

En bref

MEILLEURS À PLUSIEURS

Le pluriel ne vaut rien à l'homme, chantait Brassens. Pour un oiseau, en revanche, résoudre un problème est plus simple à plusieurs, affirme une étude de deux chercheurs hongrois. Un groupe de six moineaux domestiques réussit 11 fois plus vite qu'un binôme à enlever des couvercles transparents bloquant l'accès aux graines d'une mangeoire. L'analyse montre que les expériences et les compétences individuelles des moineaux se complètent et accroissent les chances de succès.

POTERIES DE 18 000 ANS

La production de poteries a commencé très tôt en Asie. La physicienne Elisabetta Boaretto, de l'Institut Weizmann, et l'archéologue Xiaohong Wu, de l'Université de Pékin, viennent de prouver qu'une couche sédimentaire contenant des récipients en terre cuite de la grotte de Yuchanyan, en Chine, date de 18 000 ans, soit juste après le maximum glaciaire ! En Europe, la production de pots en terre cuite ne s'est développée que bien plus tard, après celle du Proche-Orient, laquelle a débuté il y a 10 000 ans environ.



NASA/Dana Berry

Vue d'artiste d'un pulsar en train d'accréter la matière de son étoile compagne. Cette accréation augmenterait la fréquence de rotation du pulsar et transformerait celui-ci en pulsar milliseconde.

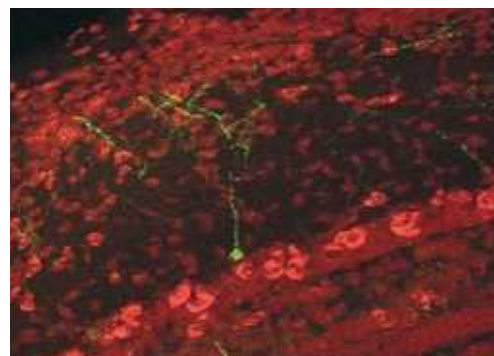
Neurobiologie

La fougueuse jeunesse des neurones

Les nouveaux neurones (en vert) dans le bulbe olfactif sont repérés grâce à une protéine fluorescente, la GFP.

Jusque dans les années 1990, on pensait que, chez les adultes, aucun neurone n'était fabriqué. Ce dogme est tombé avec la découverte d'une neurogenèse (une production de nouveaux neurones) dans quelques régions du cerveau adulte. Dès lors, on imagina greffer des neurones (d'origine embryonnaire) chez des individus atteints de maladies neurodégénératives, mais les succès n'ont pas été au rendez-vous. Pierre-Marie Lledo, de l'Institut Pasteur et du CNRS (URA 2182), et ses collègues viennent d'apporter un élément d'explication à cet échec : les tout jeunes neurones sont hyperactifs. En revanche, cette hyperactivité ne se prolonge pas, et ils perdent rapidement cette propriété.

Les neurobiologistes ont étudié des jeunes neurones nouvellement formés dans le bulbe olfactif de souris adultes et se sont intéressés à la plasticité de certaines de leurs synapses. Ils ont mis en évidence un phénomène de potentialisation à long terme, c'est-



CNRS UMR 5020A, Didier

à-dire que ces synapses sont activées et « renforcées ». En d'autres termes, les jeunes neurones sont hyperactifs, sans doute sous l'effet de stimulations olfactives, et ce pendant 12 semaines, avant de retrouver une activité plus faible, semblable à celle des neurones matures. En fin de compte, la moitié de la population de nouveaux neurones – vraisemblablement les plus actifs – s'installe dans les circuits neuronaux préexistants du bulbe olfactif. L'élimination des autres favorise un renouvellement constant des neurones.

Cette sélection a-t-elle aussi lieu dans d'autres régions du cerveau ? On comprendrait alors mieux pourquoi les personnes atteintes de la maladie de Parkinson ne retrouvent que temporairement des facultés motrices normales après une greffe de neurones d'origine embryonnaire : ces cellules ne restent actives que peu de temps.

→ L. M.

A. Nissant et al., *Nature Neuroscience*, en ligne, 3 mai 2009

Astrophysique

Pulsars : le chaînon manquant révélé

En astronomie, les échelles de temps sont si longues qu'on ne voit pas les étoiles évoluer. Des astres qui se ressemblent sont-ils des objets distincts ou des objets du même type à des stades d'évolution différents ?

