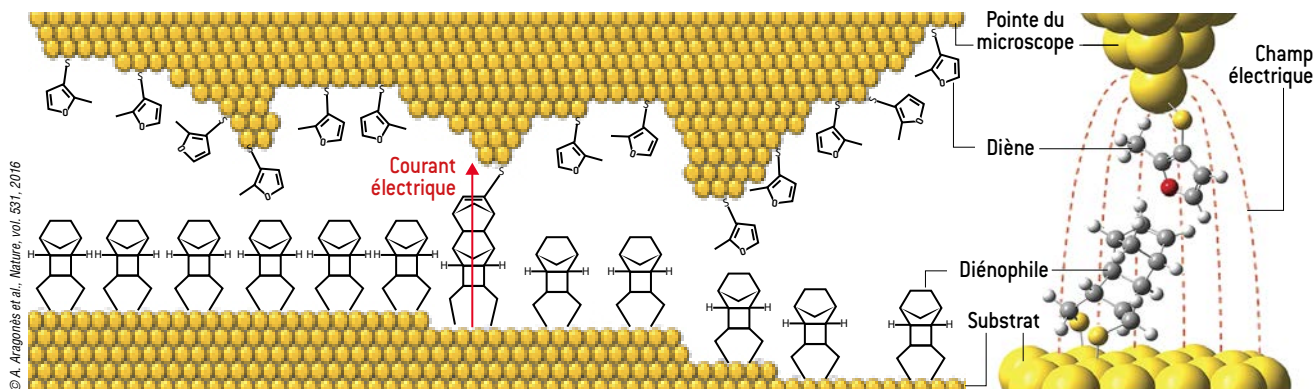


Chimie

Catalyser avec un champ électrostatique

Pour améliorer le rendement des réactions chimiques, on connaissait trois processus catalytiques. Une expérience où l'on utilise la pointe d'un microscope à effet tunnel a confirmé l'existence d'un quatrième.



Un simple champ électrostatique serait-il en mesure de remplacer les catalyseurs chimiques complexes et onéreux utilisés pour accélérer les réactions chimiques ? C'est ce que proposent Michelle Coote, de l'université de Barcelone, et son équipe. Cette nouvelle forme de catalyse complèterait ainsi les trois types de processus catalytiques déjà connus, à savoir la catalyse chimique, la catalyse enzymatique et la photocatalyse.

Dès 2004, des études théoriques avaient prédit qu'un champ électrostatique peut modifier la répartition des électrons entre les atomes au sein des molécules, favorisant ainsi la rupture de liaisons chimiques, ou la création de nouvelles. Néanmoins, pour que cet effet serve à faciliter des réactions, il faut que les molécules des réactifs soient orientées précisément dans le champ électrique – ce qui est difficile à réaliser lorsqu'elles sont dispersées dans un solvant.

L'équipe de Michelle Coote a étudié l'influence d'un champ électrostatique sur la vitesse d'une réaction de type Diels-Alder, durant laquelle deux liaisons sont créées simultanément entre un substrat (nommé diénophile) et

un réactif (un diène, une molécule d'hydrocarbure contenant deux doubles liaisons). Afin de contrôler l'orientation des molécules dans le champ, ils ont choisi de l'imposer à l'échelle moléculaire à l'aide d'un microscope à effet tunnel. Cette technique repose sur le passage d'un courant très faible entre un matériau conducteur et une fine pointe qui en balaie la surface, et permet de contrôler précisément le champ électrique entre les deux.

Les chercheurs ont fixé des molécules diénophiles sur une surface conductrice afin de les préorienter, et ont greffé des diènes sur la pointe du microscope. Celle-ci est abaissée sur la surface, ce qui met en contact substrat et réactif, et impose le champ électrique. À chaque fois que la réaction se produit, une jonction se crée et un courant s'établit. La pointe est ensuite relevée, le produit de la réaction en est arraché, et elle peut à nouveau être abaissée sur le substrat suivant. Les chercheurs ont ainsi mesuré l'efficacité de la réaction de Diels-Alder avec ou sans champ électrique, en abaissant et relevant la pointe du microscope 6000 fois et en comptant le nombre de fois où

le courant s'établit, signe que la réaction a lieu.

