

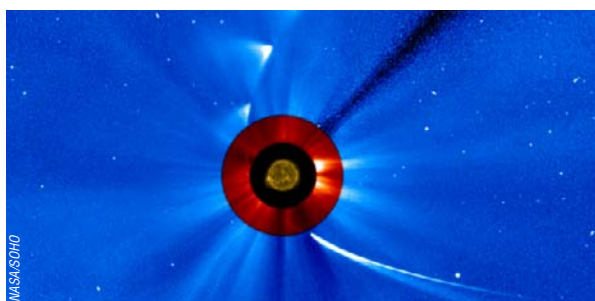
Astrophysique

ISON : adieu à la comète

La comète ISON aura été un des événements astronomiques de l'année 2013. Devant passer à seulement 65 millions de kilomètres de la Terre le 26 décembre 2013, elle aurait pu être visible à l'œil nu dans le ciel pendant plusieurs semaines. Mais à son passage au plus près du Soleil (au périhélie), le 28 novembre 2013, ISON – un agglomérat de glace et de poussière – s'est désagrégée.

Sa survie dépendait surtout de la taille de son noyau. L'imagerie HiRISE, embarqué par la sonde *Mars Reconnaissance Orbiter*, qui scrute habituellement la surface de Mars, a été utilisée pour estimer la taille du noyau : entre 100 et 1000 mètres. Tout juste la valeur nécessaire pour survivre au passage près du Soleil. Le sort de la comète dépendait alors de sa structure et de sa composition... Elle a finalement disparu au périhélie. Néanmoins, ISON laissera aux astrophysiciens de nombreuses informations sur les comètes, leur composition et leur histoire.

→ S. B.



Après son passage au périhélie, la comète ISON s'est désintégrée et a fini par disparaître, comme on peut le voir sur cette image prise par l'observatoire solaire spatial SOHO.

Archéologie

La mort au fond du puits

Une équipe de l'INRAP a retrouvé au fond d'un puits antique les traces d'un crime ou d'une épidémie médiévaux. Les chercheurs fouillaient un quartier gallo-romain à Entrains-sur-Nohain, dans la Nièvre, quand ils ont mis en évidence de petits thermes privés alimentés par des puits. Dans l'un d'eux, ils ont découvert un ossuaire. Le fait que les os étaient en connexion anatomique montre que 20 à 30 corps y ont été jetés ensemble ; la présence d'hommes, de femmes et d'enfants prouve qu'il s'agit d'un groupe de civils, que la datation au carbone 14 fait remonter au IX^e siècle. Épidémie ou massacre ? L'absence de chaux scellant la tombe collective suggère plutôt un massacre par une bande armée. L'une des batailles importantes de l'époque carolingienne a eu lieu dans cette région, qu'écumaient à l'époque les pirates vikings de la Loire. Des armées ont donc séjourné dans les environs au IX^e siècle. Le puits témoigne peut-être de leurs exactions.

→ F. S.

Médecine

Maladie de Creutzfeldt-Jakob : transmissible par le sang

La maladie de Creutzfeldt-Jakob est transmissible par le sang, confirme une étude dirigée par Olivier Andreoletti, menée à l'École nationale vétérinaire de Toulouse (INRA-ENVT). Cette maladie neurodégénérative rare est causée par des protéines infectieuses, les prions, versions mal repliées de protéines nommées PrP présentes à la surface des neurones. Les prions entraînent de proche en proche le repliement incorrect des protéines PrP normales et leur agglutination en agrégats qui détruisent peu à peu le cerveau. Le risque de transmission de la maladie par le sang a été envisagé dès les années 1990, mais les prions restent indétectables dans le sang de façon directe.

Afin de faciliter leur détection, les biologistes ont travaillé avec des souris modèles, génétiquement modifiées pour surexprimer la protéine PrP humaine normale. Ils ont injecté des fractions sanguines de cinq patients atteints de la maladie dans le cerveau de ces souris et ont recherché l'apparition de prions. Sur quatre patients atteints de la forme sporadique de la maladie, d'origine inconnue, deux ont déclenché la maladie chez quelques souris. C'était aussi le cas pour le cinquième patient, atteint de la variante de la maladie identifiée en 1996, causée par l'exposition au prion responsable de la « maladie de la vache folle ».

La nouveauté concerne ici la forme sporadique de la maladie, pour laquelle la transmissibilité par le sang est démontrée pour la première fois dans un modèle expérimental. « Il s'agit d'une donnée importante, explique Joliette Coste, directrice scientifique de l'Établissement français du sang de Pyrénées-Méditerranée. Mais les conditions expérimentales restent très éloignées des situations concrètes de la transfusion : le sang utilisé provient de patients décédés de la maladie ou prélevés au stade clinique, qui ne correspondent pas à la population des donneurs de sang en bonne santé. De plus, les transmissions ont été réalisées par voie intracrânienne et les tests ont été effectués avec des fractions sanguines complètes, alors que le sang collecté pour les transfusions est traité pour limiter le risque de transmission de la maladie : les globules blancs, qui portent aussi la protéine prion, sont éliminés des produits sanguins. »

Les mesures prises sont efficaces, mais l'objectif de la recherche internationale est de mettre au point un test de dépistage dans le sang afin de détecter d'éventuels porteurs asymptomatiques de l'agent infectieux et d'écarter leur don de sang.

→ Marie-Neige Cordonnier

J.-Y. Douet et al., *Emerging Infectious Diseases*, en ligne le 11 décembre 2013



En bref

Fleurs de cristaux liquides

Daniel Beller et ses collègues de l'Université de Pennsylvanie ont étudié l'effet de certains défauts dans des cristaux liquides. Dans ces matériaux, les molécules sont toutes alignées. La lumière se propage uniquement dans le sens de la longueur des molécules. Mais les défauts influent sur l'inclinaison des molécules les plus proches. Partant de cette idée, les chercheurs ont montré que l'on peut créer des structures qui rappellent la forme d'une fleur et ses pétales, et qui pourraient servir à focaliser la lumière comme une lentille.

Mécanisme anticannabis

Une molécule produite par le cerveau, la prégénolone, contrecarre les effets du cannabis. Une équipe de l'Université de Bordeaux (INSERM U862) a montré chez des rongeurs qu'en activant une classe de récepteurs neuronaux, le principe actif du cannabis augmente la synthèse de la prégénolone, laquelle, en inhibant ces mêmes récepteurs, réduit les troubles liés au cannabis. Administrée à des souris, la molécule diminue l'addiction à la drogue. Des essais cliniques à base de dérivés de la molécule devraient bientôt commencer.

Neurobiologie

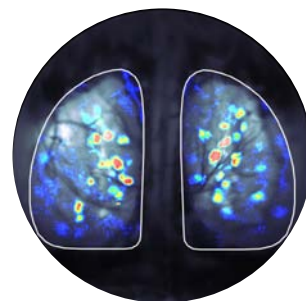
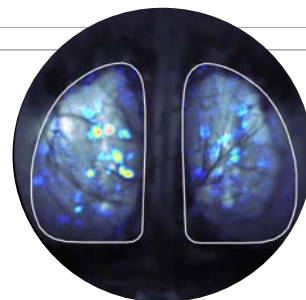
La peur commence dans le nez

Nous avons tous appris à craindre une odeur de gaz dans un appartement, que nous associons à un danger d'explosion. On considère classiquement que l'apprentissage d'une telle peur modifie diverses aires cérébrales, telle l'amygdale. Marley Kass, de l'Université du New Jersey, et ses collègues ont montré sur des souris que les changements vont jusqu'au début de la chaîne de perception.

Les neurobiologistes ont conditionné les souris pour craindre une certaine odeur, en faisant suivre sa diffusion d'un choc électrique à la patte. L'odeur est perçue grâce à la fixation des molécules volatiles sur des neurones dits olfactifs, situés dans les muqueuses qui tapissent les parois du nez. Ces neurones envoient au bulbe olfactif des influx, qui sont ensuite transmis à d'autres aires cérébrales.

Les chercheurs ont observé le bulbe olfactif en perçant – sous anesthésie – un petit trou dans le crâne des souris. Celles-ci étaient génétiquement modifiées pour que les neurones sensibles à l'odeur apprise synthétisent un composé spécial, qui est relâché dans les synapses en même temps que les neurotransmetteurs (les molécules assurant la communication entre neurones) et devient alors fluorescent. Ainsi, plus les neurones olfactifs envoient d'influx, plus la fluorescence observée dans le bulbe olfactif est importante.

M. Kass et ses collègues ont constaté qu'une même odeur entraîne une réponse quatre fois plus intense des neurones olfactifs quand les souris ont appris à en avoir peur. Ces résultats montrent qu'un tel apprentissage modifie jusqu'aux neurones sensoriels et ne se déroule pas juste dans les aires cérébrales auxquelles parviennent les informations



Une même odeur déclenche une réponse bien plus intense des neurones olfactifs quand les souris ont appris à en avoir peur (en haut, le bulbe olfactif, où parviennent les influx de ces neurones, avant l'apprentissage; en bas, après l'apprentissage).

→ G. J.

M. D. Kass et al., *Science*, en ligne le 12 décembre 2013

Physique théorique

Intrication quantique et trous de ver

La physique théorique du XX^e siècle a donné naissance à deux domaines qui sont pour l'instant inconciliables : la physique quantique et la relativité générale. Or des travaux récents semblent mêler deux phénomènes, l'intrication quantique, qui découle des principes de la physique quantique, et les trous de ver, sortes de raccourcis dans l'espace-temps que la relativité générale permet d'imaginer.

Dans un système dit intriqué, qui implique deux particules ou davantage, il existe une forte corrélation, de nature quantique, entre ses composants. En juin 2013, Juan Maldacena, de l'Institut d'études

avancées de Princeton, aux États-Unis, et Leonard Susskind, de l'Université Stanford en Californie, ont suggéré qu'il existait un lien entre ce phénomène et certains trous de vers, dits ponts Einstein-Rosen. Ils ont supposé que si deux trous noirs sont intriqués quantiquement, il se forme un trou de ver qui relie l'intérieur des deux trous noirs.

Kristan Jensen, de l'Université de Victoria au Canada, et Andreas Karch, de l'Université de Washington, à Seattle aux États-Unis, puis Julian Sonner, de l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), aux États-Unis, ont considéré l'intrication

d'une paire quark-antiquark dans un espace à trois dimensions dépourvu de gravitation. Le problème, réinterprété dans un espace à quatre dimensions, fait apparaître un trou de ver.

Est-ce une avancée vers l'unification de la physique quantique et de la théorie de la relativité générale ? Il pourrait s'agir d'une simple analogie mathématique, d'après L. Susskind et J. Maldacena. Et une équivalence entre l'intrication quantique et les trous de ver n'aura de sens que dans une théorie où l'espace tridimensionnel s'accompagne de gravitation.

→ S. B.

Phys. Rev. Lett., vol. 111, n° 21, 2013



Paul Fleet/Shutterstock.com

L'intrication quantique de deux trous noirs correspondrait à un trou de ver, une sorte de tunnel dans l'espace-temps.

Paléontologie humaine

Une forte consanguinité chez les Néandertaliens ?

Un couple de Néandertaliens conçoit une fille ; l'orteil de cette dernière révèle, 500 siècles plus tard, que son père et sa mère étaient des parents proches. Voilà ce qui vient peut-être de se passer, depuis que Kay Prüfer, de l'Institut Max Planck d'anthropologie évolutionniste de Leipzig, et des collègues ont séquencé l'ADN de l'orteil d'une Néandertalienne morte il y a quelque 50 000 ans dans la grotte de Denisova, au Sud de la Sibérie.

La présence de Néandertaliens en Sibérie montre l'étendue du territoire exploité par *Homo neanderthalensis*. Or d'après la diversité génétique des néandertaliens constatée, le nombre de Néandertaliennes en âge de procréer était de l'ordre de la dizaine de milliers, ce qui correspondrait à une population totale proche de 50 000 individus. Dès lors, si l'on approxime la surface du territoire néandertalien par celle de l'Europe (10 millions de kilomètres carrés) diminuée de sa partie septentrionale peu habitable pour des chasseurs-cueilleurs (4 millions de kilomètres carrés), on parvient à une densité de l'ordre de huit habitants pour 1 000 kilomètres carrés.

Une aussi faible densité implique que les groupes de Néandertaliens avaient besoin d'être très mobiles pour se rencontrer, et que de telles rencontres étaient rares... Quand cela arrivait, des couples exogames, mélangeant les deux groupes, pouvaient se former. Le reste du temps, il fallait bien se reproduire en famille, ce qu'illustre le cas de la Néandertalienne de Denisova. En étudiant son ADN, les chercheurs ont conclu que sa consanguinité – mesurée par la similarité entre son ADN d'origine paternelle et son ADN d'origine maternelle – ne peut s'expliquer que par une union entre parents proches : soit entre doubles cousins germains (cousins à la fois du côté paternel et maternel), soit entre un demi-frère et une demi-sœur, soit entre un oncle et une nièce (ou une tante et un neveu), soit entre un grand-père et sa petite-fille (ou une grand-mère et son petit-fils)...

→ F. S.

K. Prüfer et al., *Nature*, en ligne le 19 décembre 2013

Physique

Les derviches tourneurs et la force de Coriolis

La force de Coriolis, force apparente due à la rotation du système de référence, est bien connue pour ses effets sur le mouvement des vents dans les cyclones (en raison de la rotation de la Terre, un vent soufflant dans l'hémisphère Nord est dévié vers sa droite, ce qui forme des cyclones dont les vents tournent dans le sens horaire). Elle se cache aussi dans les plis des jupes des derviches tourneurs.

Habillés tout de blanc, ces danseurs tournent sur eux-mêmes et leur jupe prend de l'ampleur avec leur mouvement régulier. Martin Michael Müller, de l'Université de Lorraine, Jemal Guven, de l'Université du Mexique, et James Hanna, de *Virginia Tech*, se

sont intéressés à la forme prise par les jupes en rotation. Ils ont remarqué que ces dernières présentent sur toute leur hauteur des crêtes qui séparent des parties lisses.

Pour comprendre quelles sont les forces qui interviennent, les chercheurs ont d'abord étudié le cas d'un cône rigide en rotation. Puis, en autorisant que la surface soit déformée par des ondulations de grande amplitude, ils ont établi qu'une force de Coriolis, liée à la rotation de la jupe, agit perpendiculairement au tissu et est responsable de l'apparition de crêtes allant de haut en bas.

→ S. B.

J. Guven et al., *New Journal of Physics*, vol. 15, 113055, 2013

mehtmetcan Shutterstock.com

DERNIÈRE minute...

DU VENT AUX DUNES ET INVERSEMENT

De nombreux déserts de sable sont sculptés par plusieurs vents saisonniers. La dynamique des dunes est alors difficile à déterminer, car elle dépend de la direction et de la force des vents, mais aussi de conditions telles que la présence de végétation. Lü Ping, de l'Institut de physique du globe de Paris, et ses collègues ont aplati 16 hectares de sable dans un désert de Mongolie, puis ont suivi la formation des dunes et les conditions climatiques durant

3,5 années. Ils ont ainsi montré que l'orientation des dunes permet de déterminer la direction et la force des vents. Cela pourrait s'appliquer par exemple aux dunes anciennes, ou à celles de Mars, afin d'en déduire les régimes de vents.

DE LA CAFÉINE POUR MIEUX MÉMORISER

La consommation de caféine juste après un apprentissage pourrait améliorer la mémorisation, selon une expérience menée par Daniel Borota, de l'Université Johns

Hopkins, et ses collègues. Des participants devaient examiner des images, puis peu après, ils recevaient 200 milligrammes de caféine ou un placebo. Le lendemain, le groupe ayant pris de la caféine parvenait mieux que l'autre à identifier des images de la veille, mélangées à des images inédites mais ressemblantes.

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



POINT DE VUE

Le cœur artificiel n'est pas une priorité médicale

L'implantation d'un nouveau cœur artificiel en décembre dernier est une prouesse technique et médicale. Elle ne doit cependant pas occulter la nécessité d'évaluer les besoins réels.

Daniel LOISANCE

Le 18 décembre 2013, un cœur artificiel conçu par le chirurgien Alain Carpentier et réalisé par la société Carmat, qu'il a cofondée, a été implanté à l'Hôpital européen Georges-Pompidou, à Paris, sur un patient âgé de 75 ans, en insuffisance cardiaque terminale (le cœur ne parvient plus à fournir un débit de sang suffisant pour les besoins de l'organisme). Au moment où cet article est imprimé, le patient se porte bien. Trois autres implantations sont prévues dans un avenir proche. Le projet, remarquable, est le fruit d'un mariage réussi entre des universitaires et des industriels de pointe. Son succès dépend de la survie au-delà de cinq ans des sujets implantés. Il soulève cependant déjà diverses interrogations.

Un cœur artificiel est une prothèse insérée dans le thorax, à la place des deux ventricules défectueux. Le premier, *Jarvik*, a été implanté en 1982. Toutefois, les patients sont morts d'infection ou d'embolie dans les semaines qui ont suivi. En 2002, un nouveau cœur artificiel amélioré, *Abiocror*, a été implanté chez dix malades, mais seul l'un d'eux a survécu près d'un an et demi. La nouvelle prothèse apporte-t-elle une amélioration ? Difficile de le savoir pour l'instant, car préparée dans le plus grand secret, avec une seule publication scientifique à l'appui, elle n'a pas été soumise à l'un des critères d'évaluation requis par les autorités pour les précédents cœurs artificiels : l'implantation de longue durée chez l'animal (seules 35 implantations de très courte durée ont été effectuées). De plus, elle ne répond pas tout à fait au cahier des charges annoncé. D'une

part, la prothèse reste très grosse et, de par son encombrement — elle pèse 900 grammes pour un volume de 0,75 litre —, elle ne convient qu'à une petite partie de la population. D'autre part, l'autonomie n'est pas complète. Un câble traverse la peau et relie la prothèse à une batterie externe, ce qui interdit toute douche ou baignade. La batterie interne, qui pose des problèmes d'autonomie et de recharge transcutanée, n'est toujours pas disponible.

Le nouveau cœur artificiel s'adapterait mieux au débit sanguin du patient grâce à des capteurs de position et de pression. Mais, d'une part, on manque de recul sur l'intérêt de tels capteurs et, d'autre part, l'expérience a montré que les cœurs artificiels précédents s'autorégulaient déjà. Comme un cœur nor-

TOUT PATIENT en insuffisance cardiaque n'a pas forcément besoin d'un cœur artificiel.

mal, ils présentaient tous une « réserve de fonctionnement » de 30 à 40 pour cent (au repos, le cœur ne se remplit qu'à 70 pour cent), mobilisée lorsque le malade marchait ou montait un escalier. Cette marge d'autorégulation suffisait aux besoins. Dès lors, un dispositif supplémentaire était-il utile ?

On s'interroge aussi sur la durée de vie de la prothèse. Par exemple, les valves sont fabriquées à partir d'une membrane qui enveloppe le cœur, le péricarde, prélevée chez l'animal. Or plusieurs études ont montré que de telles valves sont soumises, dans un ventricule artificiel, à des contraintes mécaniques trop importantes et subissent une réaction inflammatoire qui accélère leur vieillissement. L'expérience clinique

du premier ventricule artificiel *Heartmate*, dispositif conçu sur ce principe au début des années 2000, l'a confirmé : au bout d'un an, 35 pour cent des ventricules présentaient un dysfonctionnement de leurs valves.

Mais le point le plus important est que la récente prouesse technico-médicale occulte une question centrale : quels sont les besoins réels en cœurs artificiels ? Selon Carmat, on dénombre 100 000 nouveaux cas d'insuffisance cardiaque chaque année. Cela représenterait un marché de 16 milliards d'euros, chaque prothèse coûtant environ 160 000 euros.

Or ce calcul ne prend pas en compte l'âge moyen de ces patients : 77 ans. À cet âge, il est exceptionnel que seul le cœur soit malade.

Avec en moyenne cinq comorbidités, ces personnes souffrent de diverses pathologies, liées ou non à leur insuffisance cardiaque : insuffisance rénale ou hépatique, diabète, cancer... Si l'on exclut les patients ayant des comorbidités, pour lesquels les risques de complications sont accrus ou dont l'espérance de vie est réduite par une autre maladie, ainsi que ceux qui ne souhaitent pas être opérés, seuls dix pour cent des patients sont éligibles. L'environnement familial et social est aussi pris en compte. En d'autres termes, une implantation techniquement faisable n'est pas toujours souhaitable et ce n'est pas parce que l'on est en insuffisance cardiaque que l'on a besoin d'un cœur artificiel.

Enfin et surtout, des procédures alternatives à la greffe et au cœur artificiel existent et fonctionnent. Ainsi, loin d'être seulement une solution temporaire dans l'attente d'une greffe, l'assistance circulatoire, c'est-à-dire