Cette question vient d'être résolue pour des étoiles nommées pulsars millisecondes. Victoria Kaspi, de l'Université McGill à Montréal, et ses collègues ont montré que ce sont des pulsars classiques « recyclés ».

Les pulsars sont des étoiles à neutrons, hyperdenses, qui tournent sur elles-mêmes en émettant un faisceau d'ondes radio qui balaye périodiquement l'espace. Ces « phares du cos-

mos » font en général quelques tours par seconde. Mais certains, dits millisecondes, tournent sur eux-mêmes plusieurs centaines de fois par seconde. Quelle est leur origine ?

On les soupçonne depuis longtemps d'être des pulsars classiques recyclés dans des systèmes binaires : l'accrétion de matière arrachée à une étoile compagne augmenterait la vitesse de rotation du pulsar. Cependant, si l'accrétion autour d'étoiles à neutrons a été observée, aucune émission radio n'était alors décelable. Est-elle perturbée par l'accrétion et ne réapparaît-elle qu'ensuite ?

C'est ce qui semble s'être produit pour le pulsar J1023. Lors

d'observations réalisées avec le radiotélescope de Green Bank, l'équipe de V. Kaspi a repéré un pulsar qui tourne 592 fois par seconde sur lui-même.

Or cet objet avait déjà été observé en 1999 ; c'était alors un pulsar classique dans un système binaire. En 2000, il avait brusquement évolué : on avait détecté un disque d'accrétion et la pulsation radio s'était tue. Selon les dernières observations, l'étoile à neutrons est aujourd'hui redevenue un pulsar, mais milliseconde.

Le mystère de la filiation des pulsars millisecondes semble enfin résolu.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

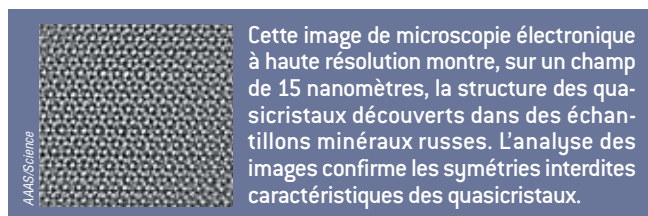
A. M. Archibald et al., *Science Express*, 21 mai 2009

Minéralogie

Un quasicristal naturel

Paul Steinhardt, de l'Université de Princeton, et trois collègues ont mis en évidence des quasicristaux dans des échantillons de minéraux provenant des montagnes de Koryak, en Russie. Découverts il y a 25 ans, les quasicristaux sont des matériaux dont la structure atomique est presque périodique, et respecte des symétries (telle la symétrie pentagonale, symétrie de rotation de $360/5 = 72$ degrés par rapport à un axe) qui seraient impossibles dans un vrai cristal, matériau strictement périodique. Jusqu'ici, tous les exemples de quasicristaux ont été synthétisés en laboratoire, dans des conditions bien contrôlées. Les quasicristaux trouvés par l'équipe de P. Steinhardt sont des grains de taille micrométrique d'un alliage d'aluminium, de cuivre et de fer. Leur structure est icosaédrique et comporte six axes de symétrie pentagonale. Comment la nature a-t-elle formé de tels matériaux ? La question reste ouverte. Quoi qu'il en soit, il semble qu'il faudra étendre la définition des minéraux.

→ M. M.

L. Bindi et al., *Science*, vol. 324, pp. 1306-1309, 2009

Biologie animale

Fourmis : digestion partagée

Le partage des tâches est une caractéristique des insectes sociaux que sont les fourmis ou les abeilles. La nutrition ne fait pas exception, et Audrey Dussutour, du Centre de recherche sur la cognition animale (CNRS/Université Paul Sabatier), et Stephen Simpson, de l'Université de Sydney, ont montré que les fourrageurs – les fourmis ouvrières qui rapportent la nourriture au nid – sont informés des besoins nutritionnels des larves et adaptent leur récolte.

Les biologistes ont mis à disposition de colonies de fourmis *Rhytidoponera* – ayant ou non des larves – de la nourriture riche en sucre ou bien riche en protéines. Quand il y a des larves dans la colonie, les ouvrières rapportent surtout de la nourriture riche en protéines, lesquelles permettent aux larves de se développer. En revanche, quand il n'y a pas de larves, les fourmis préfèrent la nourriture riche en sucre.

En outre, les biologistes ont montré que les fourmis rapportent toujours la même quantité de sucre : s'il y a trop de protéines, elles extraient le sucre et le digèrent, régurgitant les protéines à l'extérieur du nid. Or les fourmis nourries avec trop de protéines meurent beaucoup plus que les autres, car les protéines sont toxiques, pour des raisons inconnues. En fait, ces colonies survivent quand il y a des larves : ce sont elles qui assimilent les protéines. Ces résultats indiquent que les fourmis se partagent les tâches jusqu'à la nourriture : certaines font la récolte, les unes digèrent le sucre, les autres les protéines.

→ B. S.-L.

A. Dussutour et S. Simpson, *Current Biology*, vol. 19, pp. 740-744, 2009

Géophysique

Un manteau à une couche

Le manteau terrestre serait composé d'une couche unique, mais non homogène.

Le manteau terrestre comporte-t-il deux couches ou une seule ? Deux géochimistes des Universités Rice et Harvard proposent un modèle en faveur d'un manteau à couche unique, mais qui serait hétérogène.

Leur point de départ est une observation géochimique : la composition des basaltes des îles océaniques, telles Hawaï et la Réunion, et celle des dorsales océaniques diffèrent. Les basaltes des îles océaniques semblent résulter d'une remontée de matière profonde, d'un « point chaud » qui devrait être localisé dans le manteau profond, tandis que les seconds auraient une origine plus superficielle. Pour aboutir à cette conclusion, les géochimistes ont étudié les rapports de deux isotopes de l'hélium : l'hélium 3, un isotope « primordial » incorporé au manteau profond lors de la formation de la Terre, et l'hélium 4, issu de la décomposition radioactive d'éléments du manteau supérieur (uranium et thorium). Le rapport isotopique est inférieur pour les basaltes de point chaud. Cette observation semblait conforter l'hypothèse d'un manteau supérieur et d'un manteau inférieur séparés par une zone de transition située entre 410 et 660 kilomètres de profondeur.

Toutefois, selon la théorie de la tectonique des plaques, le manteau est parcouru de courants de convection. Or la convection se produisant dans l'ensemble du man-

teau, elle devrait mélanger les différents isotopes de l'hélium et tous les basaltes devraient avoir la même composition. De surcroît, lorsque deux plaques entrent en collision, l'une plonge sous l'autre et pénètre dans le manteau supérieur. Or certaines plaques plongeantes semblent s'enfoncer bien au-delà de la zone de transition. Voilà qui plaide pour un manteau à couche unique.

Afin de réconcilier les différentes données, les deux géochimistes proposent un nouveau modèle : les plaques plongeantes seraient pauvres en hélium, car ce gaz serait libéré en surface par dégazage. De ce fait, le contenu en hélium 3 du manteau profond aurait diminué au cours du temps, ce qui aurait ralenti l'homogénéisation du manteau par convection (une partie de hélium 3 serait restée « piégée » en profondeur).

Francis Albarède, de l'École normale supérieure de Lyon avait proposé un scénario voisin en 2008 : selon lui, le manteau serait bien constitué d'une seule couche hétérogène. D'une part, le manteau profond serait riche en gaz primordiaux tel l'hélium 3 ; d'autre part, la zone de transition entre la couche supérieure et la couche inférieure serait moins étanche qu'on ne le croyait, en particulier sous le Pacifique et l'Afrique.

→ J.-J.-P.

H. M. Gonnermann et S. Mukhopadhyay, *Nature*, vol. 459, pp. 560-563, 2009

Archéologie

Falaise, premier château normand en pierre ?

A 30 kilomètres au Sud de Caen se trouvent Falaise et son château ducal, que plus de 40 000 visiteurs viennent découvrir chaque année. La réfection d'une partie des remparts a conduit les archéologues de la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) à prouver que la première fortification du château remonte à la fin du X^e siècle.

L'indice clef de cette ancienneté est l'appareillage en *opus piscatum* (arête de poisson) de certaines parties du rempart, c'est-à-dire à base de pierres inclinées à 45 degrés, en changeant de sens à chaque strate successive. Découverts à la base du rempart, donc dans la toute première enceinte, de minuscules charbons de bois ont pu être datés au carbone 14 entre 960 et 1020. Or, à cette époque, les guerriers dressaient presque toujours des donjons de bois au sommet d'une motte ou de tout promontoire naturel, l'entouraient d'une palissade de bois et ménageaient éventuellement une basse-cour ceinte d'une autre palissade pour permettre aux roturiers qu'ils protégeaient de s'y réfugier. Dominant l'agglomération qui s'est peu à peu constituée à ses pieds, le château de Falaise présente exactement cette structure, sauf qu'il fut très tôt érigé en pierre. Pour le médiéviste Pierre Bouet, de l'Université de Caen, cette constatation illustre de façon spectaculaire la puissance des premiers ducs de Normandie, car sur plus de 500 fortifications normandes contemporaines du premier château de Falaise, à peine cinq sont bâties en pierre, en chaux et en sable.

