

L'eau gèle à 105 °C...

... dans des nanotubes de carbone. C'est l'observation réalisée par l'équipe de Michael Strano, du MIT. Dans des conditions habituelles de pression et de température, l'eau gèle à 0 °C et bout à 100 °C. Il est bien connu qu'en variant un peu ces conditions, ces valeurs changent légèrement. Placer l'eau dans des tout petits volumes a aussi un effet, mais les variations sont de l'ordre d'une dizaine de degrés. Dans des nanotubes 50 000 fois plus fins qu'un cheveu, le changement est spectaculaire !

Le blob transmet son savoir

Composé d'une unique cellule, le blob, *Physarum polycephalum*, n'a pas de cerveau. Pourtant, Audrey Dussutour et David Vogel, du Centre de recherche sur la cognition animale, à Toulouse, avaient montré il y a quelques mois que le blob peut apprendre que le sel est assez inoffensif et ainsi traverser un pont couvert de cette substance pour atteindre de la nourriture. Plus fort : le blob transmet ce savoir lorsqu'il fusionne avec un autre blob. Les blobs fusionnés traversent aussi des ponts de sel. Et si, après au moins trois heures en contact, les chercheurs séparent les blobs, celui qui ne détenait pas ce savoir l'a acquis !

Du rythme neuronettoyant

Hannah Iaccarino et ses collègues du MIT ont constaté que, chez des souris dont le cerveau est envahi de plaques amyloïdes (des structures associées à la maladie d'Alzheimer), une fréquence d'activité cérébrale (de 40 hertz) est réduite lorsqu'elles réalisent des tâches d'apprentissage ou de mémorisation. Les chercheurs ont alors forcé le cerveau des rongeurs à produire cette fréquence électrique en éclairant les neurones avec des lasers pulsés. Ils ont alors vu que le cerveau des souris se vidait de ses plaques amyloïdes. Le mécanisme reste à élucider.

Paléontologie

La très longue incubation des dinosaures

Neuf mois pour un bébé humain, 45 jours pour un bébé autruche. Combien pour un bébé dinosaure ? Entre 11 et 85 jours se dit-on, puisque c'est la fourchette dans laquelle entre toujours la durée d'incubation d'un oisillon. Pour en avoir le cœur net, Gregory Erickson, de l'université de Floride, et des collègues ont passé au scanner à rayons X des dents fossilisées de deux dinosaures non aviens encore dans l'œuf : celles d'un embryon de *Protoceratops* – un petit herbivore de la taille d'un mouton du désert de Gobi – et celles d'un embryon d'*Hypacrosaurus* – un énorme dinosaure à bec de canard de l'Alberta au Canada.

Le comptage des stries marquant chacun des jours de la croissance de ces dents à l'intérieur

de l'œuf leur a révélé de longues durées d'incubation : presque trois mois pour le *Protoceratops*, et six mois pour l'*Hypacrosaurus*.

Ainsi, l'incubation des œufs de ces espèces non aviennes de dinosaures mobilisait leurs parents plus longtemps qu'on ne le constate chez les oiseaux modernes. Or pour devenir mature une fois la coquille brisée, un bébé dinosaure devait pouvoir rester en vie pendant plus d'une année malgré tous les dangers ; et pour croître rapidement, il lui fallait des ressources considérables. Tout compte fait, il semble que l'incubation puis la maturation d'un dinosaure non avien aient nécessité 15 à 18 mois. En comparaison, une autruche atteint sa taille adulte en 14 mois et il s'agit du plus gros des oiseaux actuels, dont la plupart

sont des passereaux matures en quelques mois...

On comprend dès lors que les dinosaures non aviens, qui ne pouvaient voler à la recherche de nourriture et devaient s'occuper pendant au moins un an de leur progéniture après avoir attendu des mois l'éclosion des œufs, aient eu plus de mal que les oiseaux à survivre au cataclysme de la chute de la météorite de Chicxulub, il y a 65 millions d'années. Dans la nature perturbée et peu productive qui a résulté de l'impact, les parents oiseaux, eux, ont pu voler loin en quête des ressources nécessaires pour nourrir des poussins, lesquels étaient rapidement capables de les imiter.

F.S.

