

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-

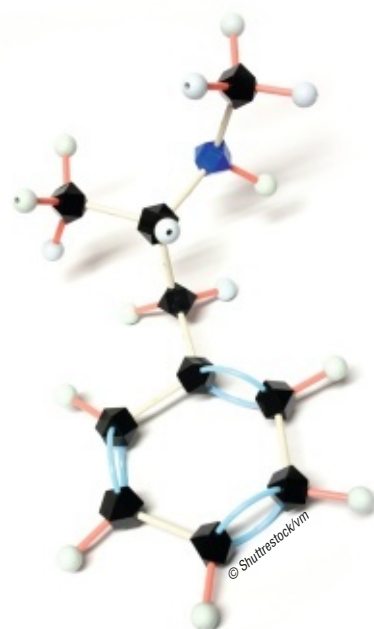
rée par le système immunitaire, les biologistes l'ont associée à une protéine auxiliaire volumineuse. Injecté chez la souris, cet assemblage est détecté par le système immunitaire, lequel déclenche la production d'anticorps spécifiques dirigés contre le complexe, et notamment contre la partie correspondant 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

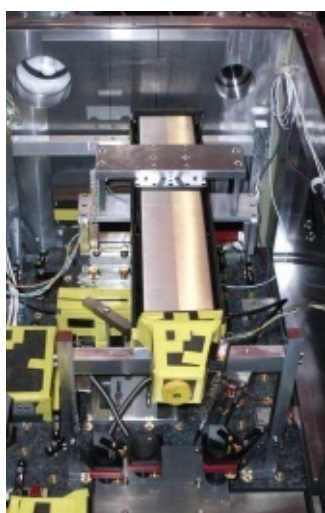


La molécule de méthamphétamine, cible du vaccin testé sur des souris.

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.**

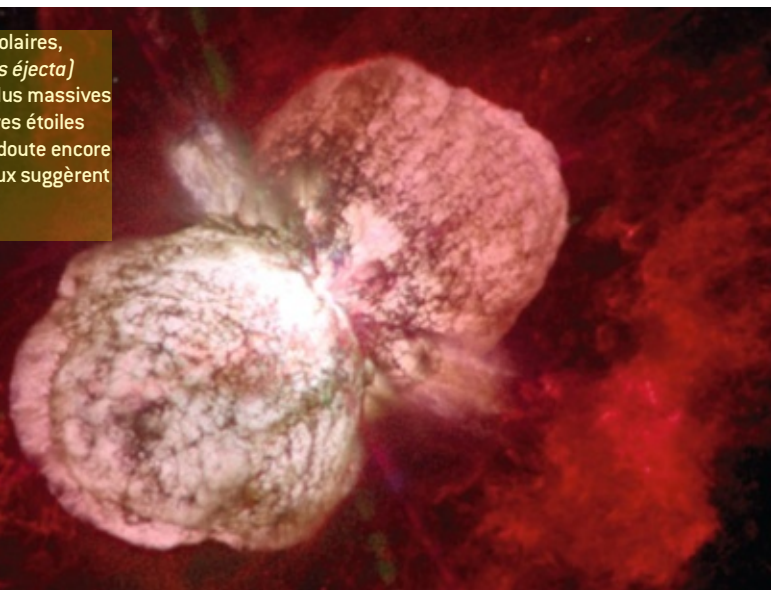
T. Jenke et al., Nature Physics, en ligne, 17 avril 2011 ; G. L. Greene, ibidem, 17 avril 2011

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.



MASA-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-NOISETTES 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 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.

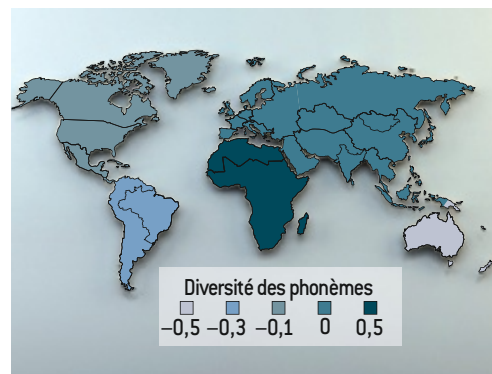
Linguistique

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