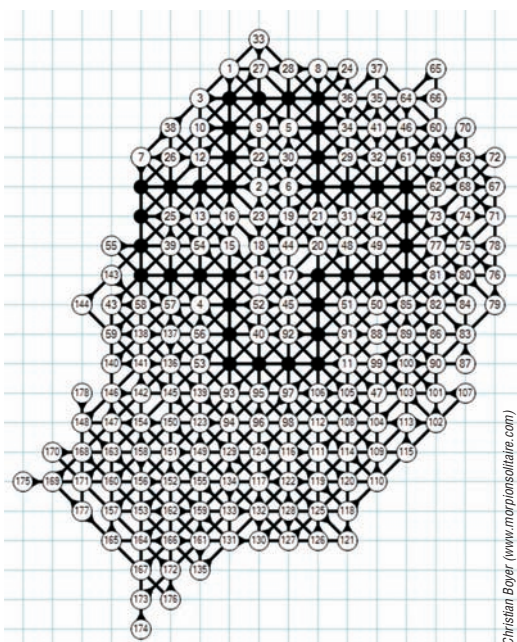


Informatique

Morpion solitaire : record en 178 coups

Connaissiez-vous le morpion solitaire, qui a fait fureur dans les années 1970 et 1980 ? Ce jeu, qui se pratique seul avec juste un stylo et une feuille de papier quadrillé, consiste à ajouter tour à tour des points à une configuration initiale en forme de croix suisse de façon à former des segments de cinq points alignés verticalement, horizontalement ou en diagonale. Christopher Rosin, informaticien chez *Parity Computing* à San Diego, en Californie, a réussi à faire une grille à 178 coups (voir la figure). Il bat ainsi son précédent record (177 coups), qui datait... de trois mois seulement.

Ch. Rosin travaille sur des algorithmes de recherche arborescente, qui explorent des chemins sur un arbre représentant le déroulement des possibilités dans des jeux, des problèmes de planification ou des problèmes d'optimisation. Il a développé un algorithme amélioré où le choix de la branche à chaque ramification est fait au hasard, mais selon une loi qui est adaptée dynamiquement, c'est-à-dire qui est modifiée à mesure que l'on progresse vers les « feuilles » de l'arbre. Ch. Rosin a mis à l'épreuve son algorithme sur deux problèmes : la construction de grilles de mots croisés, et le morpion solitaire. Dans les deux cas, l'informaticien américain trouve que son algorithme a des performances meilleures que les autres. Et, ce faisant, il améliore ainsi le record du nombre de coups



Christian Boyer (www.morpion-solitaire.com)

La grille à 178 coups obtenue par Christopher Rosin. Chaque coup (ou point ajouté) est numéroté dans l'ordre chronologique. Les points noirs forment le motif initial.

au morpion solitaire. Il l'avait battu une première fois en 2010 avec 172 coups, soit deux coups de plus que le record de 1976. Cette année-là, l'étudiant Charles-Henri Bruneau, aujourd'hui professeur de mathématiques à l'Université de Bordeaux, avait réalisé une étonnante prouesse en atteignant 170 coups, sans aucune aide informatique. Aujourd'hui, le record est de 178 coups. Qui dit mieux ?

→ Maurice Mashaal

C. D. Rosin, Proc. of the 22nd International Joint Conference on Artificial Intelligence, Barcelone, 16-22 juillet 2011 ; www.morpion-solitaire.com

En bref

TROP LÉGÈRE ÉTOILE

L'équipe d'Elisabetta Caffau, de l'Université de Heidelberg, a découvert une étoile si pauvre en éléments lourds qu'elle ne devrait pas exister. La petite étoile, nommée SDSS 102915+172927, n'est composée quasiment que d'hélium et d'hydrogène. Les éléments plus lourds y sont 20 000 fois moins abondants que dans le Soleil. Or ils sont nécessaires pour qu'un nuage moléculaire engendre une étoile. Et s'il s'agit d'une étoile née juste après le Big Bang, où est passé le lithium, troisième élément qui existait alors ?

LE BIFACE GAGNE 300 000 ANS

Une équipe franco-américaine, dont fait partie Pierre-Jean Texier, du CNRS, vient de dater à environ 1,76 million d'années des sédiments où l'on a trouvé des bifaces, près du lac Turkana, au Kenya. Cette datation repousse de 300 000 ans l'apparition de l'outil caractéristique des humains charognards – les premiers, probablement, à consommer assez de viande pour développer et entretenir un cerveau volumineux. Du même coup, l'ancienneté de notre cerveau est aussi à revoir.

Astronomie

Pluton, la planète aux anneaux ?

Pluton aurait un anneau de poussière, indiquent les simulations numériques d'une équipe d'astronomes de l'Université d'État UNESP-São Paulo, au Brésil.

Pryscilla Maria Pires dos Santos et ses collègues ont modélisé le devenir des poussières éjectées par deux des satellites de Pluton, Nix et Hydra, lorsqu'ils sont frappés par des micrométéorites provenant de la ceinture de Kuiper (population de petits corps située au-delà de l'orbite de Neptune). Ils ont supposé que le flux de ces impacteurs est le même que celui qui frappe Neptune (10⁻¹⁶ kilogramme par mètre carré

et par seconde). Normalement, la poussière devrait se dissiper totalement sous l'effet de la pression de radiation exercée par la lumière du Soleil. Les simulations numériques, qui tiennent compte de cet effet ainsi que des effets gravitationnels de Nix, Hydra et Charon (le principal et plus proche satellite de la planète naine), ont cependant montré que la quantité de poussière produite par les impacteurs compense celle dissipée. Un anneau peut ainsi subsister autour de Pluton et de ses satellites.

Les astronomes ont calculé que, pour un anneau de 57 000 kilomètres de rayon moyen et de 16 000 kilomètres de largeur situé

entre les orbites de Nix et Hydra, 50 pour cent des poussières de un micromètre disparaîtraient en une année. Il resterait alors un anneau stable, mais si ténu qu'il serait inobservable depuis la Terre.

Dans le cas où l'anneau existe bel et bien, le seul espoir de pouvoir l'étudier viendra de la sonde *New Horizon*, en route pour Pluton, qui emporte à son bord un compteur de poussière capable de détecter des particules de masse aussi faible que 10⁻¹² gramme. Elle devrait arriver autour de Pluton en juillet 2015.

→ S.F.

<http://arxiv.org/abs/1108.0712>, Astronomy & Astrophysics, à paraître



Des simulations numériques indiquent que Pluton, la planète naine, a peut-être un anneau de poussière extrêmement ténu et donc inobservable de la Terre.

Océanographie

Un courant nord-atlantique

Des océanographes de l'Institut océanographique de Woods Hole, aux États-Unis, de l'Université de Bergen, en Norvège, de l'Institut de recherche marine de Reykjavik et de l'Université de Akureyri, en Islande, ont prouvé l'existence d'un courant profond entre le Groenland et l'Islande: le jet nord-islandais (NIJ, pour *North Icelandic Jet*). Les mesures de la force et de la vitesse des courants dans le détroit du Danemark, réalisées au cours de deux campagnes océanographiques, ont montré que ce courant est une source importante d'eau froide. Il s'ajoute au courant est-groenlandais, déjà connu. Ces deux courants alimentent en eau froide la circulation thermohaline dans l'Atlantique, qui transporte les eaux de surface chaudes et salées de l'Atlantique tropical vers l'Arctique. Ces eaux se refroidissent dans le courant d'Irminger du Nord de l'Islande et dans la mer d'Islande, puis plongent à des profondeurs comprises entre 1000 et 3000 mètres et redescendent vers le Sud. Le jet nord-islandais sera à surveiller dans l'évolution de la circulation océanique, liée à celle du climat.

→ C. F.

K. Våge et al., *Nature Geoscience*, en ligne, 21 août 2011

Physique

Boucle de contrôle quantique

L'ingénierie quantique poursuit ses avancées. Une équipe française réunie autour de Serge Haroche, physicien à l'École normale supérieure, à Paris, a réalisé pour la première fois une boucle de rétroaction quantique; elle permet de créer un état à n photons, où n est un entier choisi à volonté, et de le maintenir autant de temps que souhaité. La difficulté d'un contrôle quantique provient du fait que l'on doit mesurer l'état du système pour déterminer s'il s'écarte de l'état souhaité et, dans ce cas, appliquer une correction. Or toute mesure d'un système quantique perturbe son état, même faiblement. Le dispositif de S. Haroche et ses collègues comporte une cavité où les photons évoluent entre deux miroirs ultraréfléchissants. L'état photonique est sondé par un jet d'atomes très excités, donc très sensibles. En fonction de l'information fournie par ces atomes, le champ électromagnétique dans la cavité est ajusté, ce qui corrige le nombre de photons et stabilise l'état photonique.

→ M. M.

C. Sayrin et al., *Nature*, vol. 477, pp. 73-77, 2011

Médecine

Des vaisseaux sanguins contre les tumeurs

Lorsqu'elle croît, une tumeur favorise la mise en place de vaisseaux sanguins qui servent à l'alimenter – on parle d'angiogenèse. Cependant, Jean-Philippe Girard, de l'Université Paul Sabatier, à Toulouse, et ses collègues ont découvert des vaisseaux qui, à l'inverse, favorisent l'accès aux tumeurs des lymphocytes T tueurs, chargés d'éliminer les cellules cancéreuses. C'est le premier mécanisme connu de recrutement actif des lymphocytes dans les tumeurs.