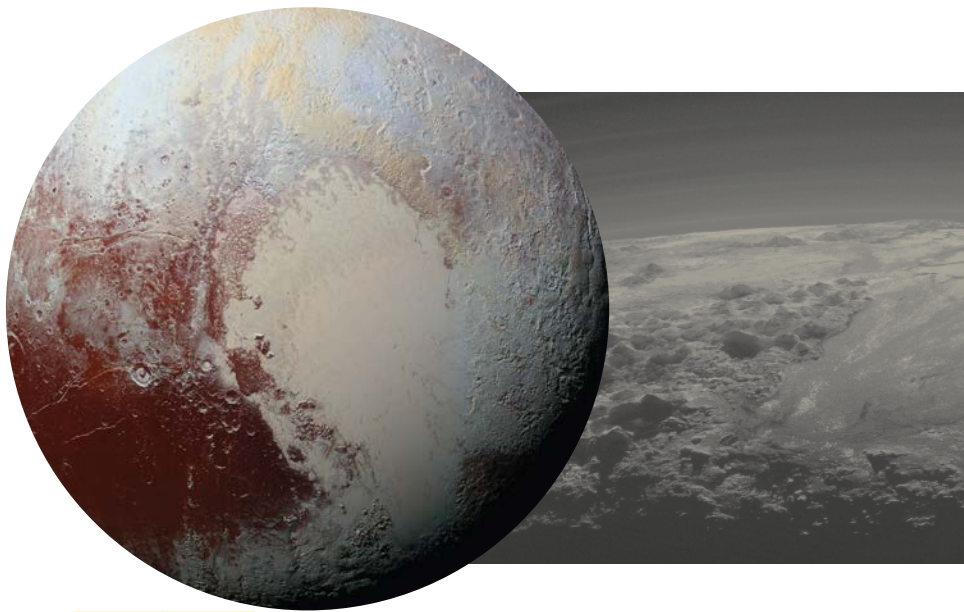
G. M. Erickson et al., *PNAS*, en ligne le 3 janvier 2017

Insolite

L'australopithèque qui chaussait du 42

Le site tanzanien de Laetoli, célèbre pour ses traces d'australopithèques, n'a pas encore livré tous ses secrets. Fidelis Masao, de l'université de Dar es Salam, et des collègues viennent d'y découvrir les traces d'un individu qui aurait pesé environ 48 kilogrammes pour 1,65 mètre de haut : cela en fait le plus grand australopithèque connu. Un individu masculin, pensent les chercheurs, qui aurait eu un rôle social comparable à celui d'un gorille mâle.





Masa/JHUAPL / SWRI

Astrophysique

Au cœur des secrets de Pluton

Sur la planète naine, la région nommée Sputnik Planitia présente une structure atypique, témoin d'une histoire géologique globale.

Lors de son passage près de Pluton en juillet 2015, la sonde *New Horizons* a révélé une zone claire en forme de cœur à la surface de la planète naine. Au sein du lobe gauche de ce cœur se niche une étonnante région nommée Sputnik Planitia. Plusieurs équipes de chercheurs, dont Tanguy Bertrand et François Forget, du Laboratoire de météorologie dynamique de l'université Pierre-et-Marie-Curie et du CNRS, se sont penchées sur cette région pour en comprendre l'origine.

Sputnik Planitia est une vaste région de 1000 kilomètres de diamètre couverte d'une glace lisse et sans cratères (ce qui indique que cette formation est jeune, âgée de moins de 10 millions d'années). Ce glacier se trouve dans une dépression probablement née de l'impact d'une météorite ayant laissé un cratère profond dans la croûte de Pluton. Tanguy Bertrand et François Forget ont étudié comment s'est formée au fond du cratère la glace, composée d'azote, de méthane et de monoxyde de carbone. Ces trois éléments sont normalement à l'état gazeux dans l'atmosphère de Pluton, où la température est d'environ 40 kelvins (-233 °C). Mais cette

région, du fait de sa position et de l'inclinaison de Pluton, est plus froide en moyenne et favorise la condensation de l'atmosphère de la planète naine (composée surtout d'azote) sous la forme de glace solide. En outre, au fond du bassin, la pression de l'atmosphère est plus forte, ce qui permet à l'azote de se condenser à une température moins basse que sur les terrains situés en dehors du bassin.

Le glacier, de plusieurs kilomètres d'épaisseur, est plus dense que la croûte de la planète naine, composée de glace d'eau. Une autre équipe suggère que le glacier aurait alors contribué à enfoncer la surface, de sorte que le fond de Sputnik Planitia occupe maintenant une dépression, située 6 à 13 kilomètres plus bas que les régions alentours.