En présence d'un champ électrique, les jonctions ont été 4,4 fois plus nombreuses qu'en l'absence de champ, ce qui montre une forte augmentation de l'efficacité de la réaction, donc de sa vitesse globale. Ce résultat est conforme aux modélisations moléculaires théoriques selon lesquelles un tel champ électrostatique abaisse la barrière énergétique à franchir pour que la réaction de Diels-Alder ait lieu.

C'est la première fois qu'est validé de façon expérimentale le concept de catalyse électrostatique. Son applicabilité à l'échelle macroscopique reste encore à explorer, notamment en raison de la question de l'orientation des molécules dans le champ et des effets de solvants, qui peuvent diminuer ou annuler localement le champ électrique extérieur. Néanmoins, pour Michelle Coote, cette nouvelle forme de catalyse offre des perspectives inédites, tant pour l'étude des mécanismes réactionnels que pour la mise au point de nouveaux procédés de synthèse.

Martin Tiano

A. Aragonès et al., Nature, vol. 531, pp. 88-91, 2016

Entre la pointe du microscope [ci-dessus à droite] et la surface conductrice s'établit un champ électrique qui accélère la réaction entre les molécules diénophiles fixées sur la surface conductrice et les diènes adsorbés sur la pointe. Lorsque la réaction s'opère, un faible courant circule entre la surface et la pointe. En réalité, la pointe a une forme plus étalée et des milliers de diènes sont fixés dessus [à gauche].

Géophysique

Le fer sous pression

Le noyau terrestre est une énigme pour les géologues. Il contient surtout du fer et du nickel, mais aussi des éléments légers qui restent à identifier. Anat Shahar, de l'institut Carnegie pour la science, à Washington, et ses collègues ont étudié en laboratoire le rôle de la pression sur la formation d'alliages ferreux lors de la migration du fer du manteau vers le noyau.

En fonction de la pression, les parts des différents isotopes du fer qui se lient avec les éléments légers (l'hydrogène, le carbone, l'oxygène, etc.) varient. Ces alliages auraient migré vers le noyau en laissant dans le manteau des concentrations isotopiques de fer différentes selon les alliages effectivement formés. En calculant ces concentrations et en les comparant à des échantillons de roche du manteau, les chercheurs ont montré que le noyau ne contient probablement ni carbone ni hydrogène.

S. B.

A. Shahar et al., *Science*, vol. 352, pp. 580-582, 2016

Psychologie

Préjugés sur la voix des bébés

Les bébés filles ont-elles la voix plus aiguë que les bébés garçons? Nicolas Mathevon, de l'université de Saint-Étienne, et ses collègues ont analysé la structure acoustique des pleurs de bébés de quatre mois et ont montré que les voix des bébés filles ne sont pas plus haut perchées que celles des garçons. Cependant, ils ont aussi mis en évidence que nous n'hésitons pas à juger nos bébés à l'aune de stéréotypes, même en l'absence de différences avérées entre filles et garçons.

Les chercheurs ont fait écouter les pleurs de ces bébés à des adultes, prévenus qu'il s'agissait soit de garçons, soit de filles. Les auditeurs ont spontanément attribué les cris graves aux garçons et les cris plus aigus aux filles. Ainsi, les adultes appliquent leur connaissance des voix humaines après la puberté à celles des bébés. Par ailleurs, ils ont considéré qu'un même pleur exprimait plus d'inconfort lorsqu'il était présenté comme celui d'un «garçon» que lorsqu'il était attribué à une «fille». Aurait-on tendance à considérer que les garçons ne pleurent que lorsqu'ils ont vraiment mal? Et que les filles pleurent pour un rien? Les stéréotypes sont coriaces!