Pour remplir leurs fonctions, ces lymphocytes doivent traverser

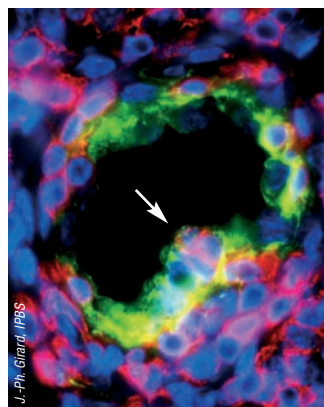
la paroi des vaisseaux, mais les tumeurs interdisent ce passage: elles produisent par exemple des molécules qui empêchent l'adhérence des lymphocytes aux parois des vaisseaux angiogéniques, un préalable à leur traversée.

L'étude de plusieurs tumeurs a révélé un type de vaisseaux que l'on ne pensait pas trouver dans les tumeurs. Ces vaisseaux, nommés HEV (pour *High Endothelial Veinule*), sont connus dans les tissus lymphoïdes où les lymphocytes doivent souvent sortir du sang. Les parois de ces vaisseaux sont constituées de cellules dont la forme favorise le passage des lymphocytes et qui produisent des molécules entraînant l'adhérence des lymphocytes.

Comment les vaisseaux HEV résistent-ils aux mécanismes de défense que les tumeurs mettent en place lors de l'angiogenèse classique? On l'ignore, mais les vaisseaux angiogéniques sont surtout de petits capillaires, tandis que les vaisseaux HEV sont des veinules postcapillaires: ce sont donc deux types de vaisseaux différents. Les veinules sont peut-être insensibles aux stratégies tumorales. Une étude rétrospective a montré que plus la densité de vaisseaux HEV est importante, plus le risque de métastases diminue et plus l'espérance de vie augmente.

→ L. M.

Cancer Research, en ligne, 16 août 2011



Sur cette coupe de tumeur du sein, on distingue un vaisseau sanguin HEV (en vert) entouré de lymphocytes (en rouge; leur noyau est en bleu). La flèche blanche indique un lymphocyte en train de se faufiler à travers la paroi du vaisseau.

DERNIÈRE minute ...

UN AUSTRALOPITHÈQUE ANCÊTRE DE HOMO?

La redatation des sédiments qui contenaient *Australopithecus sediba*, un australopithèque étonnamment humain découvert en 2008, indique qu'il précède de 80 000 ans l'apparition du genre *Homo*, vers 1,9 million d'années. Or *A. sediba* partage avec les premiers humains *Homo rudolfensis* et *H. habilis* les caractéristiques qui signalent l'évolution vers *H. erectus*, notre ancêtre

probable. Les australopithèques gracieuses dont nous descendons lui ressemblaient-ils?

DU GRAPHÈNE POUR LES ONDES TÉRAHERTZ

D'après Long Ju, de l'Université de Californie à Berkeley, et ses collègues, de petits rubans de graphène larges d'environ un micromètre seraient très utiles à la technologie des ondes térahertz. L'équipe de L. Ju a établi que, dans

de tels rubans, les plasmons (oscillations collectives d'électrons) présentent, à température ambiante, de fortes résonances aux fréquences térahertz – que l'on peut, de plus, ajuster en jouant sur la largeur des rubans.



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

fatigue design 2011

23 et 24 novembre 2011 Senlis

***4^e édition du Congrès international
sur la conception vis-à-vis de la fatigue***



www.fatiguedesign.org

pariscience

FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

DU 6 AU 11 OCTOBRE 2011

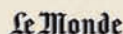
Jardin des Plantes / Muséum national d'Histoire naturelle

