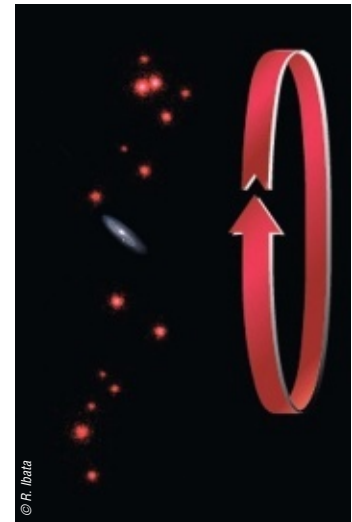


Astronomie

Un disque de galaxies naines autour d'Andromède

Des observations de la galaxie d'Andromède ont révélé que la plupart de ses satellites sont situés dans un même plan et tournent autour d'elle dans un mouvement d'ensemble.



Deux galaxies satellites (parmi de nombreuses autres) sont visibles sur cette image de la galaxie d'Andromède prise en lumière visible avec le télescope spatial Hubble (ci-dessus). La distance et la vitesse radiale de 27 de ces galaxies naines a été mesurée. Parmi elles, 15 (à droite, boules rouges) sont réparties dans un plan, dont 13 tournent ensemble autour d'Andromède (flèche).

Les galaxies naines sont les vestiges des galaxies qui ont fusionné pour donner naissance aux grandes galaxies actuelles, telle la Voie lactée. Contrairement à ce que prédisent les modèles de formation, des observations suggèrent que ces petites galaxies satellites ne sont pas réparties au hasard autour des galaxies géantes.

Une nouvelle étude réalisée par Rodrigo Ibata, de l'Observatoire de Strasbourg, et ses collègues, renforce cette idée. En analysant les données du relevé PAndAS, effectué entre 2008 et 2011, les chercheurs ont montré que près de la moitié des satellites de la galaxie d'Andromède (ou M31), sont répartis dans un plan et animés d'une rotation d'ensemble autour de leur hôte.

Le recensement détaillé – rendu possible par la proximité d'Andromède, à seulement 2,55 millions d'années-lumière – a révélé 27 galaxies naines compagnons distantes de 100 000 à 1,3 million d'années-lumière de leur hôte. Treize

d'entre elles se situent dans un plan de 42 000 années-lumière d'épaisseur, incliné d'environ 50° par rapport au disque d'Andromède, et ont un profil de vitesse commun, qui trahit une rotation cohérente : les satellites situés au Nord de M31 s'éloignent, tandis que ceux situés au Sud se rapprochent. Trois autres satellites déjà connus se trouvent aussi dans ce plan. Or les 13 satellites découverts dans ce disque sont pauvres en gaz. C'est la marque des vieux satellites... qui devraient avoir des orbites variées !

Par ailleurs, les satellites de la Voie lactée semblent également se trouver dans un plan. Un peu plus loin, 22 des 24 satellites connus de la galaxie Centaurus A sont répartis dans deux plans quasi parallèles. Autour de la galaxie M81, les satellites pauvres en gaz forment un groupe distinct de ceux où se forment des étoiles, et résident dans une région aplatie. Dès lors, la découverte de R. Ibata et son équipe est-elle la preuve que les distributions structu-

rées des galaxies satellites sont la norme ? De telles structures ne sont pourtant pas prévues par les modèles de formation des galaxies.

Quelle est l'origine du disque d'Andromède ? Selon les auteurs, un groupe compact de galaxies naines pourrait avoir été capturé et s'être étalé en un disque au fil des orbites. Ce groupe aurait néanmoins dû être plus serré que le disque, ce qui est peu plausible. Une autre possibilité est que l'accrétion se soit déroulée le long de filaments de matière, fortuitement alignés dans le même plan. Enfin, le disque pourrait résulter de l'accrétion d'une grosse galaxie riche en gaz, qui aurait engendré, via les forces de marée, un chapelet de galaxies naines.

Quoi qu'il en soit, au problème classique du manque de satellites observé par rapport aux prédictions théoriques, il faut désormais ajouter celui de leur répartition...

→ Philippe Ribeau-Gésippe

Nature, vol. 493, pp. 62-65, 2013

Archéologie

Un collyre de plus de 2 000 ans

Un médecin est à bord avec son équipement. Le bateau sombre face à la côte de ce qui deviendra Pozzino, en Toscane. Quelque 2140 ans plus tard, on constate que la dégradation des composés de zinc

que recélait l'une des boîtes à pilules de l'homme de l'art l'a fortement scellée... tant et si bien qu'elle a protégé de l'eau de mer les six disques de pâte de quatre centimètres de diamètre qu'elle contient! L'équipe internationale

de Gianna Giachi, de la Superintendance archéologique de Toscane, vient d'analyser ce contenu. L'étude a révélé qu'un mélange d'oxydes de zinc constitue le principal ingrédient et probablement le principe actif des pilules. Ces dernières étaient aussi mêlées d'amidon de blé, de traces de diverses légumineuses, tandis que leur formulation faisait appel à un mélange d'huile d'olive et de cire d'abeille. Pour G. Giachi, la composition et la forme des pilules suggèrent qu'on les délayait dans un liquide pour préparer des collyres.

→ François Savatier

PNAS, en ligne le 7 janvier 2013

© G. Giachi, Superintendenza archéologica de Toscana

La boîte à pilules fermée...



...puis ouverte, vue de dessus.



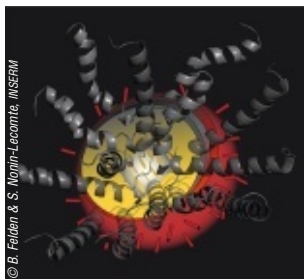
Biologie

La bombe à retardement des bactéries

On connaissait l'altruisme des abeilles, qui se sacrifient en piquant un intrus. Le staphylocoque doré pourrait avoir développé une stratégie similaire. C'est ce que viennent de montrer Nour Sayed, du Laboratoire de biochimie pharmaceutique (INSERM U835-UPRES EA2311) de l'Université de Rennes 1, Sylvie Nonin-Lecomte, du Laboratoire de cristallographie et RMN biologiques (CNRS UMR8015) à l'Université Paris-Descartes, et leurs collègues. Les biologistes ont mis en évidence, chez cette bactérie, un système toxine-antitoxine qui déclenche la destruction de la membrane bactérienne en réponse à des variations brutales de l'environnement.

Nombre d'espèces de bactéries et d'archées produisent des systèmes toxine-antitoxine. Constitués d'une toxine stable et d'une antitoxine instable, ils fonctionnent tous sur le même principe : quand l'antitoxine est

dégradée, la toxine qu'elle neutralisait est libérée et provoque la mort cellulaire. Malgré l'abondance de ces systèmes parmi ces règnes, leur fonction est encore mal comprise. Quel avantage



Lorsqu'il n'est plus réprimé, le peptide PepA1 (en gris) détruit la membrane de la bactérie (en rouge).

sélectif procure cette stratégie? Pour le savoir, les biologistes ont recherché, trouvé et caractérisé un tel système chez le staphylocoque doré, une bactérie responsable de graves infections chez l'homme.

La toxine est un petit peptide en forme d'hélice nommé

PepA1 dont la synthèse est réprimée par une molécule d'ARN, l'antitoxine. Lorsqu'un stress (oxydation, acidification) diminue la concentration de l'antitoxine, le peptide est produit et s'insère dans la membrane de la bactérie, qu'il détruit, probablement en formant des pores. Cette stratégie pourrait faciliter la colonisation des organismes infectés : libérés par la bactérie kamikaze, les peptides détruiraient les membranes des cellules hôtes, permettant à d'autres bactéries d'échapper aux compartiments qui, dans la cellule, engloutissent les agents pathogènes et les anéantissent.

Une piste pour de nouveaux antibiotiques? Les biologistes, qui ont déposé un brevet, ont bon espoir : reste à trouver un moyen de déclencher la synthèse du peptide chez tous les individus de la population bactérienne...

→ Marie-Neige Cordonnier

N. Sayed et al., JBC, vol. 287(52), pp. 43454-43463, 2012

En bref

Protéine antigel

Pour survivre à des températures inférieures à 0 °C, certains organismes synthétisent des protéines antigel. Ces molécules se lient aux cristaux en formation et abaissent localement la température de gel. Konrad Meister, de l'Université de la Ruhr, et ses collègues ont montré que les protéines antigel de la larve du scarabée *Dendroides canadensis* ont une action à distance : elles empêchent la formation des liaisons hydrogène, ce qui ralentit la formation des cristaux.

Sport et motivation

« Faire du sport » est l'une des résolutions classiques pour la nouvelle année. Mais elle n'est pas toujours facile à tenir. La faute à un manque de plaisir lors de l'activité physique? Une équipe de l'INSERM a montré que, chez des souris dépourvues du récepteur des cannabinoïdes CB1 dans l'aire tegmentale ventrale, une aire du cerveau associée aux systèmes de motivation et de récompense, le temps durant lequel les animaux se livrent volontairement à une activité physique diminue de 20 à 30 pour cent.

Sable en microgravité

Sur Terre, un écoulement de matériau granulaire, tel du sable, a deux composantes : un mouvement global, induit, et un écoulement secondaire de type convectif, qui mélange les couches supérieures du matériau avec les couches inférieures. Une expérience réalisée en microgravité, à bord d'un avion effectuant des vols paraboliques, a mis en évidence que l'écoulement convectif disparaît en l'absence de gravité, et que son importance augmente avec l'intensité de la gravité. De quoi mieux comprendre le comportement des matériaux granulaires, omniprésents dans la nature et dans l'industrie.

En bref

Araignée sculptrice

Une araignée... peut en cacher une autre. L'araignée ci-dessous, découverte en septembre 2012 dans la forêt amazonienne péruvienne, est une sculpture réalisée par une araignée cinq fois plus petite. Constituée de débris, de fragments de plantes et d'insectes morts, la fausse araignée ressemble à s'y méprendre à



sa créatrice. Pourquoi un tel édifice, qui risque de la faire repérer par ses prédateurs ? Peut-être pour se protéger. L'araignée *Cyclosa mulmeinensis* détourne ses prédateurs en décorant sa toile d'amas de débris qui les attirent. La petite araignée aurait-elle développé une stratégie similaire ? Les premières analyses indiquent qu'il s'agirait d'une nouvelle espèce du genre *Cyclosa*. La première, en tout cas, dont le leurre présente des pattes.

Anthropologie physique

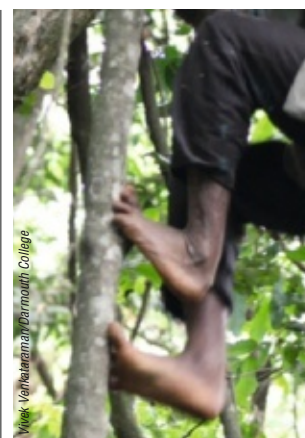
Marcher sur les arbres

Au cours de l'évolution, la structure osseuse de la cheville des préhumains est devenue de moins en moins favorable à la flexion du pied. Voilà, brutalement résumée, la logique développée par les paléanthropologues au cours de leurs études comparatives des os de chevilles des ancêtres des chimpanzés, des gorilles, des orangs-outans et des humains (des hominins). Or il s'avère que les performances de flexion des chevilles de certains *Homo sapiens* actuels sont les mêmes que celles des chimpanzés !

Vivek Venkataraman et ses collègues du Dartmouth College à Hanover, aux États-Unis, ont étudié les ascensions de chasseurs-cueilleurs de la forêt de l'Ituri au Congo (RDC). Ils profitent de leur petite taille pour « marcher » sur des arbres de petit diamètre, comme les chimpanzés le font ; ils accomplissent ces ascensions

sans aide matérielle afin de s'élever dans la forêt équatoriale à la recherche de fruits, de miel ou de proies. Pour effectuer ces mouvements, ces Pygmées fléchissent leurs pieds au-delà de 45 degrés, ce dont sont incapables les autres *Homo sapiens*. Cette flexion extrême est rendue possible par un allongement notable des fibres musculaires du mollet, adaptation que l'on retrouve aussi chez les Agta, des chasseurs-cueilleurs philippins de même morphologie que les Pygmées (des négritos) qui montent aussi souvent aux arbres.

Or tant chez les Pygmées que chez les Agta, la structure osseuse de la cheville est identique à celle de tous nos contemporains. On peut en conclure une chose : si nos ancêtres australopithèques ont progressivement développé des chevilles à la structure osseuse adaptée à la marche, cela n'interdit pas qu'ils aient pu avoir un



mode de vie en partie arboricole. Lucy, qui ne mesurait que de 1,10 à 1,20 mètre de haut et qui avait de longs bras, pouvait sans doute « marcher » encore plus facilement sur les arbres que les Pygmées, hauts de 1,5 mètre et dotés de simples bras humains.

→ F. S.

V. V. Venkataraman et al., PNAS, en ligne le 31 décembre 2012

Physique

L'art de couper net

Tout le monde sait d'expérience que pour bien couper un légume, il faut appliquer un mouvement de cisaillement parallèle à sa surface avec un couteau. Une pression perpendiculaire, seule, demande une force importante et provoque souvent le déchirement du matériau autour de la zone de coupe.

Étienne Reyssat, de l'Université Harvard, et ses collègues ont modélisé les effets des mouvements de découpe perpendiculaire et tangentiel à la surface. Ils ont étudié la découpe d'un gel d'agar avec un fil maintenu parallèle à la surface. Un dispositif donne au fil une vitesse de découpe constante,

dont les deux composantes – la vitesse perpendiculaire à la surface et la vitesse de cisaillement, horizontale – sont ajustables.

Les physiciens ont mis en évidence que lorsque la vitesse de cisaillement est nulle, le gel résiste d'abord avec une force proportionnelle à la pénétration du fil. Les chaînes de polymères du gel s'étirent et celui-ci se déforme. La réaction du matériau n'est pas localisée uniquement près du fil, ce qui implique que la force nécessaire à la progression du fil est importante. À une certaine profondeur, les chaînes de polymères finissent par rompre et une fracture s'ouvre dans le gel. La force

de résistance chute brutalement pour devenir constante. Les déformations sont alors concentrées sur le front de fracture, ce qui facilite la rupture des polymères.

Lorsqu'on ajoute une force de cisaillement, le gel se déchire plus rapidement. Le mouvement de cisaillement crée des frottements qui apportent une tension supplémentaire sur les polymères. La fracture s'amorce alors pour une force et une pénétration du fil moindres. En revanche, une fois la fracture amorcée, l'action du cisaillement devient négligeable.

→ Sean Bailly

É. Reyssat et al., Physical Review Letters, vol. 109, 244301, 2012



Astronomie

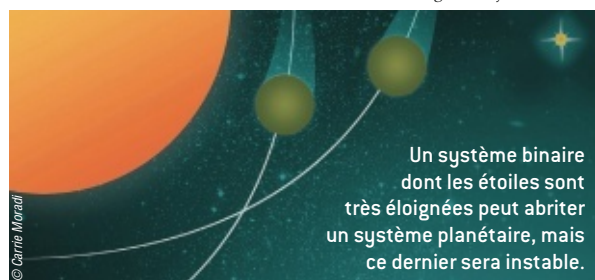
Exoplanètes en danger

De nombreuses étoiles appartiennent à des systèmes binaires dits larges, où les deux astres sont très distants l'un de l'autre. Des planètes peuvent alors se former autour d'une des deux étoiles, mais Nathan Kaib, de l'Université Queen, au Canada, et ses collègues ont montré qu'elles finissent par être notablement perturbées par l'étoile compagnon.

Les deux étoiles d'un système binaire tournent autour de son centre de gravité. Les astronomes ont simulé sur ordinateur l'évolution de plusieurs milliers de systèmes binaires larges. Ces systèmes sont soumis à des forces de marée galactique et aux effets gravitationnels d'étoiles passant à proximité, qui rendent plus elliptiques les trajectoires des deux étoiles. Au bout d'une durée de l'ordre du milliard d'années, celles-ci finissent par passer relativement près l'une de l'autre à chaque révolution, perturbant l'orbite des éventuelles planètes présentes. Certaines entrent en collision avec leur étoile ou sont éjectées du système stellaire.

→ Guillaume Jacquemont

N. Kaib et al., *Nature*, en ligne le 6 janvier 2013



Archéologie

Le fromage, créé en Europe ?

Le lait de vache est normalement indigeste pour un adulte. Comment en profiter malgré tout ? En transformant le lait en fromage. Une équipe de chercheurs vient de prouver que les paysans de la culture dite rubanée, qui vivaient sur les bords de la Vistule (Pologne) il y a plus de sept millénaires, maîtrisaient ce savoir-faire, ce qui suggère qu'il a été inventé en Europe.

Les plus anciennes preuves de traite d'animaux laitiers remontent au VII^e millénaire avant notre ère. Elles consistent en restes de poteries contenant des résidus d'acides gras issus du lait, mis en évidence par chromatographie en phase gazeuse. Mélanie Salque, de l'Université de Bristol, et ses collègues ont appliqué la même technique d'analyse à 50 tessons ressemblant à des fragments de faisselles en céramique, datant de 5200 à 4800 ans avant notre ère et retrouvés le long de la Vistule. Verdict : 40 pour cent de ces débris contenaient jusqu'à deux milligrammes de restes lipidiques par gramme de poterie, dont la composition isotopique est caractéristique du lait de ruminants. Il s'agissait donc bien de faisselles !

→ François Savatier

M. Salque et al., *Nature*, en ligne le 12 décembre 2012

Génétique

Mal des montagnes : l'adaptation en Éthiopie

Respérer en haute montagne est difficile à cause du manque d'oxygène et de la baisse de la pression atmosphérique. Notre organisme s'adapte de diverses façons, en accélérant la ventilation pulmonaire, le rythme cardiaque, et en augmentant la quantité d'hémoglobine dans le sang.

Cynthia Beall, de l'Université Case Western, et ses collègues ont étudié deux tribus éthiopiennes, l'une installée en altitude depuis au moins 5000 ans et l'autre plus récemment. Ils ont montré que l'adaptation physiologique de la première est semblable à celle des Tibétains.

Le mal des montagnes touche certaines personnes lors d'une ascension rapide. Ses symptômes sont nombreux : fatigue, maux de tête, vomissements, vertiges ou encore insomnies. Il existe une forme chronique du mal des montagnes qui se développe chez les populations vivant à haute altitude. Cette maladie fut décrite dès 1925 par le médecin péruvien Carlos Monge, et porte son nom. Elle apparaît progressivement et correspond à une perte des capacités à vivre dans un milieu pauvre en oxygène. Le sang s'enrichit en globules rouges et perd en

fluidité, ce qui peut provoquer des complications cardiaques.

Les deux tribus éthiopiennes étudiées par l'équipe de C. Beall habitent des plateaux à plus de 2500 mètres d'altitude. Les Oromos vivent à cette altitude depuis 500 ans environ tandis que les Amharas s'y sont établis il y a plus de 5000 ans. Par ailleurs, une partie de chaque groupe vit à basse altitude. Ainsi, on note que la concentration d'hémoglobine pour les habitants de haute montagne des deux tribus est plus élevée que pour les autres. Mais la différence est le double chez les Oromos.

Les Amharas compensent par un rythme respiratoire plus élevé. Leur adaptation ressemble à celle des Tibétains et pourrait aussi avoir une origine génétique. Chez les Tibétains, deux gènes interviendraient dans la réponse de l'organisme au manque d'oxygène et dans la fabrication des globules rouges, et permettraient d'expliquer que l'hémoglobine n'est pas produite en surabondance. Chez les Amharas, d'autres gènes sont probablement impliqués.

→ S. B.

G. Alkorta-Aranburu et al., *PloS Genetics*, vol. 8(12), e1003110, 2012



Astronomie

Une jeune étoile et ses planètes partagent leur repas

Dans un système stellaire jeune, l'étoile et les proto-planètes se nourrissent de la matière du disque de poussière et de gaz environnant. Comme les planètes nettoient de larges couloirs sur leur orbite, l'étoile se trouve coupée de la région externe du disque. Simon Casassus, de l'Université du Chili à Santiago, et ses collègues ont utilisé l'interféromètre ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*) pour étudier l'étoile jeune HD 142527, située à 450 années-lumière. Ils ont détecté deux filaments de matière, partant

de la région externe, et qui alimentent les planètes et l'étoile en traversant la zone dépourvue de poussière.

Le disque est constitué d'une partie interne large d'une dizaine d'unités astronomiques et d'une partie externe, au-delà de 140 unités astronomiques. Entre les deux, la région pauvre en poussière aurait été creusée par le passage de protoplanètes en orbite. Celles-ci attirent la matière proche, ce qui leur permet de continuer de grandir.

L'étoile aussi continue de croître en attirant la matière



du disque interne. Mais étant donné sa taille et le rythme de croissance de l'étoile, S. Casassus et ses collègues ont montré que le disque interne devrait dispa-

raître en moins d'une année. Ce n'est pas le cas, car ce dernier est alimenté par deux ponts de gaz, des filaments relativement étroits traversant la zone pauvre en poussière. Comment se sont formés ces ponts ? Les protoplanètes captent le gaz de la région externe par attraction gravitationnelle. Cependant, une grande partie du gaz acquiert assez de vitesse pour échapper aux planètes en formation et continuer sa chute vers le disque interne et l'étoile.

→ S. B.

S. Casassus et al., *Nature*, 2 janvier 2013

Jusqu'à 9 % : ce serait la proportion de méthane qui s'échappe dans l'atmosphère lors de l'exploitation d'un puits de gaz de schiste.

Nanotechnologies

Absorber la lumière avec des nanocubes

Comment mettre au point des panneaux solaires plus efficaces ? L'une des réponses est d'absorber au maximum la lumière incidente, que l'on convertit ensuite en élec-

tricité ou en chaleur. Antoine Moreau, de l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, et ses collègues de l'Université Duke, aux États-Unis, ont conçu des métamatériaux très

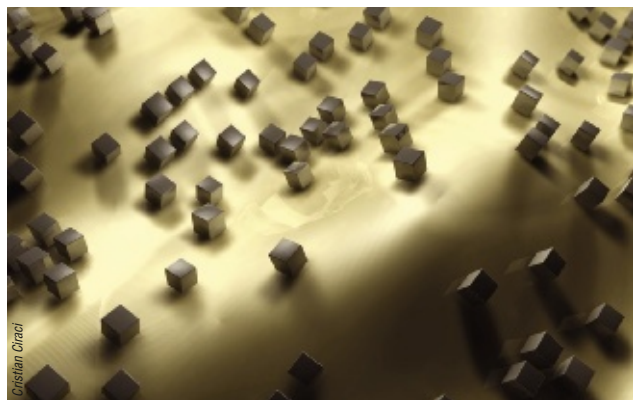
peu réfléchissants en utilisant des nanocubes d'argent.

Les métamatériaux sont obtenus en formant sur une surface, par des techniques de lithographie, des motifs nanométriques qui en altèrent les propriétés optiques. Cette méthode est lente et coûteuse. A. Moreau et ses collègues ont utilisé une technique plus simple, qui consiste à disperser de façon aléatoire des nanocubes d'argent sur une mince couche d'or. Les nanocubes, de 74 nanomètres de côté environ, peuvent être fabriqués en grande quantité par des procédés chimiques. De taille inférieure aux longueurs d'onde de la lumière visible (entre 300 et 700 nanomètres), ces nanocubes sont capables de piéger cette dernière. Comment ? Entre la couche d'or et les nanocubes,

les chercheurs ont placé un film de polymère isolant de quelques nanomètres d'épaisseur. L'espace créé entre les cubes et la couche d'or sert de cavité résonante pour les électrons des nanocubes excités par la lumière. L'énergie confinée dans cet espace finit par se dissiper dans la couche d'or.

En couvrant ainsi 7,3 pour cent de la surface d'or avec des nanocubes, les chercheurs ont réussi à réduire la réflexion lumineuse de plus de 50 pour cent, pour une longueur d'onde proche de 650 nanomètres. Avec 17,1 pour cent de la surface couverte par des nanocubes, la réflexion n'est plus que de 7 pour cent de celle de la couche d'or nue.

→ S. B.

A. Moreau et al., *Nature*, vol. 492, pp. 86-90, 2012

Des nanocubes d'argent dispersés sur une surface métallique augmentent considérablement l'absorption de la lumière.

ADOPTEZ-VOUS !

19 euros
tous les 3 mois

% de réduction !
rapport au prix en kiosque



16 numéros
par an • **19** euros
tous les 3 mois

+ de 25 % de réduction !
par rapport au prix en kiosque

POUR LA
SCIENCE

- Mon e-mail** pour recevoir la newsletter *Pour la Science* (à remplir en majuscule).

- PLS424 – Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 28.02.2013

Climatologie

Imprévisible El Niño

Le phénomène d'oscillation australe El Niño, ou ENSO, est un cycle climatique qui se produit tous les deux à sept ans dans la région de l'océan Pacifique. Il perturbe divers facteurs (température, pluies...) et influe sur le climat mondial. Grâce à l'analyse de « carottes » de coraux prélevées sur des îles équatoriales, Kim Cobb, de l'Institut de technologie de Géorgie, aux États-Unis, et ses collègues ont reconstitué ses variations dans la région des prélèvements pendant les 7000 dernières années.

La richesse des coraux en certains isotopes de l'oxygène permet de déduire les changements de température de l'eau, et donc l'intensité du phénomène ENSO. Cette intensité aurait beaucoup varié, pour des raisons mal comprises. El Niño est décidément un phénomène difficile à prévoir.

→ G. J.

K. Cobb et al., *Science*, en ligne le 3 janvier 2012

Psychologie

L'illusion de la fin de l'histoire

Avez-vous beaucoup changé au cours des dix dernières années ? Changerez-vous beaucoup lors des dix prochaines ? Selon Jordi Quoidbach, de l'Université Harvard, aux États-Unis, et ses collègues, vous répondrez le plus souvent oui à la première question, et non à la seconde – et ce quel que soit votre âge. En d'autres termes, on a toujours l'impression que sa personnalité, ses valeurs et ses goûts ont fini d'évoluer au moment présent, ce que les chercheurs qualifient « d'illusion de la fin de l'histoire ».

Grâce à divers tests psychologiques, les auteurs de l'étude ont quantifié à quel point une tranche d'âge pensait avoir changé au cours de la décennie précédente, et combien elle estimait qu'elle changerait au cours de la décennie suivante. Ils ont ensuite comparé les prévisions des sujets d'un âge donné aux souvenirs des sujets âgés de dix ans de plus. Leur conclusion : on sous-estime systématiquement les changements à venir.

→ G. J.

J. Quoidbach et al., *Science*, en ligne le 4 janvier 2013

Microbiologie

Résistance des bactéries : un nouveau mécanisme

Mycobacterium smegmatis, bactérie proche de celle responsable de la tuberculose, a développé une stratégie étonnante qui lui permet de résister à un antibiotique antituberculeux, l'isoniazide, ont montré Y. Wakamoto et N. Dhar à l'École polytechnique fédérale de Lausanne et leurs collègues. Contrairement à la stratégie dite des bactéries persistantes, celle-ci n'est pas liée à la vitesse de croissance des bactéries, mais à l'expression intermittente d'une de leurs enzymes, nommée KatG.

En réponse à un stress (tel un antibiotique), les bactéries persistantes entrent dans une sorte d'hibernation qui ralentit leur métabolisme, et donc leur croissance. Les antibiotiques, en général ciblés sur une étape du métabolisme, ont alors peu d'effet. Par vidéomicroscopie, les biologistes ont observé que les bactéries *M. smegmatis* qui résistent à l'isoniazide ne sont pas celles qui

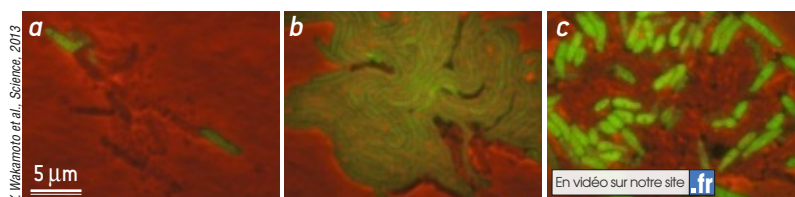
ralentissent leur croissance, mais celles dont le rythme de production de KatG est le plus lent.

L'isoniazide est un « promédicament » qui n'agit qu'après activation par un composant bactérien – ici KatG. Or les biologistes ont montré que chaque bactérie produit l'enzyme par pulsations aléatoires. En outre, non seulement les pulsations sont corrélées à la mort des bactéries, mais les chances de survie dépendent du délai entre deux pulsations. Les pulsations peu fréquentes favoriseraient la résistance, peut-être parce qu'elles ne permettraient pas d'atteindre le niveau d'antibiotique activé létal pour la population bactérienne.

Le mécanisme de ces pulsations reste inconnu, mais il pourrait être le résultat d'une adaptation de la population bactérienne à l'antibiotique, les variants les plus sensibles ayant été éliminés.

→ M.-N. C.

Y. Wakamoto et al., *Science*, vol. 339, pp. 91-95, 2013



Après traitement à l'isoniazide (a) et avant un nouveau traitement (c), les bactéries *M. smegmatis* résistantes (en vert) se multiplient (b).

DERNIÈRE minute...

OBÉSITÉ ET ALZHEIMER

Une équipe de chercheurs lillois (INSERM, Université de Lille, Institut Pasteur) dirigée par Luc Buée et David Blum a montré que les souris obèses ont davantage de risques de développer des symptômes de la maladie d'Alzheimer. Des souris transgéniques qui développent des dégénérescences neurofibrillaires constituées de protéines tau, caractéristiques de la maladie, ont reçu une alimentation riche. Au bout de cinq mois,

ces souris devenues obèses présentaient plus de lésions cérébrales et leur mémoire était plus altérée que des souris de la même souche ayant reçu une alimentation équilibrée.

UN NANOMOTEUR COMMANDABLE

Seulement 200 atomes constituent le nanomoteur que vient d'élaborer une équipe franco-américaine (CEMES/CNRS et Université d'Ohio). Grâce à des électrons fournis par un microscope à effet tunnel, un rotor

moléculaire tourne autour d'un stator, fixé sur une feuille d'or. D'un diamètre de deux nanomètres, c'est le plus petit moteur dont on puisse contrôler le sens de rotation. Ce sens est déterminé par l'endroit du rotor où l'on place la pointe du microscope à effet tunnel.

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



ACTUELLEMENT EN KIOSQUE

et sur www.pourlascience.fr/editionsnumeriques



Dossier Pour la Science n° 78

Les nuages et les vents sont au cœur des attentions des climatologues et des météorologues. Les premiers s'intéressent à leurs interactions avec le réchauffement climatique. Les seconds cherchent à prédire le temps qu'il fera demain, mais aussi les manifestations extrêmes (tornades, orages, cyclones...). Un numéro pour rester le nez au vent et la tête dans les nuages !

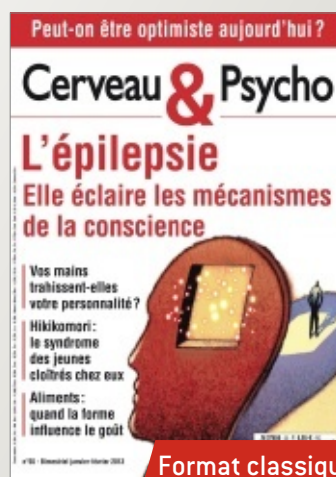
Parution janvier / mars 2013 – Prix : 6,95 €

Cerveau & Psycho n° 55

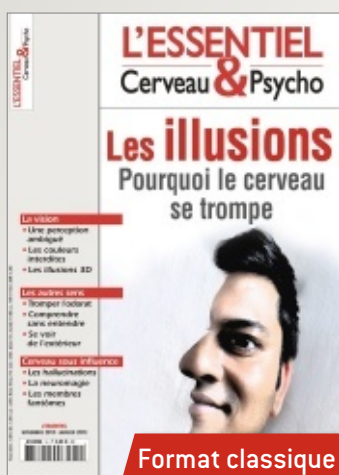
L'épilepsie est une maladie neurologique répandue et souvent handicapante, le sujet concerné vivant dans la hantise de la survenue d'une crise. La maladie est complexe, mais ses bases neurobiologiques commencent à être élucidées.

Et aussi : le syndrome Hikikomori, l'influence de la forme des aliments sur leur goût ou la personnalité reflétée par les mains.

Parution janvier / février 2013 – Prix : 6,95 €



Format classique
ou pocket



Format classique
ou pocket

L'Essentiel Cerveau & Psycho n° 12

Vision, audition, odorat, toucher... Tous nos sens sont les jouets d'illusions ! Découvrez notamment dans ce numéro les mécanismes des trompe-l'œil ; les couleurs interdites ; pourquoi le temps s'étire ou file selon notre humeur ; comment la magie trompe le cerveau, etc. Si ces anomalies de perception font notre plaisir, elles inspirent également les neuroscientifiques qui étudient le fonctionnement du cerveau lésé.

Parution de novembre 2012 / janvier 2013 – Prix : 6,95 €

En kiosque dès le 8 février :

L'Essentiel Cerveau & Psycho n° 13 sur la maladie d'Alzheimer.

POUR LA

SCIENCE

POINT DE VUE

Dérembourser les contraceptifs oraux de 3^e génération : une aberration

Du ces pilules sont dangereuses et il faut les interdire, ou elles sont sans risque accru et il faut les rembourser.

Israël NISAND

Le 3 janvier, Marisol Touraine, ministre des Affaires sociales et de la Santé, a annoncé que les pilules contraceptives de 3^e génération ne seront plus remboursées dès le 31 mars prochain, avançant de six mois un déremboursement déjà annoncé en septembre dernier. La raison ? Des études auraient montré que le risque de thrombose veineuse serait double par rapport à la contraception orale de 2^e génération. Les pilules de 3^e génération sont-elles à proscrire ? Les études invoquées ne sont pas suffisantes pour conclure à leur dangerosité.

Les contraceptifs dont il est question ici sont des pilules combinant des formes synthétiques des deux hormones produites par les ovaires et impliquées dans la régulation du cycle menstruel, l'estradiol (famille des estrogènes) et la progestérone. Selon le progestatif utilisé (la forme synthétique imitant la progestérone), ces pilules, nommées contraceptifs oraux combinés, ont été divisées en trois « générations », classées par ordre d'apparition sur le marché. Les différentes générations de contraceptifs utilisent toutes le même estrogène de synthèse, l'éthinyl-estradiol, à des concentrations variées.

L'annonce de septembre dernier faisait suite à deux rapports récents : d'une part, une revue, effectuée en mai 2011 par l'Agence européenne du médicament, des dernières publications sur les risques thromboemboliques associés à des pilules de 4^e génération ; d'autre part, la réévaluation, en juin 2012, des contraceptifs oraux de 3^e génération par la Commission de la transparence de la Haute autorité de santé, saisie sur ce sujet en

décembre 2011 par la Direction générale de la santé. Il s'agissait en particulier d'apprécier le service médical rendu par ces traitements, leur place dans la stratégie thérapeutique et leur périmètre de prise en charge. Les contraceptifs de 4^e génération n'étant pas remboursés, ils n'étaient pas concernés.

Une thrombose veineuse est la formation d'un caillot dans une veine. Les thromboses veineuses surviennent en général dans les jambes. Leurs conséquences peuvent être graves si le caillot se détache de la paroi veineuse : il peut en résulter une embolie, c'est-à-dire l'obstruction d'une artère, qui peut être fatale. Le risque thromboembolique existe en dehors de toute contraception orale : il est

NE SERAIT-IL PAS PLUS JUDICIEUX de rembourser *Cérazette*, la pilule la plus dénuée de risque thromboembolique qui soit ?

estimé à 0,5 à 1 cas pour 10 000 femmes non utilisatrices de pilules par an, ce qui est très faible. Il augmente à 2 cas pour 10 000 parmi les femmes prenant une contraception de 2^e génération à base de lévonorgestrel (la plupart des pilules de 2^e génération). Et selon les études citées dans ces rapports, le risque serait de 3 à 4 cas pour 10 000 femmes utilisatrices de contraceptifs de 3^e génération.

Or ces études – neuf en tout, dont seulement trois concernent les contraceptifs de 3^e génération – sont pour la plupart des études cas-témoins, c'est-à-dire des études observationnelles rétrospectives : à partir de registres, *a posteriori*, on recense le nombre de femmes ayant eu une thrombose veineuse et la contraception qu'elles utilisent. De telles

études ne permettent pas de savoir s'il y a eu des biais dans le recrutement des femmes, notamment si celles qui ont pris des contraceptifs de 3^e génération avaient un risque thromboembolique plus élevé que les autres.

Seule une analyse – au Danemark – a été effectuée sur une cohorte, c'est-à-dire sur une population de femmes de 15 à 49 ans sélectionnées (hors période de grossesse, sans antécédent de cancer ni de maladie cardio-vasculaire) et suivies de 1995 à 2005. Cette étude indique que pour une même dose d'estrogène, la proportion d'événements thromboemboliques était 1,8 fois plus élevée pour certains contraceptifs de 3^e génération (à base de désogestrel et de gestodène) par rapport à celle enregistrée pour ceux de 2^e génération (à base de lévonorgestrel), mais équivalente pour les autres de 3^e génération (à base de norgestimate).

De surcroît, pour un progestatif donné, le risque thromboembolique diminue avec la dose d'estrogène. Ce dernier résultat corrobore le fait que jusqu'à présent, aucun risque thromboembolique accru n'ait été associé à des contraceptifs oraux à base de progestatif seul, sans estrogène (il en existe deux, *Microval*, à base de lévonorgestrel et *Cérazette*, à base de désogestrel).

Si cette analyse présente un niveau de preuve supérieur à celui des études cas-témoins, elle ne suffit pas, à elle seule, pour conclure que les pilules de 3^e génération augmentent le risque thromboembolique par rapport à celles de 2^e génération. En choisissant de ne plus rembourser les contraceptifs de 3^e génération, le gouvernement