Catherine Hordelalay

D. Reby et al., *BMC Psychology*, vol. 4, article 19, 2016

Neurosciences

Comment fonctionne le cerveau des mathématiciens

Cédric Villani, mathématicien lauréat de la médaille Fields (voir la photographie), et autres brillants chercheurs en mathématiques ont-ils un cerveau distinct du nôtre? Oui, ou du moins, ils ne l'utilisent pas de la même façon que le «novice», selon Marie Amalric et Stanislas Dehaene, du centre NeuroSpin à Paris-Saclay.

Tous deux ont cherché à déterminer l'origine des aptitudes en mathématiques en enregistrant l'activité cérébrale par IRM fonctionnelle de 15 mathématiciens professionnels, comparée à celle de 15 personnes ayant des niveaux d'études semblables mais non expertes en mathématiques. Ils leur ont proposé d'écouter des propositions mathématiques compliquées correspondant à différents domaines (algèbre, analyse, géométrie et topologie), telles «Tout compact convexe d'un espace euclidien est l'intersection d'une famille de boules fermées», ainsi que des phrases complexes dans d'autres thématiques, par exemple «Dans l'Antiquité, en Grèce, un citoyen ne payant pas ses dettes devenait un esclave». Les participants devaient dire si la proposition était juste, fausse ou dénuée de sens.

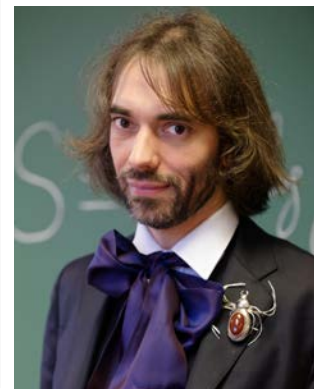
Dans le cerveau de tous les participants, les aires associées au langage et à sa compréhension s'activent quand ils réfléchissent aux phrases de culture générale.

Et tous répondent correctement à environ deux tiers des propositions. En revanche, quand les sujets tentent d'interpréter les propositions mathématiques, les régions correspondant aux nombres, aux calculs et aux représentations dans l'espace (cortex préfrontal, sillons intrapariétaux, aires temporales inférieures) ne s'activent que chez les mathématiciens, qui donnent des réponses correctes dans 65 % des cas (comparés aux 37 % des non-mathématiciens).

Alors que chez les novices, la «bosse des maths» reste cantonnée aux nombres et aux calculs familiers, celle des experts est aussi dédiée à la réflexion mathématique. Ce qui confirme l'existence de régions cérébrales associées aux mathématiques, et indépendantes de celles traitant le langage.

Bénédicte Salthun-Lassalle

M. Amalric et S. Dehaene, *PNAS*, en ligne le 11 avril 2016



© Marie-Lan Nguyen/Wikimedia Commons/CC-BY 3.0

Les garçons pas si nuls en lecture

Les enquêtes indiquent que les garçons ont de moins bons résultats en lecture que les filles. Mais cela résulterait plutôt d'un blocage psychologique que d'un réel écart de talent, selon Pascal Pansu, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues. Les chercheurs ont demandé à 80 enfants de repérer des noms d'animaux dans un texte. Quand l'exercice était présenté comme un test de lecture, les garçons réussissaient moins bien que les filles, mais ils les égalaient quand on leur disait qu'il s'agissait d'un jeu.

Une galaxie satellite discrète

La Voie lactée accueille un nouveau membre parmi ses galaxies naines satellites. Le «club» comprend quelques dizaines de membres. C'est un ordre de grandeur de moins que les prévisions des modèles de formation galactique où l'on prend en compte l'influence gravitationnelle de

la matière noire. Mais il y aurait d'autres galaxies satellites discrètes, si l'on en croit les dernières découvertes. L'an dernier, une dizaine de ces objets ont été repérés et une équipe de l'université Cambridge, au Royaume-Uni, vient d'observer Crater 2, une galaxie satellite, la quatrième par sa taille, mais si diffuse qu'elle est très peu brillante.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr