

50 **ARCHÉOZOOLOGIE** **Les voyages du lion**

Annik Schnitzler

Grâce à une organisation sociale élaborée et à une fécondité soutenue, le lion a conquis presque tous les continents. Sa première sortie d'Afrique date de plusieurs centaines de milliers d'années.



58 **MINÉRALOGIE** **La géologie des gemmes**

Lee Groat et Gaston Giuliani

Diamant, rubis, saphir, émeraude, topaze, jade... Les gemmes sont autant d'indices qui renseignent les géologues sur les conditions régnant dans les profondeurs de la Terre.

66 **PLANÉTOLOGIE** **Déchiffrer la planète rouge**

John Grotzinger et Ashwin Vasavada

Le 6 août à 7 h 31, heure de Paris, le robot *Curiosity* de la NASA se posera sur Mars et entamera pour la première fois la recherche directe de traces d'un environnement propice à la vie.



70 **NEUROSCIENCES** **Le cerveau stressé**

Amy Arnsten, Carolyn Mazure et Rajita Sinha

Les circuits neuronaux assurant le contrôle de soi sont perturbés par un stress, même modéré. Dès lors, les émotions et les désirs prennent les commandes...

Regards

78 **HISTOIRE DES SCIENCES**

Charles Knight, voyageur temporel

Richard Milner

Au tournant du XX^e siècle, l'artiste naturaliste américain a immortalisé les derniers représentants d'espèces menacées et mis en scène des animaux disparus.

82 **LOGIQUE & CALCUL**

Combiner des pertes pour gagner

Jean-Paul Delahaye

L'idée que, en associant plusieurs jeux défavorables, on puisse en obtenir un favorable est choquante. Les exemples de telles situations sont pourtant nombreux et variés.

88 **ART & SCIENCE**

Turner et le Soleil, vu de près !

Loïc Mangin

90 **IDÉES DE PHYSIQUE**

Pourquoi le ciel n'est pas bleu

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**

Du vin avec la salade ? Hérésie !

Hervé This

94 **À LIRE**

Rendez-vous sur

**POUR LA
SCIENCE.fr**

Le site de référence
de l'actualité scientifique internationale

■ Toutes les sciences en un clic

- Des actualités quotidiennes
- Des articles en libre accès
- Votre magazine numérique en ligne*
- Plus de 8 ans d'archives*

■ Des services exclusifs

- Les réactions aux articles**
- Des offres d'emploi scientifiques
- Des newsletters**
- Un espace abonnement

* Service payant. Si vous êtes abonné(e), les numéros compris dans votre abonnement sont offerts.
** En créant votre compte.

→ NI TROP NI TROP PEU

Lorsqu'un sportif accumule les victoires, sa suprématie systématique paraît louche, et des soupçons de dopage naissent contre lui. Lorsqu'un inconnu remporte une victoire inattendue sur des adversaires réputés meilleurs, son triomphe paraît louche, et des soupçons de dopage naissent contre lui.

Ainsi, gagner trop souvent et gagner trop rarement sont deux façons d'attirer la suspicion. La réputation d'un sportif, en tant que fonction du nombre de ses victoires, pose donc un intéressant problème d'optimisation. Pour connaître la gloire, il doit gagner suffisamment de compétitions mais, pour que cette gloire soit sans tache, il ne doit pas en gagner trop. Question : quel est l'optimum ?



→ CHRONIQUE JAVANAISE

été, vacances, voyages... C'est le moment de réviser les langues étrangères.

Traduire en hébreu : « C'est de l'hébreu pour moi. »

Traduire en chinois : « Il est toujours à chiner, si bien que discuter avec lui est un supplice chinois. »

Traduire en turc : « Cet homme, fort comme un Turc, est devenu notre tête de Turc le jour où nous l'avons surpris à boire un café turc alors qu'il nettoyait des toilettes à la turque. »

Traduire en polonais : « J'étais soûl comme un Polonais. »

Traduire en espagnol : « Je rêve d'un château en Espagne, où recevoir mes amis. Quant à la conversation, ce sera l'auberge espagnole : ils ne trouveront que ce qu'ils

apporteront, car je parle comme une vache espagnole. »

Traduire en argot portugais : « T'as les portugaises ensablées, ou quoi ? »

Traduire en grec moderne : « La commission d'hygiène ayant renvoyé aux calendes grecques sa décision sur les yaourts à la grecque, des producteurs en colère l'ont conspuée en lui criant d'aller se faire voir chez les Grecs. »

Puisqu'il ne faut pas négliger les langues mortes, traduire la phrase précédente en grec ancien.

Enfin, traduire en javanais : « Avil favait baveau avaujavouravdav'hui. »

→ STATISTIQUES PSYCHOLOGIQUES

Une entreprise en difficulté envisageait de diminuer les salaires de 20 pour cent. À un journaliste venu enquêter sur la situation, un employé a décrit les conséquences dramatiques d'une telle décision : « Ma femme travaille dans la même entreprise, donc ça nous ferait une diminution de 40 pour cent. » Cette réplique est restée célèbre comme exemple d'« analphabétisme scientifique ». Pourtant, elle est loin d'être absurde.

Du point de vue arithmétique, la chute de revenu du couple est deux fois plus grande si la diminution frappe les deux membres plutôt qu'un seul (je suppose, ce qui est une autre histoire, que la femme et le mari ont le même salaire). Et 40 n'est-il pas le double de 20 ?

Quant aux finances, si le couple a des revenus modestes, une diminution de 20 pour cent est une catastrophe qui a de quoi l'affoler. Elle peut le faire basculer dans l'insolvabilité, et entraîner des effets cumulés au terme desquels il aura perdu beaucoup plus que 20 pour cent.

Même si cette réaction en chaîne est finalement évitée, pronostiquer que les revenus du couple diminueraient de 40 pour cent est en phase avec son anxiété du moment. Assurer qu'ils ne diminueraient « que » de 20 pour cent est correct d'un point de vue formel, mais laisse échapper

un élément essentiel, impossible à quantifier : le vécu subjectif. Le public fait parfois preuve d'analphabétisme scientifique, mais les modélisations scientifiques font parfois preuve d'analphabétisme psychologique.

→ SENS NON INTERDITS

À Hambye (Manche) existe une rue de la chaussée. À Bordeaux, une rue des impasses. À Paris, un passage de la ruelle. À Lyon, une montée de la grande côte. Il y a, en France, des rues de la descente et des rues de la montée ; comme ce ne sont pas les mêmes, c'est que les rues qui descendent ne sont pas à confondre avec celles qui montent. À Bruxelles, se trouve une avenue du boulevard – ce dont on déduit qu'un boulevard de l'avenue se trouve à Sellexurb. Montreux se permet d'offrir aux regards innocents une plaque indiquant la « rue du quai ». Si j'étais maire, je veillerais à ce que, dans ma ville, l'ancien hôtel moderne soit établi dans l'ancienne rue neuve, et à ce que le théâtre de l'impasse soit sis impasse du théâtre. Mais je ne m'inspirerais pas de Paris : le musée du vin y est situé rue des eaux !

Les rues ne pratiquent pas seulement le jeu de renvois mutuels. Il leur arrive de sortir des horizons terrestres : rue d'enfer à Metz, rue du purgatoire et rue de toutes âmes à Genève, rue du paradis et rue de Dieu à Paris, rue Dieu me garde à Fouras (Charente-Maritime), rue du Père éternel à Auray (Morbihan). Ces rues étant bien



réelles, les entités dont elles portent les noms ne peuvent qu'être, elles aussi, bien réelles. Je ne dis pas que la déduction que j'opère là soit très solide, mais elle est fondée sur l'observation d'éléments objectifs. Et, en matière de métaphysique, les éléments objectifs sont rares... Alors, tous sont bons à prendre !

→ AVRIL EN AOÛT

Selon une étude récente de psychosociologie, les hommes seraient plus fumistes que les femmes : ils sont plus nombreux à manifester le sentiment du travail accompli dans des cas où, en réalité, ils l'ont saboté. À en croire les auteurs de l'étude, cette différence a une conséquence majeure dans notre société : leur je-m'en-foutisme aide les hommes à supplanter les femmes dans les hiérarchies. Voici en quoi. Les décisions prises par le détenteur d'un poste élevé lui échappent, parce qu'elles touchent un nombre excessif de gens. Il ne peut pas prévoir tous leurs effets, ni même les évaluer après coup. Il doit donc, sous peine de paralysie, trancher au sabre sans être trop regardant sur les conséquences de ses choix. Cependant, son rôle de haut responsable lui impose de n'éprouver aucune réticence à clamer, démonstration à l'appui, qu'il agit au mieux à tout point de vue. Dans cet exercice d'esbroufe, les hommes, moins scrupuleux, sont plus à l'aise.

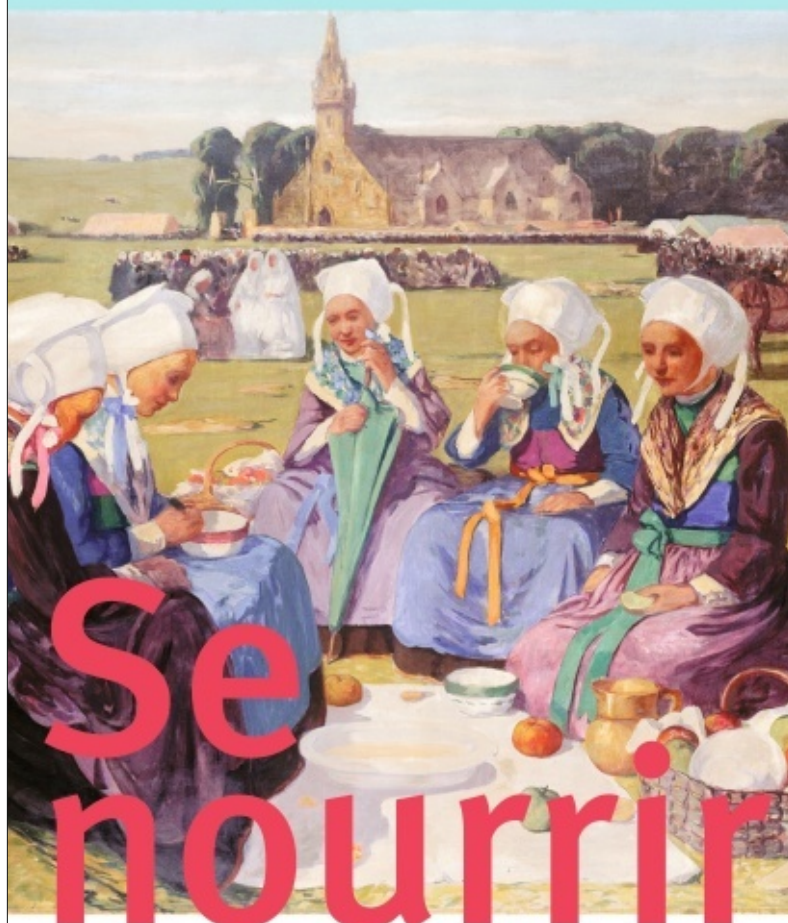
La revue *Entregrenre* conclut l'article où elle rend compte de cette étude par une injonction dont nous lui laissons la responsabilité : « Bluffez autant que les hommes, Mesdames, et vous réussirez aussi bien qu'eux ! » ■



138^e congrès
des sociétés historiques
et scientifiques

Rennes

Université Rennes 2 • Campus de Villejean • 22-27 avril 2013



Se nourrir

pratiques et stratégies alimentaires

Le congrès des sociétés historiques et scientifiques se tient chaque année dans une grande ville universitaire. Trait d'union entre la recherche académique et la recherche associative, cette manifestation scientifique – lieu de rencontre privilégié des membres des sociétés savantes – est largement ouverte aux enseignants, aux étudiants, aux élèves des grandes écoles et aux membres des centres de recherche. Elle permet également aux jeunes chercheurs de faire leurs premières communications sous la direction de personnalités scientifiques de premier plan.

Le congrès de Rennes se déroulera du 22 au 27 avril 2013, dans les locaux du Campus de Villejean de l'université Rennes 2, sur le thème « Se nourrir. Pratiques et stratégies alimentaires ».

Pour tout contact

Comité des travaux historiques et scientifiques
138^e congrès
110, rue de Grenelle, 75357
Paris cedex 07
tél. : 33 (0) 1 55 95 89 64
fax : 33 (0) 1 55 95 89 66
congres@cths.fr
www.cths.fr



Illustration : Jean-Pierre Lecoq / Musée de la Ville de Rennes. Photo : J. Lecoq / Musée de la Ville de Rennes.



Mission archéologique italienne au Sahara - Univ. de Rome Sapienza



Sur cette peinture rupestre du Sud-Ouest libyen (dont le tracé est représenté ci-dessus), des éleveurs sahariens ont disposé des pots – probablement à lait – près de leur troupeau. De nombreuses peintures similaires suggèrent une exploitation laitière dans la région, mais leur datation précise est impossible. L'analyse de dépôts graisseux sur des tessons de poteries a apporté une preuve plus tangible et précisé l'ancienneté de cette activité, qui serait pratiquée depuis au moins 7 000 ans.

Les Nord-Africains mangeaient peut-être déjà du yaourt il y a 7 000 ans. C'est ce qu'ont découvert Julie Dunne, de l'Université de Bristol, en Grande-Bretagne, et des collègues de plusieurs pays en analysant la composition des dépôts graisseux de 81 tessons de poteries du Tadrart Acacus, dans le Sahara libyen.

En déterminant par spectrométrie de masse la composition en acides gras de ces dépôts, les archéologues ont identifié 29 tessons portant des graisses animales. Parmi eux, 22 dataient de 6 000 à 7 000 ans. En comparant les proportions isotopiques du carbone des graisses de ces tessons avec celles de produits laitiers locaux, ils ont estimé qu'au moins la moitié provenaient d'aliments à base de lait fermenté, et que les animaux laitiers avaient brouté des plantes variées. À l'époque, la région était une verte savane...

Cette découverte est importante à plus d'un titre dans le débat sur l'ancienneté de l'exploit-

Archéologie

Des produits laitiers africains vieux de 7 000 ans

Des traces de lait fermenté ont été mises en évidence sur des poteries libyennes du V^e millénaire avant notre ère. Ce sont les premières preuves d'une exploitation laitière dans l'Afrique préhistorique.

tation du lait, explique Marie Balasse, chercheuse du CNRS au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris. Alors que l'on connaît depuis plusieurs années les débuts de l'exploitation laitière en Anatolie (il y a 9 000 ans) et en Europe (il y a 8 000 ans), l'étude n'avait pu être menée en Afrique, car les restes d'animaux d'élevage sont rares. Or c'est en étudiant les ossements d'un troupeau que l'on détermine si l'élevage était laitier ou non (en analysant la proportion de jeunes mâles tués et de vieilles bêtes). De belles peintures rupestres sahariennes montrent des scènes de traite, mais leur datation est problématique. La présente étude est la première à mettre en évidence une exploitation laitière en Afrique préhistorique.

Elle expliquerait aussi comment à l'époque, malgré une faible tolérance au lactose (le sucre du lait), les populations nord-africaines ont pu consommer du lait: les produits laitiers sont plus faciles

à digérer que le lait frais. Enfin, ces travaux aideront peut-être à comprendre l'expansion de la tolérance au lactose dans le monde, indique M. Balasse. Aujourd'hui, contrairement aux autres mammifères, nombre d'humains – principalement en Europe et dans les populations pastorales d'Afrique – conservent à l'âge adulte la capacité à digérer le lactose, et donc le lait. On pense que cela est dû en partie à l'ancienneté de la pratique de la consommation laitière. Plusieurs mutations, apparues en divers endroits, notamment en Afrique de l'Est il y a 3 000 à 7 000 ans, et plus tôt en Europe, seraient responsables de cette tolérance. Elles auraient représenté un tel avantage évolutif qu'elles se seraient répandues en quelques milliers d'années en plusieurs endroits. La forte tolérance subsaharienne actuelle serait-elle arrivée par le Sahara?

→ Marie-Neige Cordonnier

J. Dunne et al., *Nature*, vol. 486, pp. 390-394, 2012

Astronomie

La collision avec Andromède se confirme

Pendant près d'un siècle, le destin de la Voie lactée et de sa voisine, la galaxie d'Andromède (également connue sous le nom M31), a fait débat. Vont-elles entrer en collision, ou seulement se frôler ? Roeland van der

Marel et son équipe de la NASA ont enfin tranché cette question.

De façon générale, les galaxies s'éloignent les unes des autres, car l'Univers est en expansion. Mais pour les groupes de galaxies proches, l'attraction gravitation-

nelle surpasse l'expansion et finit par les faire entrer en collision. La galaxie d'Andromède se rapproche de nous à 430 000 kilomètres par heure ; toutefois, les incertitudes sur sa direction ne permettaient pas de prédire sa trajectoire avec assez de précision. R. van der Marel et ses collègues ont utilisé les observations du télescope spatial *Hubble* pour mesurer précisément le mouvement de certaines étoiles de la galaxie d'Andromède entre 2003 et 2010. Ils ont ainsi pu déterminer la trajectoire de M31 par rapport à celle de la nôtre : la galaxie d'Andromède fonce bien sur nous.

→ Sean Bailly

Vue d'artiste du ciel dans 3,75 milliards d'années : la galaxie d'Andromède (à gauche) entre en collision avec la Voie lactée, et commence à tordre le disque de celle-ci.



NASA/ESA/STScI, Z. Levay, R. van der Marel, T. Hallas, A. Mellinger

En bref

TOMATES SANS GOÛT

Pourquoi les tomates de culture intensive n'ont-elles pas de goût ? Des chercheurs américains ont montré que cela résulte de la sélection de variétés dont les fruits mûrissent au même moment. Or il existe une région du génome qui est impliquée dans ce mûrissement uniforme et qui code deux protéines favorisant la production de sucres et autres agents de saveur et de couleur des tomates. Quand on sélectionne le mûrissement uniforme, on réduit la production de ces protéines et, par conséquent, la saveur du fruit.

DES TÉRABITS TORSADÉS

Des communications optiques à l'air libre à plus de 2,5 téra-bits par seconde : Jian Wang et ses collègues, en Californie, ont démontré que des faisceaux laser à lumière torsadée constituent une voie possible pour augmenter la capacité des canaux de communication. Dans les faisceaux de lumière torsadée, apparus dans les années 1990, le front d'onde de l'onde lumineuse est de forme hélicoïdale, ce qui confère au faisceau un moment cinétique orbital. Cette grandeur peut servir au codage des signaux ou à leur multiplexage.

LA GUERRE DES MÂLES

Des chercheurs autrichiens ont mis en évidence une stratégie radicale adoptée par certaines fourmis mâles de l'espèce *Cardiocondyla obscurior* pour surmonter la concurrence : ces mâles éliminent leurs congénères dès leur sortie du cocon, où se déroule la métamorphose de la larve. Ils détectent à l'odeur les cocons abritant des concurrents, puis attaquent ces derniers ou les marquent chimiquement afin qu'ils soient tués par les ouvrières.

Biologie cellulaire

Des neurones à partir de la peau

Une cellule de peau et un neurone possèdent la même information génétique, mais elle n'est pas lue de la même façon. On sait aujourd'hui agir sur cette lecture, notamment à l'aide de facteurs de transcription, des protéines qui se fixent sur l'ADN et régulent sa transcription en ARN. Grâce à un seul de ces facteurs, Yadong Huang et Karen Ring, de l'Université de Californie à San Francisco, et leurs collègues ont réussi à obtenir des réseaux de neurones à partir de cellules de peau (des fibroblastes) de souris et d'humains.

Pour transformer les fibroblastes en d'autres cellules, on les place dans un milieu de culture adapté, qui recrée l'environnement physico-chimique des cellules qu'on cherche à obtenir, et on provoque la surexpression des facteurs de transcription responsables de la différenciation visée.

Cette dernière opération consiste à faire produire en masse ces facteurs de transcription par la cellule. L'équipe de Y. Huang n'en a utilisé qu'un seul, nommé Sox2. D'autres équipes avaient

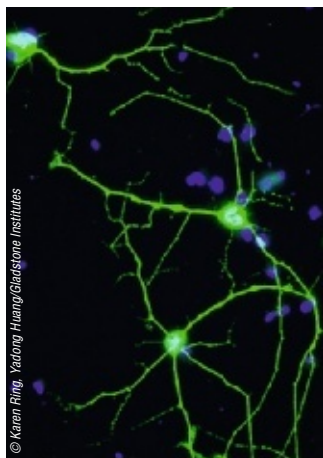
également obtenu des neurones, mais elles avaient fait appel à un nombre bien plus important de facteurs de transcription.

En quelques jours, les fibroblastes se sont transformés en cellules souches neurales. Celles-ci se sont divisées, engendrant de nouveaux types de neurones. En moins d'un mois, ces neurones se sont associés en réseaux.

Pour vérifier que les cellules reprogrammées ne risquaient pas de dégénérer en cellules cancéreuses, K. Ring les a greffées dans le cerveau d'une souris. Elles s'y sont intégrées sans causer de tumeur. Ces cellules seront peut-être utiles dans la lutte contre les maladies neurodégénératives, telles celles d'Alzheimer et de Parkinson ; elles permettront de tester les médicaments élaborés.

→ Guillaume Jacquemont

K. Ring et al., *Cell Stem Cell*, en ligne, 7 juin 2012



Ces neurones sont issus de la transformation de cellules de peau, ou fibroblastes.

© Karen Ring, Yadong Huang/Gladstone Institutes

Écologie

Une bombe à moutarde

Lorsque la moutarde vous monte au nez, une réaction chimique est responsable de vos ennuis : la mastication met en contact des glucosinolates (des sucres associés à du soufre) et une enzyme, la myrosinase, dont la réaction libère des composés piquants et amers. Michal Samuni-Blank, du Technion en Israël, et ses collègues ont montré qu'un réséda commun (*Ochradenus baccatus*) du désert du Neguev, en Israël, dont les baies sont consommées par

Un rongeur *Acomys cahirinus* en train de recracher les graines du réséda *Ochradenus baccatus*.



de nombreux vertébrés, profiterait de cette « bombe à moutarde » pour disperser ses semences. Lorsque le fruit est mâché, les glucosinolates, contenus dans la pulpe, et la myrosinase, concentrée dans les graines, entrent en contact et leur réaction libère des substances toxiques. En filmant des rongeurs *Acomys cahirinus*, les biologistes ont observé que l'animal consomme le fruit, mais crache les graines, lesquelles germent alors mieux que celles restées dans le fruit.

En revanche, si la myrosinase est inactivée, les rongeurs mangent les graines. Ainsi, alertés par les premiers signaux de la bombe à moutarde, ces animaux adaptent leur comportement et passent de prédateurs à disséminateurs.

→ M.-N. C.

M. Samuni-Blank et al., *Current Biology*, vol. 22, 14 juin 2012

Astrophysique

Une planète part en fumée

Le satellite *Kepler* utilise la méthode du transit pour découvrir des exoplanètes : le passage d'une planète devant son étoile s'accompagne d'une baisse de luminosité mesurable. L'atténuation est périodique et d'amplitude constante. Ce n'est cependant pas le cas de l'étoile KIC 12557548 : l'atténuation de la luminosité est irrégulière. Pour l'expliquer, Saul Rappaport du MIT et ses collègues suggèrent que la planète à l'origine du transit serait dix fois plus légère que la Terre et perdrait de grandes quantités de poussière, qui formeraient l'équivalent d'une queue de comète.

Selon cette hypothèse, les grains de poussière en suspension dans l'atmosphère sont emportés par du gaz qui échappe au faible champ de pesanteur de la planète. La poussière est alors soumise à la pression de radiation de l'étoile et aux forces de Coriolis, qui modèlent le nuage en une forme similaire à une queue de comète.

Les physiciens estiment que la perte de poussière et de gaz confère à cette planète une durée de vie relativement courte, de l'ordre de 200 millions d'années.

→ S. B.

S. Rappaport et al., *The Astrophysical Journal*, 10 juin 2012

Nanotechnologies

Des chaînes de nanocubes auto-assemblées

Andrea Tao et ses collègues, de l'Université de Californie à San Diego, ont mis au point un nouveau procédé de fabrication de structures nanométriques : des nanocubes recouverts de polymères s'assemblent spontanément en formant des configurations différentes selon les conditions de préparation et la nature des polymères.

Des nanocubes d'argent de 80 nanomètres de côté sont placés dans un substrat de polymères. Ils peuvent se mouvoir, s'assembler et former des chaînes au sein du substrat si ce dernier est chauffé ou soumis à un solvant gazeux qui assouplit les polymères. Les cubes se lient entre eux par deux faces, par deux arêtes ou par une arête et une face.

La disposition adoptée n'est pas aléatoire, mais résulte de la compétition entre deux phénomènes : les forces de van der Waals, qui attirent les cubes l'un vers l'autre, et la compressibilité des polymères fixés à leur surface, qui ne peut dépasser une certaine limite. Les chercheurs ont établi que l'utilisation de polymères courts favorise la configuration face-face, alors que de longues molécules conduisent à des assemblages de nanocubes par leurs arêtes.

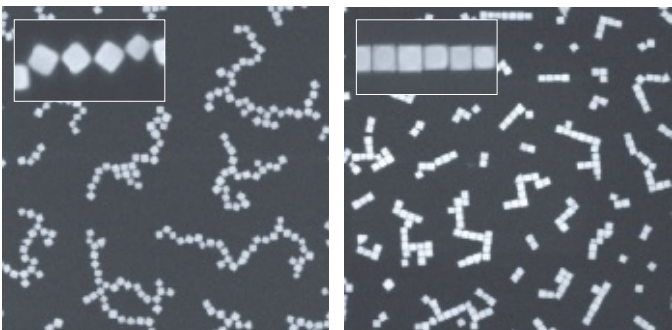
Après un traitement par un solvant, la configuration privilégiée

est le contact arête-arête. Ce n'est cependant pas la situation d'équilibre la plus stable dans le cas de polymères courts. Ainsi, pour les petites chaînes de polyéthylène glycol, 69 pour cent des contacts sont arête-arête ou arête-face. Une étape supplémentaire de chauffage permet de basculer vers la configuration face-face pour plus de 90 pour cent des nanocubes.

Ces assemblages pourraient servir à moduler les propriétés optiques de certaines surfaces. Lorsqu'un nanocube est éclairé par de la lumière, des modes plasmoniques – des oscillations d'électrons – apparaissent en surface, qui sont à l'origine d'un champ électrique dans l'espace entre deux nanocubes. Les propriétés de ce champ, qui dépendent de la forme de la jonction entre les éléments d'argent, déterminent les propriétés optiques de la chaîne de nanocubes. Ainsi, l'assemblage de type arête-arête diffuse de façon privilégiée la lumière à une longueur d'onde comprise entre 776 et 895 nanomètres en fonction de la longueur des chaînes, alors que les éléments en configuration face-face réfléchissent un spectre lumineux plus large.

→ S. B.

B. Gao et al., *Nature Nanotechnology*, en ligne, 10 juin 2012



Images prises au microscope électronique à balayage de deux films contenant deux configurations d'assemblage des nanocubes : arête-arête (à gauche) et face-face (à droite). Chaque cube mesure 80 nanomètres de côté.

Biophysique

Le moustique, un as du vol sous la pluie

Voler sous la pluie est plus que périlleux pour un moustique. Imaginez : la masse qu'il reçoit lorsqu'une goutte le percute équivaut à celle qu'un homme ressentirait si... une orque femelle s'écrasait sur lui. Pourtant, le moustique s'en sort bien, tant qu'il n'est pas trop proche du sol. Comment ? En ne faisant qu'un avec la goutte pendant une fraction de seconde, ont montré Andrew Dickerson et ses collègues de l'Institut de technologie de Géorgie, aux États-Unis.

En analysant à l'aide d'une caméra ultrarapide la trajectoire de moustiques *Anopheles* sous une pluie artificielle, ils ont observé que les gouttes percutaient plus souvent les ailes et les pattes que le corps du moustique. Dans ce cas, l'eau glisse sur ces membres très hydrophobes ; l'insecte tangue ou tourne sur lui-même selon le point d'impact, puis reprend sa route en une dizaine de millisecondes. En revanche, quand une goutte percute le corps du moustique, l'insecte, solidaire de la goutte, adopte sa trajectoire pendant quelques millisecondes, tombant ainsi de 5 à 20 fois sa taille, puis se libère et reprend son vol.

La goutte est peu freinée dans sa course et à peine déformée : l'insecte est si léger que la quantité de mouvement de la goutte est peu diminuée. En retour, la force de l'impact est tolérable pour le moustique en vol, dont l'exosquelette est assez résis-



Début de l'impact d'une goutte de trois millimètres de diamètre sur un anophèle.

tant pour supporter l'accélération que lui impose la goutte : entre 100 et 300 fois l'accélération de la pesanteur, soit dix fois plus que celle subie par un pilote d'essai ! Reçue au sol, la même goutte écraserait le moustique...

Comment le moustique se désolidarise-t-il de la goutte ? La question n'est pas élucidée, mais les longues ailes et pattes hydrophobes pourraient jouer un rôle important. Le moustique essaye-t-il par ailleurs d'éviter les gouttes ? L'histoire ne le dit pas...

→ M.-N. C.

A. Dickerson et al., PNAS, en ligne le 4 juin 2012

En bref

LA TECHNIQUE DU GUÉPARD

Avec un record de 105 kilomètres par heure, le guépard court deux fois plus vite que le lévrier. Des chercheurs anglais ont analysé sa technique, en le filmant et en enterrant des capteurs de force sous une piste de course. Sa foulée serait plus ample et plus rapide que celle du lévrier, et le contact de sa patte avec le sol plus long : en répartissant mieux dans le temps la charge supportée par ses jambes, il exercerait globalement une pression plus intense sur le sol.

GANGS EN ÉQUATIONS

Des travaux de criminologues américains suggèrent que les territoires des gangs urbains obéissent aux mêmes équations (dites de Lotka-Volterra) qui décrivent les populations de lions, de chimpanzés ou d'abeilles. Les chercheurs ont utilisé le modèle proie-prédateur, qui décrit la dynamique de populations en compétition pour des ressources, pour calculer les territoires des gangs de Los Angeles. Ils ont ensuite montré que les violences recensées se produisent sur les frontières des territoires ainsi déterminés.

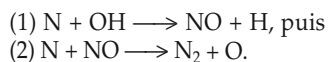
Astrophysique

Pénurie d'azote dans les nuages interstellaires

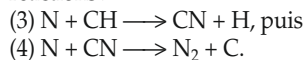
L'azote est présent dans l'atmosphère essentiellement sous forme moléculaire (N_2). En est-il de même dans l'espace ? Les travaux de deux équipes bordelaises indiquent que dans les nuages interstellaires denses, l'azote moléculaire serait près de cinq fois moins abondant qu'on ne le pensait auparavant. En revanche, l'ammoniac (NH_3) pourrait être plus abondant.

Dans les nuages moléculaires, denses, froids et peu ionisés, la chimie de l'azote, en particulier, est dominée par des réactions entre espèces neutres. La formation d'azote moléculaire suit deux voies.

La première met en jeu deux réactions successives :



La seconde implique aussi deux réactions :



Kevin Hickson et ses collègues de l'Institut des sciences moléculaires de Bordeaux ont montré dans une expérience que la réaction (4) est beaucoup moins rapide qu'attendu à très basse température (ils l'avaient déjà montré pour les réactions (1) et (2)).

Valentine Wakelam et ses collègues, du Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux, ont ensuite utilisé ce résultat pour simuler la formation d'azote moléculaire dans les nuages interstellaires

denses. Ils ont constaté que celle-ci est beaucoup moins efficace que prévu : seulement 10 à 20 pour cent de l'azote se retrouve sous forme moléculaire, contre 60 à 70 pour cent dans les simulations précédentes.

Dans ce modèle, au lieu de former de l'azote moléculaire en phase gazeuse, les atomes d'azote se fixent à la surface des grains de poussière, où ils interagissent avec l'hydrogène ionisé pour former de l'ammoniac. Ce composé pourrait ainsi représenter le principal réservoir d'azote dans les nuages moléculaires.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

V. Wakelam et al., K. Hickson et al., PNAS, 11 juin 2012



Le nuage moléculaire de la Rosette, observé par le télescope spatial infrarouge Herschel.

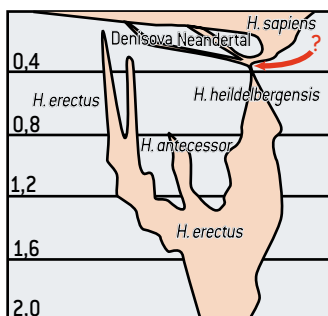
En bref

MÉTÉO EXOPLANÉTAIRE

La météo varie aussi sur les exoplanètes. Alain Lecavelier des Etangs, de l'Institut d'astrophysique de Paris, et ses collègues ont observé deux fois l'exoplanète HD 189733b avec le télescope spatial *Hubble*. « Normale » en avril 2010, elle était accompagnée 16 mois plus tard d'un gigantesque nuage d'hydrogène : la planète perdrait plus de 1 000 tonnes de gaz par seconde ! Une tempête stellaire survenue peu avant est sans doute à l'origine de cette « variation météorologique ».

DOPAMINE ET SOMMEIL

Le passage de l'éveil au sommeil est déclenché par la mélatonine, une hormone produite par la glande pinéale, située dans le cerveau. La mélatonine est synthétisée lorsqu'une autre hormone, la noradrénaline, se lie à des récepteurs cellulaires spécifiques. Des chercheurs espagnols ont montré que la dopamine, un neurotransmetteur, interagit avec ces récepteurs et inhibe les effets de la noradrénaline. Elle entrave ainsi la synthèse de la mélatonine, et donc le passage de l'éveil au sommeil.



Un goulot d'étranglement génétique se serait produit il y a plus de 200 000 ans, avant que l'homme moderne, celui de Néandertal et celui de Denisova n'aient divergé. (chiffres en millions d'années).

Paléontologie

Comment peser un dinosaure ?

Mesurer la masse d'un animal d'une espèce actuelle est simple. Pour les dinosaures, la tâche est bien plus compliquée. Il faut estimer le volume de l'animal à partir des os pour en déduire sa masse. L'équipe de William Sellers, de la Faculté des sciences du vivant à Manchester, a élaboré une méthode rapide et semble-t-il fiable pour peser ces espèces disparues.

Une méthode standard – l'analyse volumétrique – permet d'estimer la masse d'un animal à partir de son squelette. Elle requiert une étude minutieuse de la forme de chaque os pour évaluer le volume de l'animal, qui est ensuite multiplié par une densité corporelle moyenne pour obtenir la masse. Cette méthode donne de bons résultats, mais est très lente.

W. Sellers et ses collègues proposent une nouvelle technique. On commence par faire un relevé tridimensionnel de la forme du squelette au moyen d'un faisceau laser. On obtient un nuage de points modélisant l'ensemble des os. Les points sont classés selon différentes zones du corps, puis un logiciel calcule le volume convexe – sans creux – minimal nécessaire pour recouvrir les os de chaque partie. On obtient ainsi une estimation du volume de l'animal.

Les zoologistes ont testé leur méthode sur 14 espèces de grands mammifères actuels (l'ours polaire, la girafe, l'éléphant, etc.). Ils ont constaté que



W. Sellers et ses collègues ont déterminé la masse d'un ours polaire (et d'autres animaux) à partir de son squelette (a), modélisé en trois dimensions (b) pour reconstituer approximativement son volume (c). Ils ont appliqué cette méthode pour calculer la masse du brachiosaure conservé au Muséum d'histoire naturelle de Berlin (d et e).

cette méthode sous-estime la masse réelle de l'animal de 21 pour cent. Ils ont alors appliqué cette technique à un brachiosaure (*Giraffatitan brancai*) dont le squelette est conservé au Muséum d'histoire naturelle de Berlin. En corrigeant la valeur de 21 pour cent, ils trouvent que la masse de ce saurope était de l'ordre de 23,200 tonnes, un résultat très proche de la dernière estimation par la méthode volumétrique, qui était de 23,337 tonnes.

→ S. B.

W. I. Sellers et al., *Biology Letters*, en ligne le 6 juin 2012

Paléogénétique

L'humanité issue d'un goulot d'étranglement

L'homme moderne, *Homo sapiens*, a deux cousins : l'homme de Neandertal et celui de Denisova. Selon Xiaoxia Wang, de l'Université de Californie, et ses collègues, la neutralisation de deux gènes chez ces trois espèces signe vraisemblablement un goulot d'étranglement génétique apparu il y a plus de 200 000 ans et dû à des maladies infectieuses.

Les deux gènes en question codent des lectines de type immunoglobuline, aussi connues sous l'acronyme SIGLEC (de l'anglais *Sialic acid-recognizing Ig-like lectins*). Ces lectines constituent une famille de récepteurs transmembranaires ayant un rôle immunitaire important, puisqu'elles fixent de nom-

breux anticorps. Pour cette raison, elles sont aussi la cible de multiples pathogènes (agents de la grippe, de la rage, du sida...), qui s'y fixent pour adhérer aux tissus des voies respiratoires, du tube digestif et des appareils urinaire et génital.

L'équipe de X. Wang a remarqué que les récepteurs SIGLEC13, SIGLEC17P, qui existent chez les chimpanzés, ont été supprimés au cours de l'évolution chez les humains modernes, de Neandertal et de Denisova. Le gène codant SIGLEC13 a disparu, tandis que celui codant SIGLEC17P est devenu inactif. Ce changement génétique, probablement dû à la pression de sélection exercée par des maladies infec-

tieuses, serait postérieur à notre plus récent ancêtre commun avec les chimpanzés, et antérieur au plus récent ancêtre commun des trois espèces humaines. Il s'est produit, selon les calculs des chercheurs, il y a plus de 200 000 ans, juste avant l'apparition de la lignée humaine moderne, à une époque où le nombre de femmes reproductrices passe pour avoir été inférieur à 10 000... En comparaison de la réduction de diversité génétique qui en a résulté, la peste noire de 1347 ou le choc viral et bactérien qui a réduit de moitié la population des Amériques après 1492 semblent anodins.

→ François Savatier

Xiaoxia Wang et al., *PNAS*, en ligne le 4 juin 2012

Astrophysique

Expulsion d'un trou noir

Lors d'une collision de deux galaxies, que deviennent les trous noirs supermassifs situés au centre de chacune d'elles ? Ils forment un système binaire, puis ils fusionnent, créant alors un trou noir au centre de la nouvelle galaxie. Parfois, lors de la fusion, l'émission asymétrique d'ondes gravitationnelles peut donner une impulsion suffisamment grande pour expulser le trou noir. Dans ce cas, le centre de la galaxie ne serait plus une source intense de rayons X. En revanche, le trou noir emporterait une grande quantité de matière accélérée, qui émettrait des rayons X. Ce scénario théorique restait à être observé. Francesca Civano, du Centre d'astrophysique Harvard-Smithsonian, et ses collègues ont étudié le cas de la galaxie CID-42, distante de quatre milliards d'années-lumière, dont le trou noir supermassif semble avoir été expulsé : il s'éloignerait du centre de la galaxie de 1300 kilomètres par seconde. Des observations du télescope spatial à rayons X *Chandra* indiquent que seul l'élément éjecté est une source de rayons X, comme le prévoit la théorie.

→ S. B.

F. Civano et al., *The Astrophysical Journal*, à paraître, 2012

Génétique

Bonobo : un génome proche

Une équipe internationale conduite par Kay Prüfer, de l'Institut Max Planck d'anthropologie de Leipzig, en Allemagne, a séquencé le génome du bonobo (*Pan paniscus*). Il se distingue de celui de l'homme de 1,3 pour cent. Il faut désormais considérer le bonobo comme aussi proche de l'homme que le chimpanzé. De surcroît, le génome du bonobo est très similaire à celui du chimpanzé (99,6 pour cent d'homologie). Les analyses suggèrent que l'homme aurait divergé des deux autres primates il y a entre cinq et sept millions d'années. L'ancêtre des chimpanzés et celui des bonobos se seraient eux-mêmes séparés il y a deux millions d'années, peut-être lors de la formation du fleuve Congo. Une hypothèse confortée par la répartition géographique des singes : les bonobos vivent exclusivement au Sud du fleuve dans des habitats reculés et isolés, tandis que le chimpanzé occupe la région au Nord et à l'Est du fleuve et les forêts équatoriales d'Afrique de l'Ouest.

→ S. B.

K. Prüfer et al., *Nature*, en ligne le 13 juin 2012

Archéologie

Maraboutages dans Le Mans gallo-romain

Vous a-t-on déjà distribué un tract du genre « Professeur Sory résout tous vos problèmes, même désespérés. Amour, fidélité entre époux... » ? Cela aurait pu vous arriver il y a 1800 ans à Vindinum (Le Mans) dans le quartier des Jacobins. La fouille préventive qu'y mène l'équipe de Pierre Chevet, de l'INRAP, a mis au jour un site gallo-romain où, autour d'un étang artificiel, se pratiquait une magie populaire.

Ce lieu se trouvait dans un quartier très fréquenté proche du théâtre antique. Outre un bassin artificiel de 1300 mètres carrés entouré par un mur, il comprend un bâtiment carré de trois mètres de côté. Les archéologues y ont retrouvé de nombreuses offrandes : 287 pièces de monnaies des I^{er} et II^e siècles et, dans la vase du plan d'eau, 400 autres monnaies, environ 200 objets en plomb, bronze,

argent ou or – bagues, fibules et autres parures.

Moins banale est la découverte de tablettes de défexion, c'est-à-dire de formules d'envoûtement inscrites sur une feuille de plomb, ensuite roulée et jetée dans le plan d'eau. Cela confirme une fois de plus que, dans les villes de l'Antiquité, des magiciens comparables aux marabouts d'aujourd'hui tenaient commerce d'envoûtements et de désenvoûtements. Sur les tablettes de défexion des thermes de l'ancienne Aquae Sulis (Bath, en Angleterre), par exemple, la formule de l'un de ces spécialistes voue au malheur les voleurs osant dérober... les baigneurs ! Celles que l'on vient de retrouver à Vindinum ont ceci de particulier qu'elles sont rédigées dans un langage indéchiffrable. À moins que le Professeur Sory ne nous les décrypte ?

→ F. S.



Un fragment d'une des tablettes de défexion trouvées au Mans (à gauche).

Parmi les offrandes retrouvées : une bague en or, une fibule en forme de lapin.

DERNIÈRE minute ...

PRÉCIEUX DÉCHETS ÉLECTRONIQUES

Selon des experts récemment réunis lors d'une conférence à Accra, au Ghana, les déchets électroniques (ordinateurs, téléphones, consoles, etc.) sont 40 à 50 fois plus riches en métaux précieux que les minerais naturels. Plus de 7500 tonnes d'argent et 320 tonnes d'or entrent chaque année dans la fabrication des appareils électroniques, ce qui représente près de

20 milliards d'euros. Mais moins de 15 pour cent de ces précieux métaux sont récupérés...

ANTARCTIQUE : RÉCHAUFFEMENT AMORTI

Il neige peu pendant les grands froids, de sorte que le réchauffement climatique devrait accroître les chutes de neige en Antarctique. Grâce à des simulations et à des relevés satellitaires effectués lors d'étés chauds, des chercheurs du CNRS

ont montré que cela compenserait la baisse de l'albédo (la réflexion de l'énergie solaire) attendue du fait d'autres phénomènes physiques. Le centre du continent se réchaufferait alors moins que prévu.



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

Au programme de l'été
repos, farniente et...

POUR LA
SCIENCE

OPTEZ POUR L'ABONNEMENT
100% NUMÉRIQUE
et lisez n'importe où !



Pour la Science 12 n^{os} numériques/an

3,75 € par mois
seulement !

Votre magazine
sur ordinateur,
tablette,
smartphone

+ En cadeau le CD *Einstein et les révolutions quantiques*

De la relativité à la physique quantique, Alain Aspect – physicien français
et membre de l'Académie des sciences – raconte deux révolutions
scientifiques majeures qui continuent de bouleverser notre vision du monde.

CD audio de 75 minutes - Collection « L'Académie raconte les sciences » édité par De Vive Voix - Mars 2012 – Valeur : 9,90 €.



BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA
SCIENCE

À retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe non affranchie à : Service Abonnements Pour la Science • Libre réponse 90382 • 75281 Paris cedex 06

1 Ma formule :

- ☐ Oui, je m'abonne à l'offre 100 % numérique pour 3,75 € par mois ou 45 € pour 1 an. En cadeau, je reçois le CD *Einstein et les révolutions quantiques*. J'accède aux versions numériques de *Pour la Science*, soit 12 numéros par an, en créant mon compte sur www.pourlascience.fr.
J'indique ci-dessous un e-mail valide pour recevoir mon numéro d'abonné et activer mon compte.

Mon e-mail (à remplir en majuscule – Obligatoire pour activer mon abonnement numérique)

_____ @ _____

À réception de ce bulletin, comptez un délai de 4 semaines maximum pour recevoir votre numéro d'abonné. Passé ce délai, merci de contacter le service abonnements à abonnements@pourlascience.fr

2 Mes coordonnées :

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____ Pays : _____ Tél.* : _____

* Pour le suivi client (facultatif)

3 Mon mode de règlement

- ☐ Je règle en douceur 3,75 €/mois*. Je remplis la grille d'autorisation de prélèvement ci-dessous en joignant impérativement un RIB.

* Abonnement par prélèvement valable uniquement en France métropolitaine, renouvelable à échéance par tacite reconduction et dénonçable à tout moment avec un préavis de 3 mois.

Autorisation de prélèvement automatique (France métropolitaine uniquement). J'autorise l'établissement teneur de mon compte à prélever le montant des avis de prélèvement mensuels présentés par *Pour la Science*. Je vous demande de faire apparaître mes prélèvements sur mes relevés de compte habituels. Je m'adresserai directement à *Pour la Science* pour tout ce qui concerne le fonctionnement de mon abonnement.

Titulaire du compte à débiter

Nom, Prénom : _____
N° : _____ Rue : _____
Code postal : _____ Ville : _____

Établissement teneur du compte à débiter

Établissement : _____
N° : _____ Rue : _____
Code postal : _____ Ville : _____

Compte à débiter

Établissement	Code guichet	N° de compte	Clé RIB
_____	_____	_____	_____

Date et signature (obligatoire)

Organisme créancier
Pour la Science
8 rue Férou – 75006 Paris
N° national d'émetteur : 426900

- ☐ Je règle mon abonnement numérique en une seule fois 45 €.

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

N° : _____
Expire fin : _____ Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire : _____

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe *Pour la Science*. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher cette case ☐.

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE LAC PAVIN, MONDE ÉTRANGE

Profond de 92 mètres, le lac Pavin, en Auvergne, est le seul lac de France dont les eaux profondes, anaérobies, ne se mélangent pas avec les eaux de surface. En 2010, Téséphore Sime-
Ngando et ses collègues de l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand nous présentaient ce lac de cratère et les extraordinaires communautés d'archées méthanogènes qui y vivent (voir « Les bactéries du lac Pavin », *Pour la Science*, janvier 2010, http://bit.ly/PLS387_Ngando).

Dans une nouvelle étude (*The ISME Journal*, 30 mai 2012), T. Sime-
Ngando et ses collègues se sont intéressés pour la première fois aux virus qui infectent ces archées dans les 40 premiers centimètres au fond du lac, correspondant à quelque 130 ans de sédimentation. La plupart des particules virales découvertes sont de morphologie tête-queue (phages), ce qui est habituel dans les communautés benthiques (d'eau profonde); d'autres, de formes plus atypiques (citron, bâtonnet, filament, etc.), sont des parasites des archées que l'on connaissait jusque-là seulement dans les milieux très chauds (fumeurs noirs) ou hypersalins (lagunes salées), mais pas dans l'eau douce tempérée. Les chercheurs ont aussi trouvé de nouvelles formes, tels ces virus cubiques qui n'avaient jamais été observés dans la nature. Il faudra prendre en compte ces communautés virales: elles infectent les archées méthanogènes et, de ce fait, pourraient influencer sur la production de méthane, un puissant gaz à effet de serre.

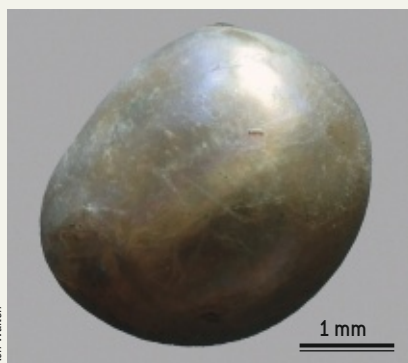
→ UN ORIENT DES PLUS ANCIENS

Le lustre et l'orient, c'est-à-dire les façons dont une perle réfléchit et diffuse la lumière, mesurent sa qualité, indiquait Christian Milet (voir « Les perles, de l'huître au bijou », *Pour la Science*, janvier 2008, http://bit.ly/PLS363_Milet). De quel orient et de quel lustre sont les très anciennes perles que Vincent Charpentier et son équipe du Laboratoire *ArScAn*, à

→ DES LACS DE MÉTHANE TROPICAUX SUR TITAN

La plus grande lune de Saturne, Titan, a des nuages, de la pluie et des lacs, mais à base de méthane et non pas d'eau. Sushil Atreya l'expliquait en 2007 et indiquait que l'on hésitait à attribuer au méthane une source biologique ou géologique (voir « Le méthane, signe de vie sur Mars et Titan », *Pour la Science*, juin 2007, http://bit.ly/PLS356_Atreya). Or Caitlin Griffith, de l'Université d'Arizona, et des collègues viennent de mettre en évidence la présence probable de lacs tropicaux sur Titan (*Nature*, 14 juin 2012). Les nuages empêchent normalement la prise d'images de la surface de Titan; mais au sein d'étroites fenêtres spectrales dans le domaine infrarouge, l'atmosphère de cette lune est suffisamment transparente pour que le spectromètre de la sonde spatiale *Cassini* puisse cartographier la surface. Les chercheurs ont ainsi relevé une région sombre mesurant environ 60 sur 40 kilomètres, qui avait déjà été repérée en 2004. L'étude des transferts du rayonnement sur cette surface indique qu'il s'agit d'un lac de méthane liquide qui ne disparaît pas pendant la saison sèche tropicale, quand les pluies de méthane sont absentes. Les chercheurs ont aussi identifié quatre autres zones similaires, sans doute également des lacs tropicaux de méthane.

Comme les lacs d'oasis du Sahara, que l'évaporation assècherait si les aquifères ne les alimentaient, le méthane des lacs titaniens est probablement d'origine souterraine. Par ailleurs, comme les ultraviolets décomposent le méthane atmosphérique en 10 à 100 millions d'années, les calculs indiquent qu'une production constante de 0,6 gramme de méthane par mètre carré et par an est nécessaire pour expliquer la météorologie à base de méthane de Titan, et notamment ses lacs tropicaux. Cette production de méthane est-elle due à un regain d'activité géologique de Titan? Et ce regain éventuel est-il lié au refroidissement de cette lune de Saturne et à la lente évolution de son orbite, comme des planétologues l'ont suggéré? D'autres observations seront nécessaires pour répondre à ces questions.



Ken Walton

Alors que l'on pensait que la pêche à l'huître perlière avait commencé il y a 5000 ans au Japon, il s'avère qu'elle se pratiquait déjà 2500 ans plus tôt dans les dangereux récifs de la côte arabe du golfe Persique. La nacre des huîtres perlières était essentielle aux gens de la région: c'est à partir des grandes valves de l'espèce *Pinctada margaritifera* qu'ils façonnaient les hameçons dont ils se servaient pour capturer petits et grands poissons (des thons!). Peut-on imaginer que c'est par la recherche de cette matière première vitale pour eux qu'étaient les valves d'huîtres que les hommes néolithiques d'Oumm al Qai-waïn en sont venus à connaître les perles d'huîtres? Si c'est le cas, l'immense industrie perlière d'aujourd'hui aurait pour origine une minuscule industrie néolithique vouée aux hameçons...

François Savatier