Entrée gratuite - Réservation conseillée sur

www.pariscience.fr

CAGDAS KAHRIMAN

ast
association science & télévision



Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE NOUVEAU SENS DU DAUPHIN

Les requins et plusieurs espèces de poissons, tels les raies et les esturgeons, ont dans leur museau des électrorécepteurs en forme d'ampoules. Ces récepteurs leur permettent de capter des champs électriques très faibles créés par d'autres animaux dans la mer ; ils aident ainsi les poissons à se diriger sur leur proie (voir *Le sixième sens du requin*, *Pour la Science*, septembre 2007, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer359). Outre les poissons, certains amphibiens et mammifères monotrèmes, tel l'ornithorynque, ont de tels électrorécepteurs. Nicole Czech-Damal, de l'Université de Hambourg en Allemagne, et ses collègues découvrent pour la première fois ces récepteurs chez un mammifère placentaire, le dauphin de Guyane (*Sotalia guianensis*). Ils ont étudié deux dauphins captifs dont l'un est mort naturellement (*Proceedings of the Royal Society B*, juillet 2011). Sur ce dernier, ils ont disséqué les trous présents sur son rostre, nommés cryptes vibrissales, d'où poussent les moustaches chez d'autres mammifères. Aucun poil ne pousse dans les cryptes des dauphins ; mais à l'intérieur se trouve une structure en forme d'ampoule pleine d'une substance gélatineuse, semblable au gel présent dans les électrorécepteurs du requin ou au mucus de ceux de l'ornithorynque. Les biologistes ont ensuite testé la capacité du dauphin vivant à détecter des champs électriques faibles, tels ceux produits par ses proies, des poissons petits et moyens. Ils ont montré que le dauphin réagit à toute une gamme de champs électriques, même très faibles. Le dauphin détecte des champs supérieurs à 4,6 micro-



Une « crypte vibrissale » (flèche rouge) sur le nez du dauphin est un électrorécepteur.

→ D'OÙ VIENT LA BANANE ?

La production de bananes dans le monde est évaluée en 2009 à 117 millions de tonnes. Le bananier aurait été cultivé pour la première fois en Papouasie-Nouvelle-Guinée il y a environ 10 000 ans (voir *Le bananier, un enjeu mondial*, *Pour la Science*, février 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=oer400). Un consortium international de chercheurs précise les mécanismes de la domestication de la banane en couplant des analyses génétiques, archéologiques et linguistiques (*PNAS*, juillet 2011). Ainsi, en Asie du Sud-Est, les bananiers sauvages, aux fruits petits et ayant moins de graines, ont donné deux sous-espèces qui n'ont pu apparaître qu'avec l'aide de l'homme. Par hybridation naturelle – les gamètes mâles d'un bananier ont fécondé les fleurs femelles d'un bananier d'une autre variété –, sont nés des plants produisant des fruits sans graines, idéaux pour la culture. Les paysans ont alors sélectionné et cultivé ces hybrides. Les scientifiques ont prouvé l'apparition de ces « cultivars », variétés sélectionnées pour les cultiver, en étudiant des phytolithes – des fragments de silice contenus dans les feuilles et ne se dégradant pas – retrouvés dans des sites archéologiques en Nouvelle-Guinée et au Cameroun. Puis, en couplant ces données aux récits historiques, ils ont retracé la route de ces cultivars : d'Asie du Sud-Est, ils auraient migré vers la péninsule Indienne, l'Afrique de l'Est et les îles du Pacifique. C'est lors de ce périple que le bananier a perdu ses graines et s'est rempli de pulpe. Ces recherches ont permis de comprendre les liens entre les différents types de bananier et devraient aider à créer d'autres hybrides qui résistent à de nouveaux parasites.

volts par centimètre d'eau, soit une sensibilité similaire à celle de l'ornithorynque. En outre, quand les biologistes couvraient son rostre avec une coque en plastique, le dauphin ne réagissait plus aux stimulus électriques. Preuve que les cryptes sont bien des électrorécepteurs.

→ LA MASSE DE L'ANTI-PROTON

L'antiproton a la même masse que le proton ($1,67262158 \times 10^{-27}$ kilogramme), mais une charge électrique opposée ; il s'annihile avec le premier proton rencontré, la masse totale se transformant en une énergie qui se matérialise aussitôt en de nombreuses autres particules plus légères... De fait, il est impossible de conserver les antiprotons dans un récipient ordinaire ou dans l'air. Une méthode bien connue pour éviter ces contraintes est de confiner les antiprotons avec des champs électriques et magnétiques (voir *Des antiprotons ultrafroids*, *Pour la Science*, février 1993). Des scientifiques japonais et européens du CERN,

l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, à Genève, ont adopté une autre approche. Ils ont remplacé un des deux électrons des atomes d'hélium par un antiproton, et ont irradié les antiprotons ainsi piégés avec un faisceau laser (*Nature*, juillet 2011). En ajustant le laser à la fréquence qui provoque un saut quantique des antiprotons entre deux états d'énergie de l'atome, les scientifiques ont calculé la masse de l'antiproton. Mais les atomes qui s'approchent du faisceau « voient » des fréquences laser légèrement différentes par rapport à ceux qui s'en éloignent, d'où une imprécision importante dans le calcul de la masse. Les scientifiques ont donc utilisé deux faisceaux laser de sens inverse, ce qui a amélioré la précision de la mesure d'un facteur quatre. La masse de l'antiproton est désormais connue avec une précision proche du milliardième. Les scientifiques espèrent arriver à une précision supérieure à celle du proton (qui est encore deux fois plus importante que celle de l'antiproton), car toute différence entre les masses de ces deux particules prouverait que les lois de la nature sont différentes pour la matière et l'antimatière.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle