

Mathématiques

Un théorème pour nombres premiers presque jumeaux

Yitang Zhang, de l'Université du New Hampshire, à Durham aux États-Unis, vient de produire un résultat mathématique qui pourrait ouvrir la voie à la démonstration de la conjecture des nombres premiers jumeaux.

Rappelons qu'un nombre premier est un entier qui n'est divisible que par 1 et par lui-même, et que deux nombres premiers sont dits jumeaux si leur différence est égale à 2 (le minimum). Les paires de nombres 3 et 5, 17 et 19 ou encore $2003\,663\,613 \times 2^{195\,000} - 1$ et $2003\,663\,613 \times 2^{195\,000} + 1$ en

sont des exemples. D'après la conjecture des nombres premiers jumeaux, il existe une infinité de telles paires.

Comme la distance moyenne entre deux nombres premiers augmente, on peut se demander si cette conjecture est vraie. De nombreux mathématiciens ont tenté de la démontrer, sans succès jusqu'ici. Y. Zhang a adopté une nouvelle approche et a réussi à prouver qu'il existe une infinité de paires de nombres premiers dont la différence est inférieure à 70 000 000. Le mathématicien a

choisi cette valeur parce qu'il avait besoin d'un nombre assez grand pour résoudre ses équations. Une différence de 70 000 000 étant très supérieure à 2, le résultat semble assez éloigné du cas des nombres premiers jumeaux. Il est pourtant très encourageant : il montre qu'il existe une infinité de paires de nombres premiers dont l'écart n'augmente pas quand on considère des nombres premiers de plus en plus grands. Reste à montrer qu'on peut réduire cet écart à 2!

→ S. B.

Annals of Mathematics, à paraître, 2013



Lisa Nigam, UMI Photographic Services

Yitang Zhang

Espèces revue d'histoire naturelle

Vente en ligne, abonnements et compléments d'articles sur

www.especes.org



Espèces est une revue dédiée aux sciences de la vie et de la terre qui donne la parole aux acteurs de la recherche au travers d'articles de fond, de reportages et d'actualités.

Revue trimestrielle publiée par l'association Kynnos publications 7, le Vieux-Chêne - 20225 Avapessa



En vente en kiosque et par correspondance sur www.especes.org

Numéro 7,5 €

Abonnement 1 an (4 numéros) 27 € (scolaires et étudiants 25 €)

Ventes et abonnements : Revue *Espèces*, service client 12 350 Privezac, 05 65 81 54 86, contact@bopress.fr

Paléontologie

Une protocarapace de tortue

La tortue est le seul animal dont la carapace est le fruit non pas d'une ossification de la peau, mais de la fusion de côtes et de vertèbres. C'est ce qu'avait montré, en 2008, l'étude d'un reptile vieux de 220 millions d'années découvert en Chine. Pour la première fois, on avait trouvé un ancêtre de la tortue dont la carapace était partiellement développée, ce qui avait permis de comprendre les grandes lignes de son évolution. Un reptile d'Afrique du Sud antérieur de 40 millions d'années, *Eumotosaurus africanus*, étudié par Tyler Lyson, de l'Université Yale aux États-Unis, et ses collègues, permet de préciser le scénario. Comme les tortues, *E. africanus* a neuf côtes élargies et ne présente pas de muscles intercostaux. En revanche, son épine neurale n'est pas élargie, ce qui suggère que les vertèbres ont fusionné après la mise en place des côtes et la réorganisation des muscles respiratoires.

→ M.-N. C.

T. R. Lyson et al., *Current Biology*, en ligne le 30 mai 2013Tortue léopard (*Stigmochelys pardalis*) d'Afrique du Sud.

Physique

Second son pour du lithium

Rudolf Grimm, de l'Université d'Innsbruck, et ses collègues ont observé pour la première fois dans un gaz d'atomes ultrafroids (du lithium 6) un «second son». Jusqu'à présent, cette onde de chaleur se propageant d'une façon qui rappelle la progression d'une onde sonore n'avait pu être observée que dans l'hélium superfluide, état obtenu à très basse température. Sous certaines conditions, les nuages d'atomes refroidis à des températures proches du zéro absolu deviennent, comme l'hélium, superfluides : le gaz adopte un état quantique macroscopique qui lui fait perdre toute viscosité. Comme on sait bien manipuler de tels gaz quantiques à l'aide de faisceaux laser, ils constituent un excellent système pour étudier la superfluidité. La mise en évidence du second son dans un gaz d'atomes ultrafroids, longtemps recherchée, en est une illustration.

→ François Savatier

L. A. Sidorenkov et al., *Nature*, vol. 498, pp. 78-81, 2013

Physique des particules

Des gouttelettes de quarks et de gluons

Des gouttes 100 000 fois plus petites qu'un atome d'hydrogène? C'est ce que l'équipe du détecteur CMS (*Compact Muon Solenoid*), au CERN, pense avoir mis en évidence. Il ne s'agit pas de gouttes formées de matière ordinaire, bien sûr, mais de quarks et de gluons, les constituants des protons et des neutrons dont sont composés les noyaux atomiques.

Au LHC (*Large Hadron Collider* ou Grand collisionneur de hadrons) du CERN, quand on accélère deux noyaux de plomb à des vitesses extrêmes et qu'on les fait se percuter de front, on obtient dans un volume restreint une «soupe» de quarks et de gluons. Ce plasma quarks-gluons, par interactions de ses constituants, atteint un équilibre thermique caractérisé par une certaine température et une certaine viscosité. Des modèles hydrodynamiques permettent alors de décrire le comportement collectif des particules de cette «goutte» de matière.

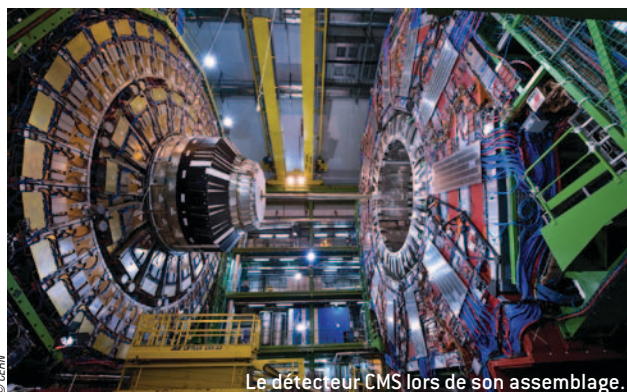
Les expérimentateurs du LHC ont cette fois procédé à des collisions entre protons et noyaux de plomb. Le proton étant 200 fois plus léger qu'un noyau de plomb, l'énergie libérée lors d'une collision est plus

petite qu'entre deux noyaux de plomb. Le nombre de particules produites lors de ces collisions étant plus faible, les physiciens ne s'attendaient pas à observer des phénomènes de comportement collectif. Cela a pourtant été le cas.

Pour mettre en évidence de tels comportements, les physiciens analysent les particules émises lors des interactions des quarks et des gluons. Ils déterminent leurs trajectoires et recherchent des corrélations dans la distribution angulaire des directions d'émission, qui signalent qu'il y a eu un comportement collectif, donc la formation d'une goutte.

En étudiant ainsi plusieurs milliards de collisions proton-plomb, l'équipe de CMS a identifié des corrélations et la formation de plusieurs centaines de gouttes, dix fois plus petites que celles obtenues avec des collisions plomb-plomb. Mais le comportement hydrodynamique n'est pas la seule interprétation possible de ces corrélations, et les spécialistes devront attendre de nouvelles collisions proton-plomb au LHC pour se prononcer de façon plus affirmative.

→ S. B.

CMS Collaboration,
<http://arxiv.org/abs/arXiv:1305.0609>

Le détecteur CMS lors de son assemblage.

Géophysique

Le sort des plaques de la croûte terrestre

Après une subduction, les plaques de croûte continentale ou océanique pénètrent dans le manteau terrestre, où elles se mélangent plus ou moins bien à ce dernier. Combien de temps ces plaques subsistent-elles dans le manteau ? L'analyse de laves volcaniques, constituées de roches du manteau terrestre, aide à répondre à cette question. Rita Cabral, de l'Université de Boston, et ses collègues américains, suédois et français (du Laboratoire Magmas et volcans, à Clermont-Ferrand), ont étudié des laves du volcan Mangaia des îles Cook, dans le Pacifique. Cette équipe de géologues a mis en évidence l'existence d'une croûte océanique enfouie dans le manteau et qui serait âgée d'au moins 2,45 milliards d'années.

L'analyse repose sur l'étude de la composition des laves en isotopes du soufre (^{32}S , ^{33}S et ^{34}S). À l'aide d'une sonde ionique, au Muséum d'histoire naturelle de Stockholm, en Suède, les chercheurs ont mesuré les rapports des isotopes de soufre dans quelques inclusions magmatiques, des traces de roche fondue piégées dans des cristaux d'olivine qui contiennent les laves de Mangaia.

Les géologues ont montré que le fractionnement isotopique du soufre de ces inclusions est « anormal », c'est-à-dire différent de celui de la roche environnante, et qu'il indique une ancienneté de plus de 2,45 milliards d'années. L'atmosphère terrestre était alors pauvre en oxygène et donc dépourvue de couche d'ozone (O_3). Le rayonnement ultraviolet pénétrait dans l'atmosphère et, par certaines réactions photochimiques, a produit le fractionnement isotopique anormal. Ainsi, une plaque océanique aurait acquis cette composition isotopique en soufre avant de plonger dans le manteau. Une plaque plus récente aurait eu une signature isotopique différente. R. Cabral et ses collègues ont ainsi démontré, pour la première fois à partir d'un échantillon de lave, que du matériau de la croûte terrestre était recyclé dans le manteau.

→ S. B.

R. A. Cabral et al., *Nature*, vol. 496, pp. 490-494, 2013

Archéologie

Une bien vieille jambe de bois

Entouré de montagnes, le bassin du Tarim, entre Chine et Afghanistan, est l'une des régions les plus sèches du monde. Grâce à cette particularité assurant une bonne conservation des matériaux organiques, une tombe vient d'y livrer une prothèse de jambe en bois vieille de plus de 2300 ans – la plus ancienne connue.

Cette jambe de bois appartenait à un membre des communautés agropastorales qui occupaient les oasis du Tarim. Sa tombe a été récemment fouillée par l'équipe de Mayke Wagner, de l'Institut archéologique allemand, au milieu d'une nécropole située à 35 kilomètres à l'Est de Turan, ville du Turkestan chinois.

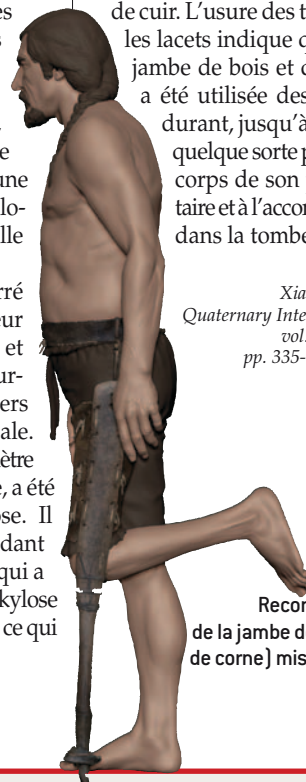
L'homme a été enterré à un mètre de profondeur avec un peu de vaisselle et deux arcs à double courbure, typique des guerriers nomades d'Asie centrale. L'homme, d'environ 1,75 mètre et de constitution robuste, a été frappé par la tuberculose. Il semble avoir résisté pendant des années à la maladie, qui a toutefois provoqué une ankylose osseuse du genou gauche, ce qui l'empêchait de marcher.

Des artisans lui ont façonné une prothèse de jambe de qualité comparable aux prothèses que l'on faisait en Europe, par exemple pour aider les mutilés de la Grande Guerre ! Longue de 89 centimètres et composée de quatre parties en bois et en corne, dont une plaque de bois de 52 centimètres, elle se fixait à la cuisse par l'extérieur. Elle était percée de 16 trous, par lesquels passaient sans doute des lacets de cuir. L'usure des trous par les lacets indique que cette jambe de bois et de corne a été utilisée des années durant, jusqu'à faire en quelque sorte partie du corps de son propriétaire et à l'accompagner dans la tombe.

→ F. S.

Xiao Li et al., *Quaternary International*, vol. 290-291, pp. 335-343, 2013

© DAI/S. Lochmann



Reconstitution de la jambe de bois (et de corne) mise au jour.

DERNIÈRE minute...

FONTE DE L'ANTARCTIQUE PAR LE DESSOUS

Les barrières de glace de l'Antarctique correspondent au prolongement des glaciers, qui s'étendent sur l'océan. Elles s'avancent continuellement, mais perdent en masse lors de leur progression. Le vêlage – le détachement de blocs de glace – était considéré comme le mécanisme principal. Éric Rignot, de l'Université de Californie à Irvine, et ses collègues ont montré que c'est le cas pour les barrières de glace les plus grandes. Mais

sur l'ensemble de l'Antarctique, la fonte de la glace située en dessous, au contact de l'eau de mer, serait globalement plus efficace.

NANOTUBES ULTRASENSIBLES

Adrian Bachtold, de l'Institut de photonique de Barcelone, et ses collègues ont montré qu'en utilisant des nanotubes de carbone en guise de résonateurs mécaniques, on peut détecter des forces infimes, de l'ordre de la dizaine de zeptonewtons ($1 \text{ zN} = 10^{-21} \text{ newton}$)

à une température de 1,2 kelvin, ce qui représente une sensibilité 50 fois supérieure aux records actuels. La technique, qui consiste à mesurer les vibrations du nanotube créées par une force extérieure, pourrait s'appliquer notamment à la détection et à la manipulation de spins (moments magnétiques) nucléaires.

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