Cette importante structure géologique a créé une anomalie dans le champ gravitationnel de Pluton, d'où une influence sur l'interaction dynamique avec son satellite Charon. Les deux corps n'étant pas parfaitement sphériques mais plutôt ovoïdes, les forces de marée ont *a priori* conduit le système Pluton-Charon dans la configuration la plus stable, celle où les grands axes des corps sont alignés. Mais la

formation de Sputnik Planitia a perturbé cet équilibre : Pluton a basculé sur son axe et cette région s'est rapprochée de l'équateur. Aujourd'hui, le système Pluton-Charon évolue de telle façon que Sputnik Planitia se trouve toujours presque aux antipodes de Charon. Par ailleurs, le basculement de Pluton a provoqué de fortes tensions et compressions à sa surface, ce qui a fracturé la croûte de glace et conduit à la formation de montagnes et de canyons.

Comment la dépression a-t-elle fait basculer la planète ? Si l'on considère le modèle géologique le plus simple de Pluton, un cœur rocheux entouré d'une croûte de glace d'eau, le basculement de Sputnik Planitia vers l'équateur ne serait possible que si l'épaisseur du glacier était de 40 kilomètres, une valeur trop grande pour être réaliste. Une autre possibilité serait que sous la glace se trouve un océan d'eau liquide, qui serait plus proche de la surface sous Sputnik Planitia. Comme Encelade ou Dioné, deux lunes de Saturne, Pluton cacherait donc un océan d'eau liquide !

S. B.

T. Bertrand et F. Forget, J. T. Keane et al., F. Nimmo et al., D. P. Hamilton et al., *Nature*, vol. 540, pp. 86-99, 2016

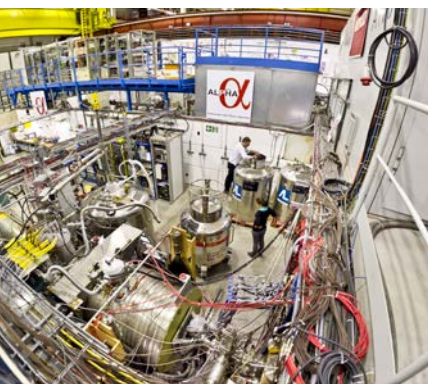
Pluton a été photographiée de près par la sonde *New Horizons*. L'une des images les plus étonnantes est celle de cette région claire en forme de cœur qui ressort sur cette vue en fausses couleurs (à gauche). Dans le lobe gauche se trouve la structure Sputnik Planitia. Au centre et à droite, les photographies de la sonde montrent des montagnes de glace et peut-être un cryovolcan.

L'étrange étoile de Tabby

Objets en transit, pluie de comètes ou structure extraterrestre... : comment expliquer les baisses irrégulières de luminosité de l'étoile de Tabby ? De nombreuses hypothèses ont été avancées, sans convaincre. Grâce à une étude statistique menée sur la durée et l'amplitude des variations de luminosité, Mohammed Sheikh et ses deux collègues de l'université de l'Illinois suggèrent que le phénomène est interne à l'étoile. Celle-ci serait dans un état hors équilibre et en passe de subir une transition de phase dont la nature reste à déterminer.

Nouvelle ville antique en Iraq

Chose rare depuis quelques années, des chercheurs de la direction des Antiquités de la province kurde de Dahuk et de l'université de Tübingen viennent de trouver une ville mésopotamienne de l'âge du Bronze. En fouillant un tell, c'est-à-dire une colline formée par une longue occupation humaine, ils ont identifié, près du village de Bassetki, une ville fortifiée en terre dès 2700 avant notre ère, qui est restée florissante pendant pas moins de 1200 ans ! Vers 1800 avant notre ère, des bâtiments de pierre y ont même été érigés. Ces fouilles précèdent la construction d'une autoroute.



© Cern/Maximilien Brice/Alpha

L'expérience Alpha, au Cern, étudie les propriétés de l'antimatière, en particulier de l'antihydrogène, dont l'atome est constitué d'un antiproton et d'un positron.

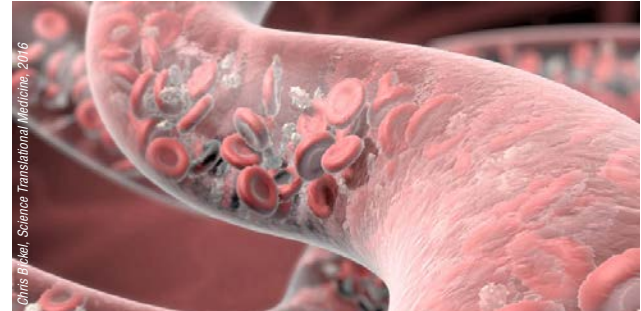
Biochimie

Un antidote au monoxyde de carbone ?

Le monoxyde de carbone est responsable d'environ 4000 intoxications par an en France, d'après l'Institut national de veille sanitaire. Alors qu'il n'existe actuellement pas d'autres soins que l'oxygénothérapie pour ce poison, Ivan Azarov, de l'université de Pittsburgh, aux États-Unis, et ses collaborateurs ont mis au point une protéine modifiée capable de piéger le monoxyde de carbone présent dans la circulation sanguine, susceptible d'être utilisé comme antidote.

Lorsqu'il est respiré, le monoxyde de carbone passe dans le sang, où il se fixe à l'hémoglobine à la place du dioxygène, formant ainsi la carboxyhémoglobine, très stable : le dioxygène ne peut alors plus être transporté, ce qui cause une hypoxie des organes, suivie de la mort de l'organisme.

Les biologistes ont mis au point la neuroglobine mutante H64Q-CCC dont l'affinité pour le monoxyde de carbone est 500 fois supérieure à celle de l'hémoglobine. Stable, et soluble dans les milieux physiologiques, elle



Des chercheurs ont développé une protéine, une neuroglobine, qui se lie au monoxyde de carbone et l'élimine de la circulation sanguine.

fixe également 10 000 fois plus le monoxyde de carbone que le dioxygène, faisant ainsi d'elle un possible antidote.

Les chercheurs ont montré *in vitro* que cette neuroglobine séquestre rapidement le monoxyde de carbone fixé sur l'hémoglobine : dans des globules rouges saturés en monoxyde de carbone, seules 25 secondes sont nécessaires pour que son taux soit réduit de moitié en présence de H64Q-CCC, contre 20 minutes lors des oxygénothérapies hyperbares employées aujourd'hui.

Lorsque des souris ont été exposées à des concentrations létales en monoxyde de carbone, l'injection de H64Q-CCC a permis la survie de 80 % d'entre elles, contre 0 à 10 % dans les deux groupes témoins. Les auteurs de cette étude estiment que si l'efficacité et la non-toxicité de H64Q-CCC se confirment sur les grands mammifères, un tel traitement pourrait être rapidement testé chez l'homme.

Martin Tiano

I. Azarov et al., *Science Translational Medicine*, vol. 8, article 368ra173, 2016

Physique des particules

Première mesure du spectre de l'antihydrogène

Au Cern, près de Genève, tout un département est dédié à l'étude de l'antimatière et à la comparaison entre particules et antiparticules. Les membres de l'expérience Alpha viennent de montrer qu'une partie du spectre des atomes d'hydrogène et d'antihydrogène est bien identique.

Ces observations relèvent de la spectroscopie, qui consiste à analyser le rayonnement émis par un atome après qu'il a été excité. En effet, d'après la physique quantique, chaque électron d'un atome occupe une orbitale, associée à une énergie définie. Lorsqu'un atome se désexcite, un électron passe d'une orbitale

d'énergie élevée à une autre d'énergie moindre. L'atome émet alors un photon dont l'énergie correspond exactement à l'écart d'énergie entre les deux orbitales.

Le spectre de l'atome d'hydrogène a été mesuré avec une précision extraordinaire. Qu'en est-il de l'atome d'antihydrogène, constitué d'un antiproton et d'un positron ? Étudier l'antimatière est un défi, car, dans notre monde composé de matière, la moindre antiparticule produite interagit rapidement avec son environnement et s'annihile. Il faut donc isoler les antiparticules et les confiner assez longtemps si l'on veut effectuer des mesures. Dès 2010, les

membres de l'expérience Alpha avaient montré qu'il était possible de produire et piéger des atomes neutres d'antihydrogène dans un champ magnétique. Les physiciens ont ensuite amélioré le dispositif et ont réalisé récemment les premières mesures spectroscopiques de l'antihydrogène. Ils ont observé la transition entre l'état fondamental 1s (celui de plus basse énergie) et l'état suivant noté 2s. La différence d'énergie entre les deux états est identique à celle de l'hydrogène avec une excellente précision, de l'ordre de 2 pour 10 milliards.

S. B.

M. Ahmadi et al., *Nature*, en ligne le 19 décembre 2016