

Archéologie

La grotte Chauvet datée par l'ours

La datation des plus anciennes peintures de l'humanité restait controversée. Mais l'étude génétique et la datation de restes d'ours confirment les résultats fournis par l'analyse des pigments : les peintures de la grotte Chauvet ont plus de 29 000 ans.



Les peintures de la grotte Chauvet témoignent d'un sens artistique impressionnant. Dans la galerie du Cactus, un ours des cavernes dessiné au pigment rouge est rehaussé à l'estompe [a]. Les oreilles sont tracées sur un plan oblique, ce qui accentue la perspective, et l'épaule est soulignée de trois marques rouges. L'ours des cavernes est identifiable au relief marqué de son front, moins fuyant que celui de l'ours brun (*croquis en rouge*). Sur le grand panneau de la Salle du fond sont représentées, aux pigments charbonneux, des lionnes en chasse [b]. Les scènes sont rares dans l'art paléolithique. Celle-ci est unique.

La grotte Chauvet fut découverte par trois spéléologues en 1994. Lorsqu'il la visita à leurs côtés, le préhistorien Jean Clottes découvrit de la finesse esthétique de ses peintures qu'elles remontaient à la culture qui a produit Lascaux, apparue il y a quelque 22 000 ans. Toutefois, le carbone 14 contenu dans les pigments charbonneux des peintures plaçait l'art pictural de la grotte à quelque 31 000 ans. Jean-Marc Elalouf, de l'Institut de biologie et technologies du CEA, et des collègues ont confirmé cette datation directe par une datation indirecte : la « datation par l'ours ».

Cavité de quelque 500 mètres de long, la grotte Chauvet contient plus de 500 œuvres qui représentent surtout des animaux dangereux, tel l'ours. Les peintures du fond de la grotte, réalisées à l'aide de pigments charbonneux, sont datables directement par le radiocarbone, contrairement aux ours rouges dessinés à l'entrée, dont les pigments sont minéraux.

Lorsque les premières datations ont indiqué que les œuvres du fond de la grotte dataient de l'Aurignacien (il y a entre 37 000 et 29 000 ans) – époque de l'arrivée en Europe des premiers hommes anatomiquement modernes –, nombre de préhistoriens sont restés sceptiques : cela impliquait qu'il existait déjà, au début du Paléolithique supérieur, des artistes maîtrisant des techniques aussi complexes que l'estompe, la perspective, le rendu des volumes ou la représentation du mouvement. Aujourd'hui, après la détermination de l'âge de plus de 50 charbons de bois provenant des pigments ou du sol, l'idée que l'essentiel des œuvres de Chauvet remonte à l'Aurignacien fait largement consensus.

Pour la confirmer, J.-M. Elalouf et son équipe ont daté la dernière visite de l'ours des cavernes (*Ursus spelaeus*) dans la grotte. Cette espèce de grande taille (3,5 mètres de haut) était végétarienne et inféodée aux forêts ; sa disparition, il y a quelque 28 000 ans, a peut-être

été précipitée par l'homme, qui lui disputait les grottes où elle hibernait. Pour Valérie Feruglio, qui a analysé les peintures rouges de la grotte, les ours dessinés présentent le crâne massif et le « stop frontal marqué » typique des ours des cavernes et non le profil frontal plus fuyant de l'ours brun. J.-M. Elalouf a étudié l'ADN d'un échantillon de restes d'oursides de la grotte et de pièces comparables des grottes voisines, puis les a datés. Il s'agit bien d'ours des cavernes, appartenant à une population de faible diversité génétique, donc en voie de disparition. De fait, aucun ours de l'échantillon étudié n'a vécu après il y a 29 000 ans, ce qui suggère que les dessins rouges de Chauvet sont antérieurs. En outre, certaines œuvres du fond de la grotte ont été abimées par des ours se faisant les griffes, qui hibernaient donc dans la grotte après leur réalisation...

→ François Savatier

J.-M. Elalouf et al., J. of Arch. Science, en ligne, 2 avril 2011

Écologie

Plein de carbone sous les mangroves



Les mangroves stockent en moyenne cinq fois plus de carbone que les autres forêts. Daniel Donato, du Service des forêts américain, et ses collègues l'ont montré en mesurant la concentration de carbone contenu dans le sol de 25 écosystèmes de mangroves de la région Indo-Pacifique. Les mangroves se développent dans les régions tropicales, sur les côtes basses balayées par les marées ou à l'embouchure de certains fleuves. Les racines de leurs arbres ralentissent le flux des marées et favorisent ainsi la sédimentation, sous la mangrove, des particules organiques charriées par l'eau (résidus végétaux ou animaux). Les chercheurs ont noté que le carbone stocké dans ces sédiments est bien plus abondant que celui issu du cycle de décomposition des arbres et retenu dans la couche supérieure du sol – lui-même plus abondant que le carbone produit par les autres forêts. La disparition des mangroves libère le carbone piégé. Selon l'équipe de D. Donato, au rythme actuel, cela représenterait jusqu'à dix pour cent des émissions totales de dioxyde de carbone.

→ Marie-Neige Cordonnier

D. C. Donato et al., *Nature Geoscience*, vol. 4, pp. 293-297, 2011

En bref

DINOSAURES À POUX ?

Vincent Smith et ses collègues, à Londres, ont reconstitué l'arbre phylogénique de 69 espèces de poux actuelles à partir de leur ADN et montré que les poux étaient bien diversifiés avant la limite Crétacé-Tertiaire (65 millions d'années) qui marque la fin des dinosaures. La variété des parasites reflétant celle des hôtes, ils en déduisent que la radiation des oiseaux et des mammifères aurait commencé bien avant l'extinction de masse. Et les oiseaux ayant pour ancêtres certains dinosaures à plumes, les poux infestaient peut-être déjà ces aïeux !

GALAXIES STOPPÉES

Les plus grosses galaxies ont cessé de grandir il y a sept milliards d'années. C'est ce qu'ont montré des astronomes américains, qui ont observé avec le télescope *Hubble* les BCG, des galaxies elliptiques géantes situées au centre des amas de galaxies et contenant jusqu'à 100 000 milliards de soleils. Elles sont aujourd'hui à peine 30 pour cent plus massives qu'il y a sept milliards d'années. Or selon le modèle d'accrétion, elles auraient dû tripler en taille.

TOURBILLONS PROFONDS

L'océan est-il partagé entre une surface agitée par les anticyclones et des profondeurs plus calmes ? Une équipe américaine révèle que les tourbillons de surface balayant l'océan Pacifique perturbent les eaux jusqu'à plus de 2 000 mètres de profondeur. Les courants marins qui en résultent assurent le transport de la chaleur des sources volcaniques profondes, ainsi que des mollusques qui y vivent. En témoigne la colonisation de sources sans vie, distantes de plus de 300 kilomètres.

Neurobiologie

L'ocytocine, antidouleur des nouveau-nés

Juste après sa venue au monde, le nouveau-né semble moins sensible à la douleur s'il est né par voie basse que s'il est né par césarienne, avait montré une équipe suédoise en 2008. Un groupe de neurobiologistes français, finlandais, russes et italiens piloté par l'équipe de R. Khazipov et Y. Ben-Ari, de l'Institut de neurobiologie de la Méditerranée (Inserm/Université de la Méditerranée), à Marseille, vient de mettre en évidence le mécanisme qui préserve l'enfant de la douleur à la naissance et durant quelques heures.

La naissance peut être source de douleur lorsque le fœtus est comprimé ou manque d'oxygène, ou lors de l'utilisation de forceps. Les chercheurs ont mis en évidence le rôle antidouleur, chez le nouveau-né, d'une hormone sécrétée en quantité par la mère lors de l'accouchement, l'ocytocine. Cette molécule, qui favorise la contraction de l'utérus, l'allaitement et l'attachement au nouveau-né, a un effet antalgique chez l'adulte. L'équipe marseillaise



avait précédemment montré que l'ocytocine inhibe certains neurones du cortex de fœtus de rat. Le groupe international montre à présent chez des rats qu'elle réduit la douleur du nouveau-né en bloquant l'influx nerveux véhiculé par les neurones de la douleur.

À la naissance, les douleurs trop fortes ou persistantes chez le fœtus conduisent parfois à des séquelles neurologiques. En augmentant la résistance de l'enfant

à la douleur pendant ces épisodes, l'ocytocine diminuerait le risque de telles séquelles et agirait comme un mécanisme protecteur naturel. Une donnée à prendre en compte lorsqu'un inhibiteur de l'action de l'ocytocine est administré pour ralentir l'accouchement, ou lors des césariennes programmées.

→ M.-N. C.

M. Mazzuca et al., *Frontiers in Cellular Neuroscience*, vol. 5, n° 3, 12 avril 2011

Médecine

Un vaccin antidrogue

La méthamphétamine, une drogue de synthèse euphorisante, déclenche une dépendance rapide. On pourra peut-être y remédier. L'équipe de Kim Janda, à l'Institut Scripps en Californie, a réussi à vacciner des souris contre cette drogue : elles produisent des anticorps qui neutralisent la méthamphétamine avant qu'elle n'agisse sur le cerveau.

Les chercheurs ont synthétisé une molécule qui imite la méthamphétamine : elle a quasiment la même forme, la même charge électrique, mais ne déclenche pas les mêmes effets délétères. Cette molécule seule n'étant pas repé-

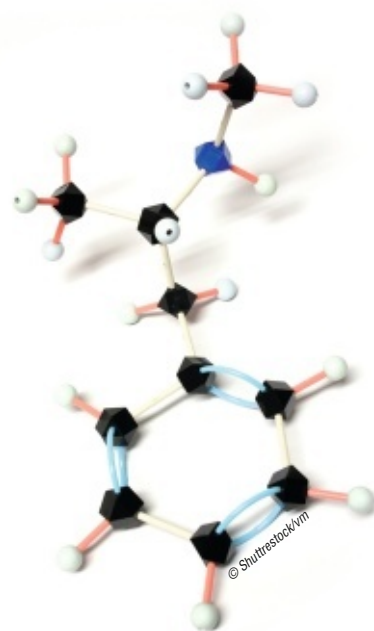
rée par le système immunitaire, les biologistes l'ont associée à une protéine auxiliaire volumineuse. Injecté chez la souris, cet assemblage est détecté par le système immunitaire, lequel déclenche la production d'anticorps spécifiques dirigés contre le complexe, et notamment contre la partie correspondant à la méthamphétamine. Lors d'une consommation ultérieure de méthamphétamine, ces anticorps qui persistent dans l'organisme reconnaissent la drogue, s'y fixent et la neutralisent.

L'efficacité du vaccin va être évaluée par des essais cliniques. Des vaccins contre la cocaïne et la nicotine, fondés sur le même prin-

cipe, sont déjà en cours d'évaluation. Selon Daniele Zullino, spécialiste des addictions à l'Hôpital universitaire de Genève, de tels vaccins constituent un traitement efficace dans le cadre d'une prévention précoce, parce qu'ils évitent que ne se mette en place le câblage neuronal de la dépendance. En revanche, pour une addiction ancienne, ils ne gommeront pas les mécanismes neuronaux déjà à l'œuvre. Mais ils éviteront sans doute que la conduite automatique de consommation de drogue ne s'aggrave.

→ **Guillaume Frasca**

A. Moreo et al., *JACS*, vol. 133 (17), pp. 6587-6595, 2011

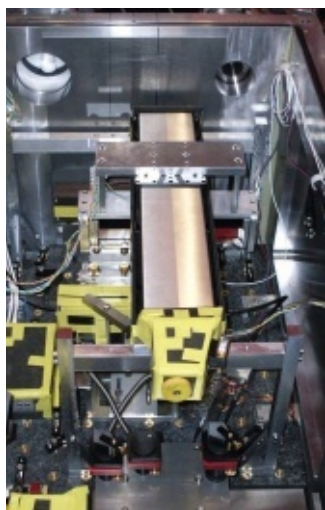


La molécule de méthamphétamine, cible du vaccin testé sur des souris.

306 BALEINES à bosse ont été repérées dans l'océan Antarctique. Un regroupement inhabituel, car le krill, aliment des cétacés, se raréfie en raison de la fonte des glaces.

Physique

Mesurer la gravité à l'échelle quantique ?



T. Jenke, ILL, Grenoble

Dans ce tube à vide (au centre) mesurant un mètre de long, des neutrons sont piégés entre deux plaques distantes d'une vingtaine de micromètres.

Comment observer les effets, à l'échelle quantique, de la force de gravité terrestre ? Des physiciens de l'Université de technologie de Vienne et de l'Institut Laue-Langevin (ILL), à Grenoble, proposent une solution. Ils ont mis au point une nouvelle technique de mesure des transitions entre les états quantiques de la matière, fondée sur l'étude de l'effet d'une perturbation mécanique sur des neutrons ultrafroids.

Habituellement, ces transitions sont mesurées par spectroscopie électromagnétique : un rayon lumineux excite des atomes d'un état quantique donné, caractérisé par une certaine énergie, vers un état d'énergie supérieure, et l'on détecte par diverses techniques les énergies de transition d'un état à un autre. Ici, les mesures

portent sur des neutrons, excités par les vibrations d'un miroir.

Refroidis à quelques millikelvins, les neutrons se déplacent si lentement qu'au lieu de traverser la matière, ils interagissent avec elle et peuvent être confinés dans une enceinte. Les physiciens ont utilisé cette propriété qui, pour ces neutrons, fait de la matière un miroir.

Ils ont injecté des neutrons ultrafroids entre deux plaques horizontales distantes d'une vingtaine de micromètres. La plaque supérieure absorbe ou diffuse les neutrons d'énergie supérieure à un seuil, tandis que les neutrons d'énergie inférieure restent piégés sous l'effet de la force gravitationnelle et de l'interaction forte qu'ils subissent avec les noyaux de la plaque inférieure, le miroir. Les neutrons ainsi confinés présentent

alors des énergies discrètes. Et lorsque le miroir inférieur vibre à une certaine fréquence, ils passent d'une énergie à une autre.

Par cette technique, nommée spectroscopie de résonance gravitationnelle, des variations infimes de la force gravitationnelle pourraient être détectées. Une piste pour tester les théories liées à la gravité dans le domaine micrométrique, telles la loi de la gravitation de Newton ou l'existence d'autres dimensions prédite par la théorie des cordes. Voire détecter de nouvelles forces qui perturberaient la gravité, telle celle que pourraient engendrer les axions, ces particules hypothétiques proposées comme l'un des constituants de la matière noire.

→ **M.-N. C.**

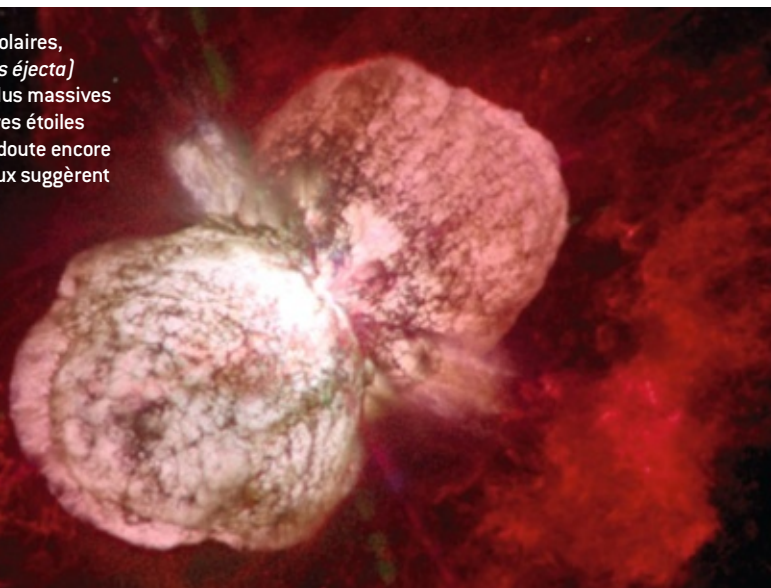
T. Jenke et al., *Nature Physics*, en ligne, 17 avril 2011 ; G. L. Greene, *ibidem*, 17 avril 2011

Astrophysique

Les premières étoiles avaient le tournis

La composition d'étoiles d'un amas ancien suggère que les premières étoiles de l'Univers tournaient très vite sur elles-mêmes.

Avec 100 à 150 masses solaires, Eta Carinae (au centre des éjecta) est l'une des étoiles les plus massives de la Galaxie. Les premières étoiles de l'Univers étaient sans doute encore plus massives. Des travaux suggèrent qu'elles étaient en outre en rotation ultrarapide.



NASA-STSC

En étudiant les fossiles, les paléontologues retracent la vie d'animaux qui ont vécu il y a des millions d'années. Il en est de même pour les astrophysiciens : en mesurant la composition d'étoiles parmi les plus vieilles de notre Galaxie, Cristina Chiappini, de l'Observatoire de Genève, et ses collègues ont trouvé des indices indiquant que les premières étoiles de l'Univers étaient en rotation très rapide.

Ces premières étoiles, qui se sont formées quelques centaines de millions d'années après le Big Bang, étaient des dizaines à des centaines de fois plus massives que le Soleil. Elles ont disparu depuis longtemps, mais on peut voir leur trace fossile dans les étoiles de la génération suivante.

En effet, lorsqu'une étoile massive explose, elle expulse dans l'espace interstellaire tous les éléments « lourds » (ou « métaux ») synthétisés par les réactions nucléaires au cours de sa vie. Ces éléments sont recyclés dans de nouvelles étoiles. Or les

petites étoiles pouvant vivre des milliards d'années, on peut aujourd'hui observer des étoiles de seconde génération incorporant des éléments lourds issus des premières étoiles.

L'équipe de C. Chiappini a mesuré à l'aide du *Very Large Telescope* européen, au Chili, l'abondance de deux éléments lourds, le strontium (Sr) et l'yttrium (Y) dans huit étoiles de NGC 6522, le plus vieil amas d'étoiles de la Galaxie, âgé d'au moins 12 milliards d'années. Ces deux éléments se révèlent très abondants, par rapport à l'enrichissement attendu dans des étoiles massives de première génération.

Une rotation rapide pourrait expliquer cette anomalie. Le strontium, l'yttrium et d'autres éléments sont créés dans les étoiles par un mécanisme de capture de neutrons lents (ou « processus S »), dans lequel des noyaux atomiques acquièrent des nucléons en absorbant des neutrons, qui se désintègrent éventuellement en protons ensuite.

Des travaux précédents avaient montré qu'une vitesse de rotation très élevée multiplie par 10 000 l'efficacité du processus S. La rotation mélange en effet les différentes couches de l'étoile où brûle du combustible, favorisant une cascade de réactions nucléaires qui aboutit à du néon radioactif, émetteur de neutrons.

Les chercheurs ont ainsi calculé que des étoiles massives de faible métallicité ayant une vitesse de rotation en surface de 500 kilomètres par seconde expliqueraient les concentrations de strontium et d'yttrium observées. Par comparaison, la surface du Soleil tourne à deux kilomètres par seconde.

Les premières étoiles de l'Univers auraient donc été en rotation ultrarapide. Ce résultat, s'il se confirme, fournirait une contrainte importante sur les modèles de formation des étoiles de première génération qui, jusqu'ici, ne pouvaient prédire la vitesse de rotation.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

Nature, vol. 472, pp. 454-457, 2011

En bref

CASSE-NOISSETTES HERBIVORE

D'après la forme de ses dents, on pensait que *Paranthropus boisei*, un hominidé qui vivait dans l'Est africain il y a un à deux millions d'années, se nourrissait de noix de noisettes – d'où son surnom Casse-noisettes. Des anthropologues américains et kenyans ont prouvé qu'il mâchait surtout des herbes : chez 22 individus, ils ont observé que les proportions des isotopes de carbone contenus dans l'émail dentaire – une signature du régime alimentaire – étaient similaires à celles d'herbivores contemporains.

SOMMEIL NÉFASTE

Trop dormir ou pas assez pourrait accélérer le vieillissement cognitif. Selon une étude épidémiologique franco-finno-britannique sur 5 431 individus âgés de 35 à 55 ans, allonger à plus de huit heures ou réduire à moins de six heures son temps de sommeil perturberait des fonctions cognitives telles que la capacité de raisonnement, le vocabulaire et la fluidité du langage. Toutefois, si elle est aussi altérée par des nuits trop courtes, la mémoire ne le serait pas par leur allongement.

GARE AU TABAC !

Des écologues allemands ont découvert le stratagème qui permet à la plante de tabac de lutter contre son prédateur, la chenille *Manduca sexta*. Les feuilles de tabac sont dotées de petits poils qui libèrent des sucres dont les chenilles – qui dévorent ces feuilles – sont friandes. Les sucres digérés forment des acides volatils, parfumant d'une odeur distinctive les chenilles (et leurs excréments). Des fourmis, attirées par l'odeur, les localisent et s'en nourrissent.

En bref

SALAMANDRE VÉGÉTALE

Ryan Kerney et ses collègues, au Canada, ont découvert une étonnante association entre la salamandre maculée *Ambystoma maculatum* et les algues vertes *Oophila amblystomatis*. On trouve ces algues à l'intérieur des cellules embryonnaires de la salamandre jusqu'à un stade avancé du développement. On trouve aussi leurs kystes dans les œufs à des stades très précoces. Enfin, des traces d'algues ont été repérées dans le système reproducteur des salamandres adultes. Les algues seraient ainsi transmises d'une génération d'amphibiens à la suivante !

MARS GLACÉE

On savait que la calotte au pôle Sud de Mars contient de la glace de dioxyde de carbone. Des images radar du satellite *Mars Reconnaissance Orbiter* viennent d'y révéler un nouveau dépôt de glace carbonique, enfoui, d'un volume de 12 000 kilomètres cubes. C'est 30 fois plus que les dépôts connus au pôle Sud, et l'équivalent de 80 pour cent du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère martienne. Sa sublimation bouleverserait le climat martien.



Les cendres éjectées par le volcan islandais Eyjafjöll peuvent endommager les réacteurs d'avions. Une nouvelle céramique pourrait remédier au problème.

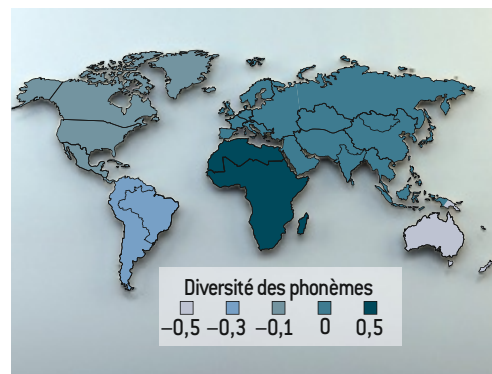
Linguistique

La diversité mondiale des phonèmes

Un phonème est un élément sonore de base du langage articulé. Notés /o/, /a/ ou /t/, les phonèmes doivent être combinés pour produire du sens. Quentin Atkinson, de l'Université d'Auckland, en Nouvelle-Zélande, a mis au point une méthode pour étudier leur diversité à travers le monde, et conclut qu'elle décroît à partir d'une source située en Afrique.

Comment s'y est-il pris ? Il a exploité le WALS (*World Atlas of Language Structures*). Cette base de données des structures langagières rassemble en particulier des informations sur trois aspects importants de la diversité des phonèmes au sein d'une langue : le nombre de voyelles, le nombre de consonnes et la complexité des intonations. Ces trois grandeurs sont mesurées sur des échelles différentes ; plus leurs valeurs sont grandes, plus la diversité des phonèmes l'est. Q. Atkinson les a d'abord ramenées sur une même échelle, puis il en a calculé la moyenne avant de les reporter sur une carte mondiale.

Ainsi définie, la diversité phonémique se révèle être grande en Afrique, inférieure et à peu près égale en Asie et en Europe, plus faible en Amérique du Nord, plus faible encore en Amérique du Sud et encore plus faible en Océanie. Sa décroissance en fonction de la distance à l'Afrique est similaire à celle de la diversité génétique et, comme elle, raconte l'histoire de la conquête de la planète par des groupes



Plus on s'éloigne de l'Afrique et plus la diversité phonémique des langues diminue. Pour être comparables, les données liées à la diversité phonémique ont été ramenées sur une même échelle statistique centrée sur zéro.

humains s'isolant de plus en plus à mesure qu'ils s'éloignaient du berceau africain. Pour discutable qu'elle soit sans doute, cette archéologie linguistique restitue la conquête de la planète par *Homo sapiens*. L'aptitude à combiner des phonèmes y a-t-elle joué un rôle crucial ?

→ F.S.

Q. Atkinson, *Science*, vol. 332, n°6027 pp. 346-349, 2011

Matériaux et structures

Protéger les avions des cendres volcaniques

L'éruption de l'Eyjafjöll, en avril 2010, a projeté dans l'atmosphère une grande quantité de cendres, ce qui a paralysé le trafic aérien en Europe. En effet, on craignait que les cendres fondent dans les réacteurs des avions, et dégradent les céramiques isolantes.

La céramique utilisée en aéronautique est composée d'un mélange d'oxydes de zirconium (ZrO_2) et d'yttrium (Y_2O_3) ; elle isole le réacteur des pièces situées à proximité. Sa structure poreuse la rend flexible : elle peut se déformer sans se rompre lors des changements de température. Nitin Padture, de l'Université de l'Ohio,

et ses collègues américains et russes ont étudié son comportement quand elle est chauffée à 1200 °C en présence des cendres, riches en silice, prélevées sur l'Eyjafjöll. Ils ont montré que les cendres fondent et constituent une phase vitreuse peu visqueuse qui pénètre dans les pores. En refroidissant, la silice durcit, diminuant la flexibilité de la céramique, qui risque de se détacher du réacteur.

Les chercheurs ont mis au point une nouvelle céramique d'oxyde de zirconium et de gadolinium ($Gd_2Zr_2O_7$), imperméable aux cendres fondues dès que son épaisseur est supérieure à dix micromètres. À haute température,

cette céramique réagit partiellement avec les cendres et forme de petits cristaux qui colmatent l'entrée des pores. Ainsi, la silice vitreuse ne pénètre plus profondément dans la céramique, et le matériau conserve à peu près sa structure et ses propriétés isolantes.

Ces nouveaux matériaux doivent encore subir des tests pour que l'on sache s'ils conservent leurs propriétés après plusieurs cycles d'élévation de la température. Les avions pourront-ils alors voler à travers des nuages de cendres volcaniques ?

→ G.F.

J. Drexler et al., *Advanced Materials*, en ligne, 8 avril 2011

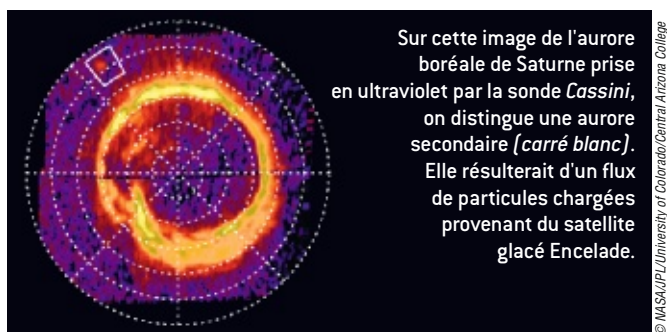
Astronomie

Encelade reliée à Saturne

La lune de Saturne, Encelade, est célèbre pour ses geysers de glace qui jaillissent dans l'espace. Wayne Prior, de l'Université d'Arizona, et ses collègues viennent de découvrir un autre aspect étonnant : un flux d'ions et d'électrons la relie à Saturne et y provoque des aurores polaires localisées.

Comme sur Terre, il existe sur Saturne des aurores polaires provoquées par les particules du vent solaire. Mais en étudiant des images en ultraviolet de ces aurores prises par la sonde *Cassini* en 2008, les astronomes ont découvert une tache lumineuse moins intense, de 1200 kilomètres de diamètre, à une latitude plus basse que l'aurore principale, et qui se déplace au même rythme qu'Encelade autour de Saturne. Or lors d'un survol d'Encelade à la même époque, *Cassini* avait détecté un flux d'électrons et d'ions du satellite vers la planète : un courant engendré par le mouvement, dans le champ magnétique de Saturne, des particules de glace ionisées éjectées par les geysers et entourant Encelade. L'intensité et le point d'impact estimé de ce flux sur Saturne concordent avec la tache observée : en pénétrant dans son atmosphère, il provoquerait cette aurore secondaire.

→ Ph. R.-G.

W. Pryor, A. Rymer et al., *Nature*, vol. 472, pp. 331-333, 2011

Génétique

Flore intestinale : trois types

En mars 2010, le consortium international MetaHIT (*Metagenomics of the human intestinal tract*), coordonné par l'INRA de Jouy-en-Josas, a déterminé l'ensemble des gènes des bactéries peuplant notre tube digestif. Il montre aujourd'hui que la population humaine se répartit en seulement trois groupes bactériens distincts ou « entérotypes », selon la nature et la fonction des bactéries qui composent la flore intestinale.

C'est en étudiant les bactéries intestinales de plus de 250 personnes d'origines européenne, américaine et japonaise que les chercheurs ont obtenu ce résultat. Le premier groupe exprime davantage les enzymes intervenant dans la production de vitamine B7, impliquée dans le métabolisme des graisses. Le deuxième surexprime les intermédiaires de synthèse de la vitamine B1, nécessaire au fonctionnement du système nerveux et à l'assimilation des hydrates de carbone. Le troisième surexprime les molécules participant au métabolisme du fer. Cette classification des entérotypes de notre organisme permettra peut-être de développer des outils de diagnostic, voire des traitements pour les maladies impliquant les micro-organismes intestinaux.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

M. Arumugam et al., *Nature*, en ligne, 21 avril 2011

Physique médicale

Un nouveau radio-isotope pour traiter le cancer

Pour traiter les leucémies et les métastases des cancers évolués, on dispose essentiellement de deux arsenaux thérapeutiques : la chimiothérapie et la radiothérapie. L'une et l'autre ont leurs indications en fonction du malade et de la tumeur, leurs avantages et leurs inconvénients. L'un d'eux est qu'elles détruisent les cellules tumorales, mais peuvent aussi endommager des cellules saines. C'est pourquoi les chercheurs conçoivent des molécules radioactives toujours mieux ciblées sur les cellules tumorales et émettant un rayonnement très focalisé. Les équipes de l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble, de l'Institut Paul Scherrer, à Villigen, en Suisse, et de l'Université technique de Munich, en Allemagne, viennent de mettre au point un radio-isotope présentant ces propriétés.

Ces chercheurs ont choisi le terbium 161 (^{161}Tb). Son noyau radioactif se désexcite en émettant des électrons par rayonnement bêta, comme d'autres radio-isotopes actuellement utilisés. Ce noyau peut aussi transférer une partie de son énergie par couplage à un électron proche ; ce dernier s'échappe, provoquant un réarrangement des couches électroniques qui aboutit à l'émission d'électrons dits Auger. Peu énergétiques, ces derniers parcourent moins de quelques dizaines de micromètres, soit environ la taille d'une cellule. Ils sont environ deux fois plus nombreux que les électrons bêta, plus énergétiques, qui parcourent la matière sur plusieurs millimètres.

Le terbium 161 est obtenu artificiellement en irradiant une cible enrichie en gadolinium 160 par le flux de neutrons dans le réacteur nucléaire de l'ILL. Le radio-isotope purifié est ensuite couplé à un « vecteur » biologique qui reconnaît spécifiquement les cellules tumorales. D'où le nom de

radiothérapie vectorielle donné à la méthode.

Le complexe, injecté au patient, se lie aux cellules cancéreuses, par exemple de certaines tumeurs gastro-intestinales. Le faible rayonnement gamma également émis par le terbium 161 permet de visualiser, au moyen d'un scanner adapté, si l'« adressage » a été correct.

Ces atomes radioactifs « adressés » aux cellules cancéreuses les irradient de façon localisée : ils épargneraient mieux les tissus sains que les radio-isotopes utilisés jusqu'à présent. En améliorant encore la spécificité des marqueurs des cellules tumorales et en produisant des radio-isotopes causant toujours moins de « dégâts collatéraux », les médecins nucléaires développent des traitements plus efficaces pour lutter contre certains cancers.

→ G. F.

S. Lehenberger et al., *Nuclear Medicine and Biology*, en ligne, 20 avril 2011

La radiothérapie vectorielle peut traiter certaines tumeurs : des molécules radioactives se fixent sur les cellules cancéreuses et les détruisent.

Génétique

Nouveau type de mutations

Les maladies génétiques résultent d'anomalies dans l'ADN, le plus souvent dans les séquences codant une protéine. Patrick Edery, du Centre de recherches en neurosciences de Lyon, et ses collègues ont découvert un nouveau type de mutation où l'ADN codant les protéines reste intact. Rappelons qu'un gène (ADN) est transcrit en un ARN pré-messager constitué d'« exons » codants et d'« introns » non codants, ces derniers étant éliminés lors de l'épissage. L'ARN messager obtenu (les exons raboutés) est traduit en protéine. L'acteur principal de l'épissage est le spliceosome, un complexe d'ARN et de protéines. En s'intéressant au syndrome de Taybi-Linder, qui se traduit par des malformations limitant l'espérance de vie à trois ans, les biologistes ont identifié quatre mutations associées à cette maladie. Elles sont situées dans une région qui code non pas une protéine, mais un élément de certains spliceosomes, un petit ARN nucléaire (ARNsn). Ce rôle inédit d'un ARNsn dans une maladie génétique révèle l'importance de l'épissage dans le bon fonctionnement d'un organisme.