→ F. S.



Vue des remparts Est et des pierres en *opus piscatum* [flèche].

Ville de Falaise

Médecine

Infertilité féminine : deux molécules identifiées

Cinq à dix pour cent des couples connaissent des difficultés pour concevoir un enfant, et dans deux tiers des cas, l'infertilité est féminine. Dans trois cas sur quatre, il s'agit d'un syndrome des ovaires polykystiques, une pathologie ayant plusieurs causes possibles, mais qui aboutit en général à une absence d'ovulation. Heng-Yu Fan et ses collègues, de l'École de médecine Baylor à Houston aux États-Unis, ont identifié deux enzymes nécessaires à l'ovulation et aux mécanismes qui en découlent.

Pour qu'il y ait fécondation, un spermatozoïde doit rencontrer un ovule. À chaque cycle menstruel, dans l'ovaire, un follicule (un agrégat de cellules contenant un ovocyte) se développe et grossit ; quand il est mature, l'ovocyte est libéré. Dans la trompe qui conduit à l'utérus, cet ovocyte est prêt à être fécondé par un spermatozoïde.

Deux hormones libérées par une glande du cerveau, l'hypophyse, permettent au follicule de se développer : la folliculostimuline participe à la maturation du follicule, et la lutéinostimuline provoque la rupture du follicule et la libération de l'ovocyte. Si la maturation du follicule s'arrête, l'ovulation n'a pas lieu.

H.-Y. Fan et ses collègues se sont intéressés au follicule lui-

même et aux cellules qui entourent l'ovocyte. Au moment de l'ovulation, les cellules folliculaires se transforment et produisent des hormones indispensables à l'implantation de l'embryon et à la poursuite de la grossesse quand il y a fécondation. Différents facteurs de croissance et la lutéinostimuline – qui permet la rupture du follicule – activent une voie de signalisation cellulaire, dite des MAP kinases (pour *mitogen-activated proteins*) : il s'agit des enzymes MAPK3 ou ERK1 (pour *extracellular-regulated kinase*) et MAPK1 ou ERK2, dont on vient de découvrir le rôle essentiel dans l'ovulation.

Comment les biologistes l'ont-ils montré ? Ils ont créé des souris où ERK2 et ERK1 sont inactivées uniquement dans les cellules entourant l'ovocyte. Ces souris sont stériles et présentent plusieurs anomalies des ovaires : la maturation des ovocytes est stoppée et l'ovulation n'a pas lieu. Ainsi, l'absence des protéines ERK, *in vivo*, empêche la lutéinostimuline d'activer les gènes contrôlant l'ovulation. L'identification de ce mécanisme cellulaire essentiel à l'ovulation devrait permettre de mieux comprendre les causes des pathologies touchant l'ovaire.

→ B. S.-L.

H.-Y. Fan et al., *Science*, vol. 324, pp. 938-941, 2009

DERNIÈRE minute ...

NANODIAMANTS FLUORESCENTS

Les molécules fluorescentes permettent notamment de suivre des molécules biologiques et leurs interactions. Mais elles ont souvent une courte durée de vie en raison de leur réactivité chimique. Or des physiciens français et allemands ont pu fabriquer en grande quantité des nanodiamants fluorescents stables. Ils ont rendu fluorescents des microdiamants indus-

triels par irradiation électronique à haute énergie et un recuit, puis ont réduit la taille des microdiamants pour en faire des nanoparticules, sans altérer leurs propriétés.

AMPOULES DOPÉES AU LASER

Bombarder au laser ultrabref un métal noir augmente l'émission lumineuse quand ce métal est incandescent. C. Guo et ses collègues, de

l'Université de Rochester, l'ont constaté en irradiant avec un faisceau femtoseconde le filament de tungstène d'une lampe à incandescence. À la surface du métal, le faisceau produit des nanostructures dont l'effet est d'amplifier l'émission lumineuse ; elles peuvent aussi être exploitées pour modifier la couleur de la lumière. Une ampoule de 60 watts ainsi traitée éclaire autant qu'une ampoule de 100 watts.