→ Loïc Mangin

P. Edery et al., *Science*, vol. 332, pp. 240-243, 2011

Chimie

Du savon dans les égouts

Dans les canalisations d'eaux usées, les dépôts solides de graisses et d'huiles sont responsables de près de la moitié des débordements. De quoi sont faits ces dépôts et comment se forment-ils ?

L'équipe de Francis de los Reyes, à l'Université de l'État de Caroline du Nord (États-Unis), a établi que la plupart de ces dépôts sont composés à plus de 50 pour cent par des lipides, essentiellement de l'acide palmitique, un acide gras saturé très répandu. De même, dans 85 pour cent des dépôts, l'élément métallique dominant est le calcium, avec une concentration moyenne de 4,2 grammes par litre. F. de los Reyes et ses collègues ont confirmé expérimentalement l'hypothèse que les dépôts se forment par une réaction de saponification entre du dichlorure de calcium (CaCl_2) et des acides gras libres. Pour cela, ils ont notamment fabriqué du savon en laboratoire à partir de CaCl_2 et ont comparé, par spectroscopie infrarouge, ce savon avec les dépôts échantillonnés. Ainsi, ces dépôts seraient pour l'essentiel des sels métalliques d'acides gras : du savon.

→ Maurice Mashaal

X. He et al., *Environmental Science & Technology*, en ligne, 21 avril 2011

Physique

La stabilité complexe du vélo

Vous croyez savoir faire du vélo ? En fait, c'est le vélo qui sait faire, car il se stabilise à partir d'une certaine vitesse. On pensait que cette stabilité résultait d'une coopération entre deux couples mécaniques : le couple gyroscopique et celui lié à la réaction du sol sur la roue avant, nommé effet de chasse. Or J. Kooijman, de l'Université de Delft, en Hollande, et des collègues hollandais et américains ont construit un vélo stable dépourvu de ces deux effets.

Quand un vélo en mouvement penche, le couple gyroscopique, dû à la rotation simultanée du guidon et de la roue avant, tend à redresser la roue et contribue donc à redresser le vélo. Par ailleurs, l'effet de chasse tend aussi à redresser la roue quand l'intersection de l'axe du guidon avec le sol est en avant du contact roue-sol. L'idée que ces deux couples suffisent à redresser le vélo est répandue... mais fausse ! Selon J. Kooijman, elle

remonte aux interprétations erronées des pionniers de la physique du vélo, au XIX^e siècle, puis à des calculs faux au XX^e siècle. En fait, calculs et mesures prouvent que les deux couples ne sont pas essentiels et que tout dépend de la configuration du vélo. Pour l'illustrer, les physiciens ont construit un vélo stable dans lequel une roue contrarotative annule l'effet gyroscopique et dont l'axe du guidon rencontre le sol en arrière du contact roue-sol.

D'où vient, alors, la stabilité du vélo ? Pour les chercheurs, son origine est multifactorielle. Trois idées se dégagent : c'est la force centripète due à la courbe suivie qui redresse le vélo ; la trajectoire du vélo doit donc se courber assez dès qu'il penche ; ce comportement se manifeste au-dessus d'un seuil de vitesse (environ 11 kilomètres par heure pour les vélos usuels).

→ F.S.

J. Kooijman et al., *Science*, vol. 332, n° 6027, pp. 339-342, 2011

Le vélo conçu par l'équipe de J. Kooijman.

J. Kooijman, Université de Delft

DERNIÈRE minute ...

TROIS PAIRES D'AILES

Les insectes ont, au plus, deux paires d'ailes. C'est du moins ce que l'on croyait jusqu'à ce que les travaux de Nicolas Gompel et de ses collègues ne remettent en question ce dogme. Preuves génétiques et anatomiques à l'appui, ils ont montré que chez les membracides (des cousins des cigales), le casque est une troisième paire d'ailes modifiée. Cet appendice, parfois exubé-

rant, peut ressembler à une épine, une fiente d'oiseau, voire une fourmi en position d'attaque !

LE RIZ DOMESTIQUÉ EN CHINE

Des généticiens américains ont montré que *Oryza sativa japonica* et *Oryza sativa indica*, les deux sous-espèces de riz domestique, sont plus proches l'une de l'autre qu'elles ne le sont de toutes les espèces de riz sauvage connues. Ainsi,

elles ont une origine commune qui, d'après l'horloge moléculaire du riz de culture construite par les chercheurs, pourrait être une espèce sauvage de riz domestiquée dans la vallée du Yang-Tse en Chine il y a quelque 8 200 ans.

.fr Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr