

8 rue Férou, 75278 PARIS CEDEX 06
Standard : Tel. 01 55 42 84 00

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice de la rédaction : Françoise Pétry

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossiers Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenet,

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Ifédayo Fadoju

Marketing : Élise Abib

Direction financière : Anne Gusdorf

Direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Jérôme Jalabert assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques : Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro :

Jean-Pol Beauthier, Serge Berthier, Domitille Boudard,

Bettina Debù, Rafael Garcia, Guillaume Lecointre,

Anne Masé, Liliane Moens, Christophe Pichon,

Daniel Tacquenet, Richard Taillat.

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Nada Mellouk-Raja

Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Fax : 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

<http://tinyurl.com/abonnements-pourlascience>

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale :

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris cedex 06

Commande de livres ou de magazines :

0805 655 255 (numéro vert)

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

Contact kiosques : À Juste Titres ; Benjamin Boutonnet

Tel. : 04 88 15 12 41

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal,
Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

SCIENTIFICAMERICAN Editor in chief : Mariette DiChristina. Editors : Ricky Rusting, Philip Yam, Gary Stix, Davide Castelvecchi, Graham Collins, Mark Fischetti, Steve Mirsky, Michael Moyer, George Musser, Christine Soares, Kate Wong. President : Steven Inchcoombe. Vice President : Frances Newburg.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins - 75006 Paris).



de **Françoise Pétry** directrice de la rédaction

Spéculations

Le philosophe spéculé. Le financier spéculé. Dans la conjoncture actuelle, le terme a une connotation particulièrement négative pour le second. Mais c'est aussi le cas pour le philosophe que l'on imagine s'adonner à un exercice de style ou à une réflexion gratuite, une « dispute » rhétorique sans réel enjeu. Que dire du scientifique qui spéculé ? En science, une spéculation serait une hypothèse difficile à tester.

Et si elle n'était pas testable ? C'est bien la difficulté dans certains domaines, notamment en cosmologie, où seules les observations permettent de confirmer les théories proposées. Que dire de l'hypothèse de l'univers multiple ? Pour certains, le multivers représente un « pari raisonnable », pour d'autres non, même s'ils concèdent que le concept aide à réfléchir à la nature de l'Univers et à la méthode scientifique (*voir Les multivers existe-t-il ?*, page 50). L'hypothèse et la spéculation sont donc utiles en science.

Le terme a une connotation négative.

L'hypothèse — et, avec elle, la méthode hypothético-déductive — est le moteur de la démarche scientifique. Par exemple, les neuroscientifiques étaient persuadés que les cellules de la vision étaient aussi celles qui commandent la régulation du sommeil et de l'éveil. Mais ils ont observé que des souris aveugles ont, comme toutes les autres, des activités qui respectent l'alternance du jour et de la nuit. Ils en ont déduit que d'autres cellules de la rétine sont impliquées dans le rythme circadien (*voir Les cellules oubliées de l'œil*, page 70).

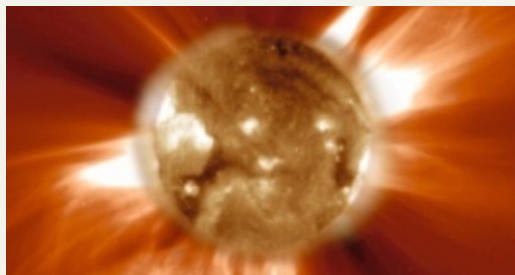
De même, la bactérie *Listeria* infecte l'organisme comme beaucoup d'autres. Mais elle a des conséquences spécifiques et graves chez certaines personnes. En tirant les fils de l'écheveau des gènes et des protéines de la bactérie, les biologistes ont mis en évidence une panoplie originale de stratégies visant à déjouer le système de défense de l'organisme (*voir Les multiples stratégies de Listeria*, page 42).

Selon le philosophe Henri Bergson (1859-1941) : « La spéculation est un luxe, tandis que l'action est une nécessité » (*L'évolution créatrice*, 1907). Le philosophe réfléchit — serait-ce le luxe envisagé par Bergson ? —, le financier agit, achetant et vendant des valeurs — mais est-ce vraiment une nécessité ? — et le scientifique réfléchit et agit, luxe et nécessité !

- 1 **ÉDITO**
 4 **BLOC-NOTES**
Didier Nordon

Actualités

- 6 **La Lune soufflée
 par des bourrasques
 solaires**



- 9 **La marche a débuté
 sous l'eau**
 10 **Molécule plus complexe,
 bouquet plus riche**
 11 **Le bouton d'or : briller
 pour attirer les abeilles
 ... et bien d'autres sujets.**

- 13 **ON EN REPARLE**

Opinions

- 14 **POINT DE VUE**
**Conférence de Durban :
 un non-événement ?**
Christian de Perthuis
 15 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
**Le défi de la réintroduction
 de végétaux disparus**
Stéphane Buord
 18 **VRAI OU FAUX**
**Les fruits et légumes
 surgelés sont-ils sains ?**
N. Frisicale et J.-M. Lecerf
 19 **COURRIER DES LECTEURS**

Deux encarts publicitaires « Dialog marketing » et « Ellipses » sont posés en 4^e de couverture de l'édition abonnés France. Ce numéro comporte également sur la totalité du tirage deux encarts d'abonnement Pour la Science brochés, une offre d'abonnement Pour la Science en p. 24 et une sélection de livres Pour la Science/Belin/Le Pommier en p. 76. En couverture : © Shutterstock/Flaxy

À LA UNE

20 **MÉTROLOGIE** **Temps universel : faut-il supprimer les secondes intercalaires ?**

D. Finkleman, S. Allen, J. Seago, R. Seaman et K. Seidelmann

Le temps indiqué par les horloges s'est toujours calé d'une façon ou d'une autre sur les mouvements de la Terre et du Soleil. Mais cette référence astronomique pourrait être abandonnée.



28 **PALÉONTOLOGIE** **L'ours spéléologue**

Jean-Marc Elalouf et Valérie Féruglio

Véritable musée de l'ours des cavernes, la grotte Chauvet nous permet de nous représenter cette espèce disparue et d'étudier son mode de vie ainsi que son génome.



34 **PHYSIQUE** **Les isolants de Mott, des conducteurs bloqués**

Antonio Tejada et Arantzazu Mascaraque

Certains conducteurs électriques deviennent isolants quand on modifie la pression ou la température. Les physiciens tentent de mieux comprendre ce phénomène en l'étudiant sur des matériaux bidimensionnels.

42 **BIOLOGIE CELLULAIRE** **Les multiples stratégies de *Listeria***

Alice Lebreton, Hélène Bierne et Pascale Cossart

Listeria, la « bactérie des frigos », responsable de la listériose, infecte les cellules en détournant leurs fonctions et en déjouant le système immunitaire.

50 COSMOLOGIE Le multivers existe-t-il ?

George Ellis

L'idée d'univers parallèles radicalement différents du nôtre est séduisante, mais excessivement spéculative.

58 ÉTHOLOGIE Les cris des plongeurs, des messages codés

W. Piper, J. Mager et C. Walcott

Des oiseaux du grand Nord américain, les plongeurs huard, ont un cri remarquable. Il leur sert à signaler à leurs rivaux qu'ils sont prêts à défendre farouchement leur territoire.



66 MÉDECINE LÉGALE Un bras dans la glace

Colleen Fitzpatrick

De nouvelles techniques d'analyse d'empreintes digitales et d'ADN ont permis d'identifier le propriétaire d'un bras retrouvé 60 ans après une catastrophe aérienne.



70 NEUROSCIENCES Les cellules oubliées de l'œil

Ignacio Provencio

L'alternance de l'éveil et du sommeil est contrôlée par des cellules sensibles à la lumière situées dans l'œil. Leur étude pourrait conduire à de nouveaux traitements de la dépression saisonnière et autres troubles de l'humeur liés à un manque de lumière.

Regards

- 78 **HISTOIRE DES SCIENCES**
L'affaire Hubble-Lemaître résolue
Dominique Lambert
Dans la traduction en anglais d'un article de l'astronome Georges Lemaître, un paragraphe a disparu, où il donne les prémisses de la constante de... Hubble. Omission de plein gré ou imposée ?
- 82 **LOGIQUE & CALCUL**
La conjecture du carré inscrit
Jean-Paul Delahaye
Placer sur une courbe fermée quatre points formant les coins d'un carré est presque toujours possible. C'est bien, mais comment se débarrasser du « presque » ?
- 88 **ART & SCIENCE**
Vermeer, la carte et le castor
Loïc Mangin
- 90 **IDÉES DE PHYSIQUE**
Lire un disque avec des toupies électroniques
Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik
- 93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**
Des succulences à foison
Hervé This
- 94 **À LIRE**

Rendez-vous sur **SCIENCE.fr**

» Plus d'informations

- L'intégralité de votre magazine en ligne
- Des actualités scientifiques chaque jour
- Plus de 5 ans d'archives
- L'agenda des manifestations scientifiques

» Les services en ligne

- Abonnez-vous et gérez votre abonnement en ligne
- Téléchargez les articles de votre choix
- Réagissez en direct
- Consultez les offres d'emploi

www.pourlascience.fr

→ MISANTHROPOPHAGE

Un misanthrope anthropophage, voilà qui est étonnant – je veux dire, étonnant quant à la formation des mots. Misanthrope : le substantif *anthropos*, homme, suit le verbe *misein*, haïr, dont il est complément. Anthropophage : ce même substantif précède le verbe *phagein*, manger, dont il est complément. Dans quel ordre le grec mettait-il donc le verbe et son complément ?

Un philanthrope anthropologue n'est pas moins étonnant – je parle toujours de formation des mots. Philanthrope se compose de deux substantifs : le déterminant *anthropos* suit le déterminé *philos*, ami. Anthropologue se compose aussi de deux substantifs, mais le déterminant *anthropos* précède le déterminé *logos*, discours. Dans quel ordre le grec mettait-il donc le déterminant et le déterminé ?

Ces questions sont sans doute faciles. Mais je n'ai d'autres connaissances du grec ancien que celles devinées en observant les mots français qui en dérivent. Visiblement, ce n'est pas suffisant.



→ VÉRITÉS ERRANTES

Tout porte à penser que la matière a existé avant les hommes, et existera après eux. Les mathématiques me semblent moins durables. J'ai peine à

admettre, par exemple, que le triangle, dans sa pureté géométrique, existe sans hommes pour l'imaginer : je doute que les dinosaures aient élaboré l'idée de côté sans épaisseur et de sommet sans dimension ; je doute que les bactéries qui, peut-être, se perpétueront après nous garderont la mémoire de nos conceptions géométriques.

Tous les mathématiciens ne l'entendent pas ainsi. « Un théorème correct et une démonstration correcte survivront à leur auteur, à l'espèce humaine et même à l'univers physique. [...] [Une affirmation mathématique] est vraie indépendamment de toute élaboration humaine ou même matérielle, et elle sera sûrement vraie même lorsque l'Univers dans lequel nous l'avons observée aura cessé d'exister », déclare le mathématicien Don Zagier [catalogue de l'exposition *Mathématiques – Un dépaysement soudain*]. Qu'on me permette de préférer un réalisme sommaire. Les idées ne sont pas éternelles, parce qu'elles n'ont d'existence nulle part ailleurs que dans des cerveaux. Se demander si les éventuelles abstractions mathématiques forgées par des extraterrestres ressemblent aux nôtres peut être stimulant, quoique fort spéculatif. Mais imaginer des vérités errant toutes seules dans le vide laissé par l'Univers disparu, n'est-ce pas pousser l'idéalisme jusqu'au saugrenu ?

→ INACCESSIBLE OBJECTIVITÉ

« Les hommes sont mauvais », disent les uns. « Les hommes sont bons », rétorquent les autres. Derrière leur désaccord, ces juges ont un point commun : tous sont hommes. Ils ne sont donc pas seulement juges, ils sont aussi parties. Cela les disqualifie.

Seuls les êtres n'ayant nul contentieux avec les hommes ont l'impartialité voulue pour porter un jugement équitable sur ceux-ci. En existe-t-il ? Oui, sans doute, au

fin fond des abysses océaniques. Encore faut-il que, plus malines que nous, ces espèces animales aient réussi à nous observer, nous, les hommes, alors même que nous ne les avons pas découvertes, donc pas bousculées.

Pas de neutralité à attendre non plus de la part des martiens, sélénites et autres extraterrestres. Ils interviennent trop souvent dans nos romans de science-fiction et nos extrapolations philosophiques pour ne pas être tantôt flattés, tantôt fâchés, par les attitudes et aptitudes que nous n'hésitons pas à leur prêter. Eux aussi ont tissé avec nous des relations qui les empêchent d'être objectifs à notre égard.

Alors ? Les hommes sont-ils bons ? Sont-ils mauvais ? J'ai ma petite idée là-dessus, mais la déontologie m'interdit d'en faire état publiquement, puisque je suis juge et partie.



→ JE EST UN AUTRE

Pour éviter d'écrire « je », beaucoup d'auteurs emploient le « nous de modestie ». Mais celui-ci n'a que des défauts. D'abord, il est mal nommé : on peut dire « je » et être humble, comme on peut dire « nous » et être prétentieux. Ensuite, il ajoute des difficultés artificielles à la

lecture. Par exemple, dans une phrase comme « Une telle conception ne nous paraît pas satisfaisante », « nous » peut, selon les contextes, désigner l'humanité actuelle, qui n'accepte plus telle conception autrefois admise ; il peut aussi désigner les Français, ou bien les Occidentaux, ou encore une majorité parmi ceux-ci, majorité au sein de laquelle l'auteur peut, ou non, se ranger... Dans le livre où je l'ai lu, « nous » signifie en fait « je » et est polémique : l'auteur rejette vivement une conception largement dominante. Mais, à d'autres pages, « nous » prend un autre sens. À ne pas dire « je », l'auteur sème de la confusion, donc augmente les risques de faux sens.

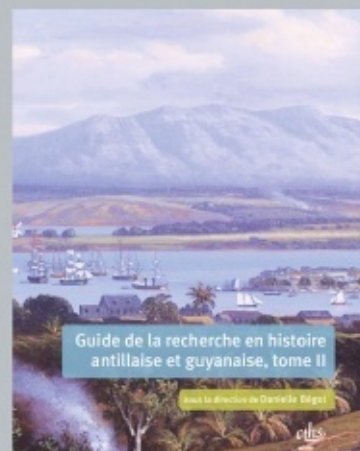
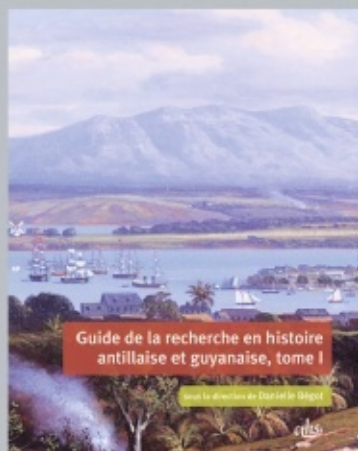
Enfin, dire « nous » au lieu de « je », c'est cautionner la bureaucratie. Si j'écris une ânerie en me cachant derrière un « nous », j'aurai plus de faux-fuyants pour ne pas en répondre que si j'avais dit « je ». Je pourrai prétendre qu'on m'a mal compris ; ce n'est pas moi qui m'exprimais : je me faisais juste l'écho d'une conception que je ne partage pas. Or un des aspects exaspérants de la bureaucratie est que personne n'est jamais responsable de rien. Elle est un « nous » contre lequel l'individu se heurte et ne trouve pas d'interlocuteur.

Auteurs, penseurs, thésards, chercheurs, rapporteurs, éditorialistes et autres chroniqueurs – résistez à la bureaucratie : dites « je » ! ■



Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

la plus importante collection d'instruments de travail
pour la recherche en sciences humaines



Guide de la recherche en histoire antillaise et guyanaise Guadeloupe, Martinique, Saint-Domingue, Guyane XVII^e-XXI^e siècle

sous la direction de Danielle Bégot

tome I : 680 p., tome II : 296 p., 17 x 22 cm

ISBN 978-2-7355-0763-4

55 €

Original et attendu, cet ouvrage porte sur une histoire en grande partie construite de façon récente et qui reste encore en cours d'élaboration. Périodisations et catégories utilisées pour d'autres lieux, en particulier les histoires européennes anciennement constituées, ne sont donc pas toujours opérationnelles, ou ne le sont qu'au risque d'une perte de sens. Plus encore, à la vision traditionnelle des terres coloniales d'Amérique perçues depuis la « métropole », s'est superposé depuis quelques années un déplacement du point de vue. Les thématiques, toujours traitées par des spécialistes de la question, répondent à une option dynamique, qui reflète les enrichissements successifs, les virages récents de cette histoire et ses enjeux. S'appuyant sur un important dépouillement de sources et d'études, insistant sur la méthodologie, cette vingtaine de contributions offre un état de la recherche, de ses acquis, de ses perspectives. Destiné aux étudiants, aux chercheurs, à tous ceux intéressés par le sujet, ce *Guide* constitue un préalable indispensable à tout travail et toute réflexion sur l'histoire antillaise et guyanaise.

Danielle Bégot, qui coordonne l'ouvrage, est professeure des universités. Fondatrice et longtemps directrice du laboratoire Archéologie industrielle, Histoire et Patrimoine à l'université des Antilles et de la Guyane, elle est secrétaire de la Société d'histoire de la Guadeloupe et ancienne présidente de l'Association des historiens de la Caraïbe.



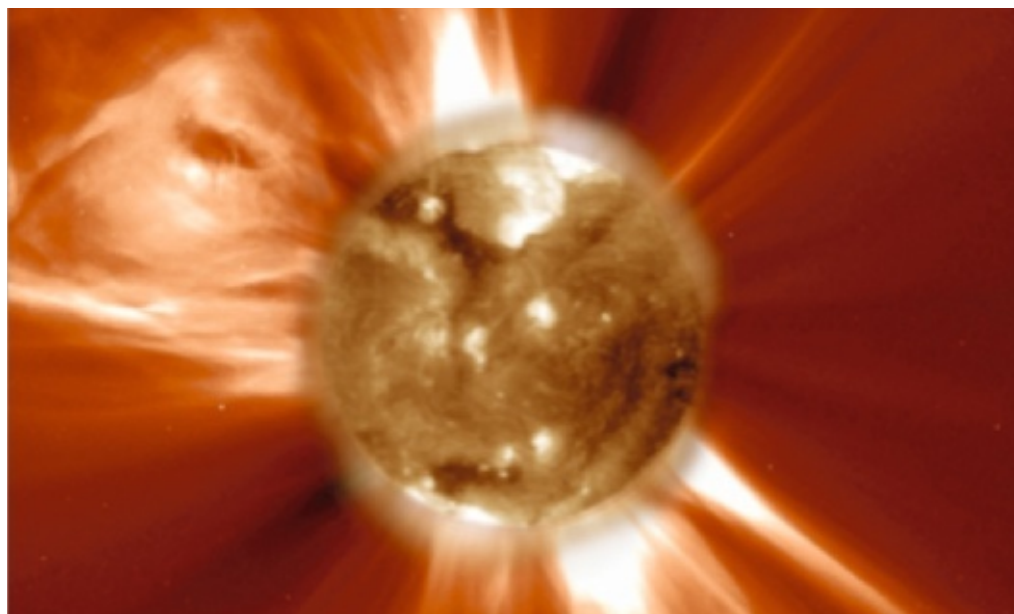
* ventes@cths.fr * vente en librairie ou sur notre site : www.cths.fr * Distribution SODIS *

Planétologie

La Lune soufflée par des bourrasques solaires

Chaque nuage de particules énergétiques éjectées par le Soleil arracherait plusieurs centaines de tonnes de matière à la surface de la Lune.

Une éjection de masse coronale observée le 7 août 2002 par le satellite SOHO, en orbite autour du Soleil. Selon des simulations numériques, une telle bourrasque de particules chargées, en atteignant la Lune, y soulèverait une masse importante de poussière.



SOHO (ESA & NASA)

Faute d'atmosphère, aucun vent ne balaye la surface de la Lune. Aucun, sauf les bourrasques de particules chargées éjectées par le Soleil lors des éruptions qui l'agitent régulièrement. Des simulations numériques de l'équipe de Rosemary Killen, du Centre de vols spatiaux Goddard de la NASA, montrent que chacun de ces nuages de particules énergétiques arrache à la surface de la Lune plusieurs centaines de tonnes de poussière.

Les éruptions solaires, ou éjections de masse coronale, propulsent dans l'espace des nuages de plasma – mélange de gaz ionisé et d'électrons – à grande vitesse (entre 100 et 2 500 kilomètres par seconde). Elles se distinguent du vent solaire, qui est un flux de particules émis à faible vitesse. Le champ magnétique terrestre nous protège en partie de ces éruptions en déviant les particules vers les pôles, où elles pénètrent dans l'atmosphère et engendrent les aurores boréales et australes.

La Lune, quant à elle, est dépourvue de champ magnétique et n'est pas protégée par celui de la Terre. Les particules des éjections de masse coronale percutent ainsi sa surface de plein fouet. Elles arrachent les grains de poussière les plus légers sous l'effet de chocs mécaniques, mais aussi sous l'effet de forces électrostatiques, la poussière étant ionisée par le rayonnement solaire. L'équipe de R. Killen a estimé grâce à ses simulations numériques que la Lune perd ainsi entre 100 et 200 tonnes de matière lors de chaque impact, qui dure en moyenne deux jours.

Les éjections de masse coronale érodent bien plus efficacement la surface lunaire que le vent solaire, car elles sont plus denses et plus rapides. En outre, des données satellitaires montrent qu'elles sont enrichies en ions d'hélium, lesquels représentent environ 20 pour cent du flux de particules, contre quatre pour cent pour le vent solaire (le reste étant principalement de l'hydrogène). Or les ions d'hélium, quatre fois plus mas-

sifs que les ions d'hydrogène et deux fois plus chargés, ont un effet abrasif plus important. Il n'est toutefois pas fréquent qu'un nuage de plasma frappe la Lune : ce fut le cas deux fois en 2010 et six fois en 2011. Avec le pic d'activité solaire prévu pour mai 2013, ces événements pourraient se multiplier.

Les éjections de masse coronale auraient aussi des conséquences pour certaines planètes. Ainsi, Mars, elle aussi dépourvue de champ magnétique global, n'est pas protégée contre les bombardements de particules chargées. En revanche, la planète rouge est dotée d'une atmosphère assez dense d'environ 200 kilomètres d'épaisseur. Les nuages de plasma éjectés par le Soleil en arrachent sans doute une partie des couches supérieures. En 2013, la sonde MAVEN (*Mars Atmosphere and Volatile Evolution*) de la NASA étudiera l'impact des éruptions solaires sur l'atmosphère de Mars.

→ Sean Bailly

R. Killen et al., *Journal of Geophysical Research Planets*, à paraître

Éthologie

Les pigeons, numériquement compétents



Quelques-uns des motifs utilisés pour tester la capacité des pigeons à attribuer un ordre numérique à des images.

Damian Scarfe

Les pigeons comptent aussi bien que des primates non humains, en l'occurrence des macaques rhésus. Damian Scarfe et deux collègues de l'Université d'Otago, en Nouvelle-Zélande, l'ont montré en effectuant sur des pigeons des expériences de même type que celles réalisées en 1998 sur les macaques. Ils ont entraîné des pigeons à réagir dans l'ordre numérique croissant à 35 trios d'images contenant un, deux et trois motifs. Puis ils les ont testés avec des paires de nouvelles images contenant un à neuf éléments, ces éléments étant soit des motifs déjà utilisés dans l'étape d'apprentissage, soit des motifs nouveaux. Les performances étaient similaires à celles des macaques. Les oiseaux réagissaient dans l'ordre correct aux paires présentées, avec un taux de réussite allant jusqu'à 90 pour cent (plus de 70 pour cent pour les paires de deux éléments nouveaux). Cette étude confirme que les oiseaux ont de nombreuses capacités, telle l'utilisation d'outils, qui étaient considérées il n'y a pas si longtemps comme l'apanage des primates.

→ Maurice Mashaal

D. Scarfe et al., *Science*, vol. 334, p. 1664, 2011

En bref

LOI D'OHM POUR NANOFILS

On pensait que des effets quantiques limiteraient la miniaturisation des composants électroniques : pour des tailles inférieures à une dizaine de nanomètres, la résistivité des matériaux augmenterait en flèche. Or l'équipe australo-américaine de Michelle Simmons a fabriqué des nanofils de silicium dopé au phosphore ayant une largeur variant entre 1,5 et 11 nanomètres et qui ne semblent pas subir ces effets. Leur résistivité suit la loi d'Ohm classique, ce qui laisse espérer une miniaturisation supplémentaire de l'électronique classique.

DES CHIMPANZÉS AVERTIS

Face à un danger, un chimpanzé estime si ses congénères en sont conscients ou non et les avertit de façon sélective. C'est ce qu'ont montré Catherine Crockford, de l'Université de Saint Andrews, au Royaume-Uni, et ses collègues. Ils ont observé 33 chimpanzés sauvages, confrontés à un serpent. Si le chimpanzé qui remarque le serpent a auparavant vu ses congénères détecter le reptile ou entendu leurs cris d'alarme, il émet moins de cris lui-même.

PETITES COMME LA TERRE

Le télescope *Kepler* a découvert les premières planètes extrasolaires de la taille de la Terre, autour de l'étoile Kepler-20. Avec un rayon de 5 550 kilomètres, Kepler-20e est un peu plus petite que Vénus, tandis que Kepler-20f, dont le rayon est de 6 570 kilomètres, est à peine plus grande que la Terre. Pas d'espoir qu'elles soient habitables, cependant : ces deux planètes, de périodes orbitales de 19,6 et 6,1 jours respectivement, sont chauffées à blanc par leur étoile !

Archéologie

Angkor, débordé par les aléas climatiques

Du XI^e au XV^e siècle, au Cambodge, la civilisation khmère a développé Angkor, le plus important complexe urbain de l'ère préindustrielle. Puis elle a sombré dans l'oubli.

Plusieurs facteurs ont été proposés pour expliquer ce déclin : guerres, surpopulation, contraintes écologiques... Pour y voir plus clair, Mary Beth Day, de l'Université de Cambridge, en Grande-Bretagne, et ses collègues ont étudié les sédiments d'un réservoir d'eau. Ces travaux confortent la thèse du rôle joué par les fluctuations climatiques et suggèrent que les Khmers ont été en quelque sorte dépassés par les événements.

Le site d'Angkor est parsemé de canaux, de douves, de digues et de bassins qui constituaient un important système de collecte et de distribution de l'eau. L'un des plus grands réservoirs est le baray occidental, un bassin de huit kilomètres de longueur et deux de largeur. Les sédiments étudiés ont été prélevés au fond de ce bassin, dans une carotte de deux mètres de longueur correspon-



Loïc Mangin

Angkor Vat, l'un des plus célèbres temples d'Angkor

dant à environ 1 000 ans d'histoire. Qu'ont-ils révélé ?

Les rapports isotopiques du strontium, les taux de sédimentation, la densité des sédiments et leur couleur (qui reflète leur teneur en composés organiques) montrent que le baray occidental a reçu notablement moins de sédiments et d'eau à partir du XIV^e siècle, au moment du début du déclin de l'Empire khmer. Les analyses sédimentaires corroborent aussi les épisodes de sécheresses (aux XIV^e et XV^e siècles) qui avaient été déduits de l'étude

de cernes d'arbres au Vietnam. Ces événements ont alterné avec des périodes de pluie inhabituellement intenses.

D'autres observations sur le site révèlent que l'entretien du système hydraulique n'a pas été suffisant au regard des modifications climatiques et hydrologiques. Ainsi, M. B. Day en déduit que, face à la variabilité extrême du régime météorologique, les Khmers n'ont pas su adapter leur réseau hydraulique, pourtant très élaboré.

→ Loïc Mangin

M. B. Day et al., *PNAS*, à paraître, 2012

En bref

INVISIBILITÉ TEMPORELLE

Moti Fridman et ses collègues de l'Université Cornell, aux États-Unis, ont rendu un bref événement indétectable par un faisceau lumineux parcourant une fibre optique. L'événement en question était une impulsion laser superposée au faisceau. En divisant provisoirement ce dernier en deux composantes se propageant à des vitesses un peu différentes, les physiciens y ont créé un «trou temporel». Lorsque l'impulsion était émise durant ce «trou», elle n'influait plus le faisceau.

PRÉCOCES ASYMÉTRIES

Une équipe franco-belge de paléoanthropologues a montré que nous partageons avec les hommes préhistoriques et les grands singes africains certaines asymétries cérébrales que nous aurions héritées de notre dernier ancêtre commun. Cela remet en cause les schémas usuels d'évolution cognitive, puisqu'on pensait que ces asymétries étaient apparues plus tardivement chez les hommes et qu'elles étaient liées, entre autres, à l'acquisition du langage.

Écologie

Un tiers des poissons pour les oiseaux marins

Une équipe de chercheurs de huit pays, menée par Philippe Cury, de l'IRD (Institut de recherche pour le développement), et Ian Boyd, de l'Université de Saint Andrews, vient de publier une étude qui évalue empiriquement les besoins alimentaires des populations de 14 espèces d'oiseaux de mer, dans sept écosystèmes marins à travers le monde. Les résultats fournissent un ordre de grandeur de la masse minimale de proies (petits poissons et krill) dont les populations d'oiseaux de mer doivent disposer pour ne pas périr : environ un tiers de la biomasse totale.

Alors que la pêche prélève de plus en plus de petits poissons (sardines, anchois, etc.), les oiseaux marins ont de moins en moins de proies. Dans quelle mesure les populations de ces prédateurs en souffrent-elles ? Ph. Cury et ses collègues ont pu préciser le lien entre l'alimentation disponible pour les oiseaux marins et leur succès reproductif. Ils ont examiné des ensembles de données relatives à sept écosystèmes marins, sur neuf sites, couvrant parfois plusieurs décennies et touchant 14 espèces d'oiseaux marins dont le régime alimentaire repose principalement sur le poisson.

L'analyse statistique des données a mis au jour un effet de seuil : lorsque les stocks de poissons sont inférieurs au tiers des valeurs maximales, les nombres de poussins chutent brutalement, quels que soient les sites et les espèces d'oiseaux considérés. Au-dessus de ce seuil d'abondance de nourriture, le succès reproductif n'augmente pas ou presque pas, d'autres facteurs limitants entrant en jeu, tels que la saturation des sites de nidification.



Un macareux moine et sa prise. Les oiseaux marins et les pêcheurs sont en compétition. Pour préserver les populations des premiers et la santé des écosystèmes marins, un tiers de la biomasse totale des petits poissons devrait leur être réservé.

Cette vaste étude montre que la surpêche nuit à la survie des prédateurs supérieurs, du moins les oiseaux marins. Elle a l'intérêt de fournir un chiffre de référence – épargner au moins un tiers de la masse du poisson fourrage – qui peut servir de guide à une gestion durable des pêcheries.

→ M. M.

P. M. Cury et al., *Science*, vol. 334, pp. 1703-1706, 2011

Physique des particules

Boson de Higgs à l'horizon

Le 13 décembre 2011, les porte-paroles des deux principales équipes travaillant auprès du LHC, le grand collisionneur de hadrons du CERN à Genève, ont présenté leurs résultats sur la recherche du boson de Higgs : des signaux pourraient correspondre à cette particule, dont la masse serait alors comprise, en unités d'énergie, entre 124 et 126 gigaélectronvolts.

Le boson de Higgs est un élément clef du modèle standard, la théorie qui décrit les particules élémentaires et leurs interactions, mais il n'a jamais été observé.

Le LHC, mis en service en 2008, a été conçu pour le découvrir. Dans ce collisionneur, les protons accélérés acquièrent une énergie de 3 500 gigaélectronvolts. Chaque collision entre deux protons, avec une énergie totale de 7 000 gigaélectronvolts, produit plus d'une centaine de particules et est susceptible de créer un boson de Higgs, qui se désintègre rapidement, en deux photons par exemple. Les physiciens reconstituent le scénario de chaque collision à partir de tous ceux qui sont possibles et de leurs probabilités, ainsi que des données enregistrées

par les ensembles de détecteurs ATLAS et CMS. Les collisions produisant un boson de Higgs sont, en théorie, très rares : une dizaine, sur près de 400 000 milliards pour la seule année 2011.

Les expériences ATLAS et CMS ont toutefois repéré un signal qui pourrait être celui du boson de Higgs avec un risque d'erreur de 1/1 000 pour ATLAS et 1/100 pour CMS. Pour confirmer la découverte, les deux expériences vont continuer à enregistrer des collisions. La réponse définitive est espérée d'ici la fin de l'année 2012.

→ S. B.



Le détecteur ATLAS du LHC lors de sa construction.

Archéologie

La Dame de Villers-Carbonnel

Pour reconstituer un corps de femme à partir de morceaux épars dans la boue d'une fosse, il faut être... archéologue. Lors de fouilles préventives sur le tracé du futur canal Seine-Nord Europe, les archéologues de l'INRAP ont ainsi reconstitué une statuette portant désormais le nom de Dame de Villers-Carbonnel.

Les 21 fragments de cette vénus néolithique se trouvaient dans un four effondré sur un site du Chasséen (période allant de 4200 à 3500 avant notre ère). Haute de 21 centimètres, elle a été modelée dans une plaque d'argile rectangulaire. Comme souvent chez les vénus de la Préhistoire, les fesses sont proéminentes. Les hanches larges et accentuées amplifient le contraste entre le bassin et la taille. Si le sexe n'est pas représenté, les seins le sont par deux petites boules de pâte étirées. Esquissés par deux bourrelets au niveau des épaules, les bras ne sont pas réellement figurés, ni les mains, tandis que la tête, stylisée et sans visage, est constituée par un simple cône. Le Chasséen n'avait livré jusqu'à présent que peu de vénus, et aucune dans un style aussi abstrait que celui de la Dame de Villers-Carbonnel. C'est bien là ce qui fait son intérêt.

→ François Savatier

La Dame de Villers-Carbonnel de face, de profil et de dos. La statuette a été cuite dans un four contenant des cendres, d'où la couleur sombre. Elle semble avoir été façonnée rapidement et assez grossièrement, suivant des conventions de représentation sans doute familières aux habitants du village chasséen où elle a été retrouvée.



Dominique Bessier/INRAP

Astrophysique

Géante rouge, cœur rapide

Les étoiles tournent sur elles-mêmes, mais tournent-elles d'un bloc ? Une équipe incluant des chercheurs du CEA et de l'Observatoire de Paris vient de montrer par sismologie stellaire que le cœur des étoiles géantes rouges tourne en moyenne dix fois plus vite que leur enveloppe. Une géante rouge est une étoile qui a épuisé l'hydrogène présent dans son cœur. Elle se dilate alors et se refroidit, tandis que son cœur se contracte. La conservation du moment cinétique implique que le cœur tourne plus vite que l'enveloppe, mais cela n'avait jamais été vérifié. L'étude des vibrations de la surface des étoiles permet de caractériser leur intérieur. La rotation des différentes couches, notamment, imprime des motifs caractéristiques dans le signal des modes de vibration observables. Les chercheurs ont ainsi déduit des mesures du satellite américain *Kepler* le profil de rotation en fonction de la profondeur de trois géantes rouges plus massives que le Soleil : leur cœur tourne en quelques semaines alors que l'enveloppe tourne en plusieurs mois.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

P. Beck et al., *Nature*, vol. 481, pp. 55-57, 2012

Évolution

La marche a débuté sous l'eau

La marche et saute sous l'eau... à l'aide de ses nageoires : ainsi se déplace *Protopterus annectens*, ont montré Heather King et ses collègues de l'Université de Chicago. En étudiant ce dipneuste africain, un poisson sarcoptérygien (à poumons), ils espéraient répondre à une question ancienne : comment les premiers tétrapodes – les premiers animaux vertébrés qui ont marché sur le sol – sont-ils apparus ? En d'autres termes, dans quel ordre les caractéristiques associées à la marche sont-elles apparues au cours de l'évolution ?

Les dipneustes sont, dans l'arbre de l'évolution des espèces actuelles, un groupe frère des tétrapodes. Ils présentent en outre plusieurs traits communs avec des fossiles des premiers tétrapodes, tels des poumons alvéolés et fonctionnels et deux paires de membres (ici des nageoires) très mobiles. Ces similitudes suggèrent que ces traits sont apparus plus tôt, chez un ancêtre commun des dipneustes et des tétrapodes. De même, si des similitudes de locomotion existent, elles pourraient renseigner sur l'ordre d'apparition des principales caractéristiques de la marche : le passage de la vie aquatique à la vie terrestre, l'apparition de membres munis de doigts, la locomotion sur une surface solide en soulevant le corps et la propulsion par alternance des membres inférieurs.

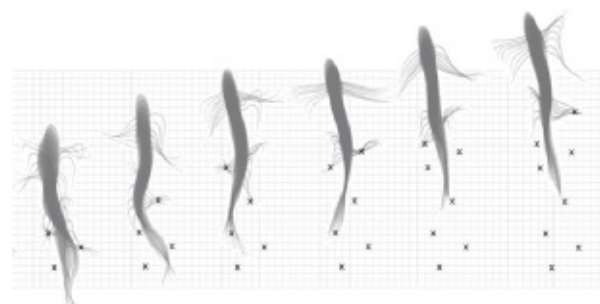
En filmant les mouvements du dipneuste, les biologistes de Chi-

cago ont observé qu'il se déplace en prenant appui sur le sol avec ses nageoires pelviennes, parfois l'une après l'autre, parfois de façon synchrone. Par contraste, le coelacanthé, un cousin des dipneustes et des tétrapodes dans l'arbre de l'évolution, ne s'appuie pas sur le sol pour avancer, mais se déplace lui aussi en actionnant ses nageoires alternativement.

Un scénario semble ainsi se dessiner : certains des premiers sarcoptérygiens se seraient mis à se propulser par alternance des nageoires. Puis un ancêtre commun des dipneustes et des tétrapodes, mais pas du coelacanthé, aurait utilisé le sol comme appui. Les membres munis de doigts et le passage à la vie terrestre seraient apparus plus tard, chez les tétrapodes.

Il n'est pas exclu que ces caractères communs soient apparus dans chaque groupe après leur séparation évolutive. La prochaine étape sera donc de comparer les traces laissées par les dipneustes actuels aux plus anciennes traces de locomotion sur le sol. Ces traces fossilisées datent du Dévonien, il y a environ 400 millions d'années, époque où les dipneustes se sont séparés des tétrapodes. Elles ressemblent à celles des quadrupèdes et bipèdes actuels. Ont-elles été imprimées par des nageoires ou par des pattes ?

→ Marie-Neige Cordonnier

H. M. King et al., *PNAS*, en ligne, 12 décembre 2011

H. M. King et al., PNAS

Protopterus annectens, un dipneuste africain long d'une vingtaine de centimètres, se déplace en prenant appui sur le substrat avec ses nageoires inférieures, ici en les alternant (croix).

En bref

CHENILLES MIMÉTIQUES

Keith Willmott, de l'Université de Floride, et deux collègues ont découvert que certaines chenilles de papillons d'Équateur arborent un même motif de couleurs vives (un corps jaune et des extrémités bleues) alors qu'elles appartiennent à des espèces distinctes. Au moins une espèce signale ainsi sa toxicité ; certaines des autres espèces ont acquis la même livrée par mimétisme, sans être elles-mêmes toxiques. Un tel mimétisme est rarissime chez les chenilles, beaucoup moins chez les papillons adultes.

MOINS DE LATIN BOTANIQUE

Depuis le 1^{er} janvier 2012, les botanistes ne sont plus obligés de publier les descriptions de nouveaux taxons en latin. Ils peuvent aussi le faire en anglais. Cette décision prise lors du dernier Congrès international de botanique, en juillet 2011, devrait faciliter l'enregistrement de nouvelles espèces et rendre les descriptions plus précises, la maîtrise du latin se faisant rare. En outre, il est désormais autorisé de publier ces descriptions dans des livres ou revues électroniques.



Une molécule de structure complexe évoque plus de notes olfactives qu'une molécule de structure simple. En outre, les molécules de structure simple ont des odeurs plus désagréables.

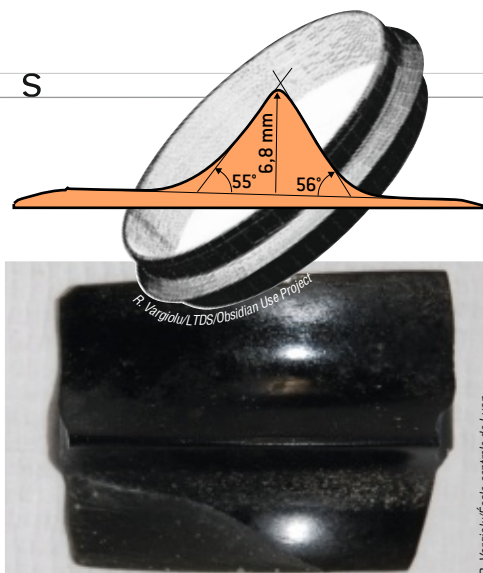
Archéologie

Un fin polissage vieux de 10 000 ans

En 1995, un fragment de bracelet en obsidienne verte, polie à la main au VIII^e millénaire avant notre ère, était mis au jour en Cappadoce dans le village néolithique d'Asikli Höyük. C'est le plus ancien bracelet en obsidienne connu à ce jour. Laurence Astruc, de l'Institut français d'études anatoliennes d'Istanbul (CNRS) et le physicien Roberto Vargiolu, de l'École centrale de Lyon, viennent de montrer que la maîtrise des artisans qui ont réalisé ce bracelet vaut celle de l'industrie mécanique de pointe actuelle.

Asikli Höyük est un village du tout début du Néolithique (Néolithique précéramique). Ses premières maisons en briques crues ont été construites par des chasseurs-cueilleurs, qui commençaient à pratiquer la culture. Leurs armes et outils étaient taillés dans l'obsidienne.

Le fragment de bracelet, réalisé lui aussi dans ce verre volcanique très coupant, suggère que la culture d'Asikli Höyük comportait une classe d'artisans spécialisés dans la réalisation d'objets de prestige. Circulaire, d'un diamètre intérieur de dix centimètres, le bracelet était rehaussé d'une arête sur sa face extérieure (voir l'illustration). Son créateur l'a probablement obtenu par débitage, puis piquetage d'un bloc, suivi d'un évidement de la partie centrale (par forage ?) et d'un polissage fin. De fait, en mesurant la rugo-



La photographie du fragment de bracelet en obsidienne trouvé en 1995, et un schéma du bracelet entier et d'une section (en orange) montrant son arête et ses dimensions.

sité, les chercheurs ont montré qu'aucune aspérité ne dépasse un dixième de micromètre, résultat qui se compare à ceux des meilleurs usinages actuels... Plus étonnant encore, la forme du bracelet a été maîtrisée avec une précision extrême : la forme de l'arête est symétrique à un degré d'angle près, ce qui suggère que les artisans employaient aussi des moyens de mesure élaborés.

Cette maîtrise de l'« usinage » et du polissage est stupéfiante pour une époque aussi lointaine. Elle suggère l'existence dès le VIII^e millénaire d'artisans très spécialisés, voués à satisfaire le besoin d'ostentation des élites riches de la culture d'Asikli Höyük.

→ F.S.

Journal of Archaeological Science, vol. 38, pp. 3415-3424, 2011

Psychophysique

Molécule plus complexe, bouquet plus riche

Moustafa Bensafi et ses collègues, au Centre de recherche en neurosciences de Lyon (INSERM, CNRS et Université de Lyon), ont établi une relation quantitative entre la complexité moléculaire d'une substance odorante et le nombre de notes olfactives (telles que « boisé », « épicé », « floral », etc.) que cette substance évoque quand on la sent.

Ces chercheurs ont passé en revue 411 substances odorantes pour lesquelles on dispose de descriptions olfactives établies par des experts (des « nez »). En se restreignant à une liste de 74 notes olfactives jugées les plus pertinentes, proposée en 1988, ils ont

noté le nombre de notes olfactives de chaque molécule en fonction de sa complexité. Cette dernière est mesurée par un indice qui prend en compte la connectivité de la molécule, la diversité des atomes qui y figurent et la symétrie de sa structure.

L'examen de ces données révèle une relation logarithmique entre la complexité moléculaire et le nombre de notes olfactives évoquées : plus la molécule est complexe, plus il y a de notes olfactives.

L'équipe lyonnaise a confirmé ces résultats avec des sujets « naïfs », c'est-à-dire des personnes n'ayant pas un odorat entraîné. L'expérience a de plus montré que

les substances odorantes de faible complexité moléculaire sont perçues comme plus désagréables que les autres.

Les mécanismes neuronaux sous-jacents au lien entre complexité moléculaire et nombre de notes olfactives restent à élucider. M. Bensafi et ses collègues supposent que les molécules odorantes complexes activent davantage de récepteurs olfactifs que les molécules de structure simple, ce qui créerait plus de notes olfactives et rendrait l'odeur plus agréable.

→ M.M.

F. Kermen et al., Scientific Reports, vol. 1, article 206, 2011

Neurosciences

Un circuit cérébral antipanique ?

Les troubles anxieux touchent environ dix pour cent des adultes et regroupent diverses pathologies. Les patients craignent certaines situations ou objets de façon exagérée, ce qui peut être handicapant. Quels sont les mécanismes cérébraux impliqués ? Cyril Herry et ses collègues, de l'Unité INSERM 862 à Bordeaux, en collaboration avec une équipe suisse de l'Institut Friedrich Miescher, à Bâle, ont identifié pour la première fois, chez la souris, les circuits corticaux mis en jeu lors de l'apprentissage de la peur.

Les chercheurs ont créé un traumatisme chez des souris en

leur apprenant à associer un son avec un stimulus désagréable : un choc électrique sur la patte. Après cette phase d'apprentissage, dès que les souris entendent le même son, elles prennent peur alors qu'elles ne reçoivent plus le choc électrique.

En enregistrant l'activité des neurones du cerveau des souris, les chercheurs ont constaté que lors de l'apprentissage, quand les souris entendent un son au moment où elles subissent un choc électrique, un ensemble de neurones du cortex auditif (les interneurons de la couche 1) s'active fortement. Après apprentissage, cette couche neuronale

s'active même s'il n'y a que le son. Or cette couche est surtout constituée de neurones inhibiteurs, qui bloquent l'activité d'autres neurones situés dans les couches 2 et 3 du cortex. Ces derniers sont aussi des neurones inhibiteurs : inhibés par les neurones de la couche 1, ils n'inhibent plus les neurones sur lesquels ils se projettent, à savoir ceux d'une région corticale qui renforce l'activité de l'amygdale, structure cérébrale profonde dont on sait qu'elle joue un rôle crucial dans le traitement de la peur et de l'anxiété.

En résumé, le son conduit, via l'inhibition d'un circuit inhibiteur dans le cortex auditif, à la stimu-



Un mauvais souvenir peut devenir source d'anxiété s'il est mémorisé de façon exagérée. Un circuit du cortex cérébral participe à l'amplification de cette mémorisation.

lation de l'amygdale et renforce ainsi la mémorisation du stimulus traumatisant. C'est la preuve que le cortex participe à l'apprentissage de la peur et de l'anxiété.

→ **Bénédicte Salthun-Lasalle**

J. Letzkus et al., *Nature*, en ligne, 7 décembre 2011

17 : c'est le nombre minimal de cases qui doivent être préremplies dans un sudoku pour que sa solution soit unique. Un trio mené par Gary McGuire, à Dublin, l'a prouvé.

Biophysique

Le bouton d'or : briller pour attirer les abeilles

Un jeu d'enfants consiste à placer une fleur de bouton d'or sous le menton d'un camarade pour savoir s'il aime le beurre : si la peau s'éclaire d'une couleur jaune, on décèle que c'est le cas. Quelle est l'origine de cette lueur ? Beverly Glover, à l'Université de Cambridge, et ses collègues ont précisé les connaissances sur les propriétés optiques des pétales et ont découvert une structure en couches qui renforce la réflexion de la lumière.

On savait que la couleur jaune du bouton d'or est due à des pigments de la famille des caroténoïdes, qui absorbent la lumière bleue et verte. En étudiant les pétales au microscope électronique, l'équipe anglaise a montré que la couche la plus externe des pétales, l'épiderme, est formée de cellules plates contenant les pigments. Elle

est séparée de l'endoderme (une couche plus profonde du pétale et dénuée de pigments) par une mince lame d'air. La lumière incidente est en partie réfléchiée et transmise sur chaque surface : la surface supérieure de l'épiderme, la surface inférieure de l'épiderme et la surface de l'endoderme. L'épiderme réfléchit la lumière dans une direction privilégiée tandis que l'endoderme, qui a un important pouvoir de réflexion, diffuse la lumière vers l'extérieur dans toutes les directions.

Comme les composantes bleue et verte de la lumière sont absorbées par les pigments, la lumière réfléchiée à la surface de l'épiderme est légèrement dominée par le jaune, tandis que la lumière réfléchiée plus en profondeur, davantage filtrée par les pigments, ressort intensément jaune. De plus, la

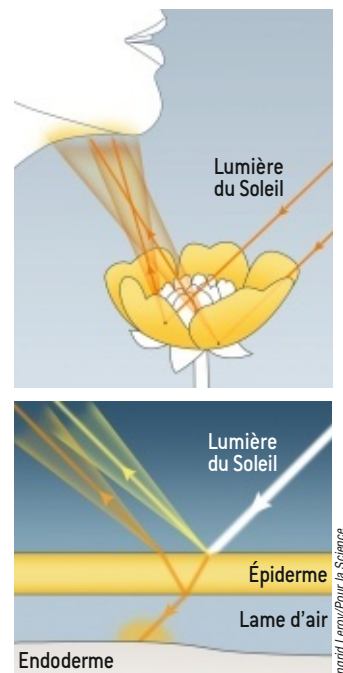
forme concave des pétales permet de concentrer la lumière jaune sur une petite zone, par exemple... le menton d'un enfant.

La brillance du bouton d'or est un facteur important pour attirer les pollinisateurs comme les abeilles, qui peuvent la confondre avec des traces de nectar. Par ailleurs, le bouton d'or réfléchit également le rayonnement ultraviolet, auquel les abeilles sont sensibles. Le bouton d'or attire ainsi les abeilles de deux façons, qui sont la conséquence de la structure et de la géométrie de ses pétales.

→ **S. B.**

S. Vignoni et al., *J. R. Soc. Interface*, en ligne, 14 décembre 2011

La forme de la fleur concentre la lumière jaune sur une petite surface. L'importante réflexion des pétales vient des propriétés de l'épiderme et de l'endoderme, séparés par une lame d'air.



Ingrid Leroy/Pour la Science

Botanique

Une plante pour Jeanne Baret

Eric Tepe, de l'Université de l'Utah, a décrit avec Glyns Ridley et Lynn Bohs une nouvelle plante, du genre *Solanum*, qui pousse au Sud de l'Équateur et au Nord du Pérou. Ils l'ont nommée *Solanum baretiae*, en l'honneur de Jeanne Baret, ce qui confère un intérêt historique à cette description d'une nouvelle espèce botanique. Car la botaniste Jeanne Baret (1740-1807) est la première femme à avoir fait le tour du monde. Elle avait embarqué en 1766 à bord du vaisseau *L'Étoile* pour le premier voyage français autour du monde, celui de Louis Antoine de Bougainville, qui s'est achevé en 1769. Embarquer des femmes étant interdit à l'époque, Jeanne Baret s'était déguisée en homme et avait pris place en tant qu'assistant du botaniste Philippe Commerson (1727-1773), son amant. À eux deux, ils ont amassé plus de 6000 spécimens, qui font partie aujourd'hui des collections du Muséum national d'histoire naturelle. Au fil des décennies et des siècles, plus de 70 espèces de plantes ont été nommées en l'honneur de Commerson, mais aucune en l'honneur de Jeanne Baret. Une injustice désormais en partie réparée.

→ M. M.

E. J. Tepe et al., *PhytoKeys*, vol. 8, pp. 37-47, 2012

Astrophysique

Portrait d'une supernova la

A la fin de l'été 2011, les astrophysiciens ont observé dans la galaxie M101 un astre très brillant. Il s'agissait de l'explosion d'une étoile au sein d'un système binaire, ou supernova dite de type Ia, remarquable car c'est la plus proche de ce type jamais observée (à 23 millions d'années-lumière...). L'équipe de Weidong Li et Peter Nugent, de l'Université de Berkeley, a déduit de ces observations que l'étoile ayant explosé avait un rayon au moins dix fois inférieur à celui du Soleil et était riche en carbone et en oxygène. Ces caractéristiques sont typiques d'une naine blanche, ce qui confirme les modèles théoriques : la naine blanche accrète de la matière arrachée à son compagnon et explose quand sa masse atteint 1,4 fois celle du Soleil. Les astrophysiciens ont cependant noté que le système binaire, avant l'explosion, était trop peu lumineux pour que le compagnon de la naine blanche soit une géante rouge, contrairement à ce que l'on pensait. Reste à trouver l'identité du compagnon !

→ S. B.

P. E. Nugent et al., *Nature*, vol. 480, pp. 344-347, 2011 ; W. Li et al., *ibidem*, pp. 348-350

Climatologie

Des forêts pour qu'il pleuve

La déforestation a-t-elle pour conséquence une réduction ou une augmentation des précipitations ? La question restait très débattue. David Ellison, de l'Université suédoise des sciences de l'agriculture, et deux collègues viennent de publier une synthèse qui conclut au rôle positif des forêts pour la disponibilité de l'eau.

Selon une partie des spécialistes, les couverts forestiers absorbent de l'eau au détriment de l'utilisation qui peut en être faite en aval (agriculture, énergie, industrie, foyers domestiques), puisque chaque arbre consomme de l'eau. Pour d'autres spécialistes, l'évapotranspiration fournit de l'eau à l'atmosphère et facilite son transport à travers les continents, ce qui favorise les précipitations aux échelles locales, régionales et globales. Quel camp a raison ?

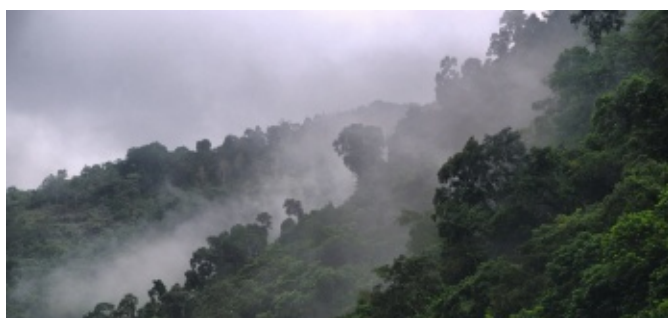
L'étude suédoise met en relief le fait que le premier camp, celui pour lequel les forêts constituent une demande en eau, est représenté par des études réalisées à

l'échelle locale, tandis que le second, pour lequel les forêts constituent une offre en eau, est représenté par des travaux à des échelles plus vastes (régionales). Ainsi, soulignent D. Ellison et ses collègues, des problèmes méthodologiques, liés à l'échelle spatiale étudiée, sont à l'origine des désaccords entre les deux camps. Leur analyse aboutit à la conclusion que la déforestation est globalement défavorable aux précipitations, et que la reconstitution du couvert forestier leur est au contraire favorable, même si localement un effet inverse peut être observé.

Selon l'étude suédoise, l'évapotranspiration par les végétaux contribue fortement aux précipitations sur les régions continentales, et est en général sous-estimée dans les modèles du cycle de l'eau. Les politiques de gestion des ressources en eau ou de l'affectation des sols ainsi que les études climatologiques devraient donc en tenir compte...

→ M. M.

Global Change Biology, en ligne, décembre 2011



© Shutterstock/Ralph Loesche

DERNIÈRE minute ...

PAPILLONS, OISEAUX ET RÉCHAUFFEMENT

Une équipe internationale menée par Vincent Devictor, du CNRS de Montpellier, a mesuré l'impact du réchauffement climatique sur la répartition des oiseaux et des papillons en Europe. En 20 ans, les courbes de température ont remonté de 249 kilomètres vers le Nord. La répartition des papillons et des oiseaux a aussi glissé vers le Nord, mais avec un retard de 135 kilomètres pour

les premiers et de 212 pour les seconds. L'impact diffère ainsi selon les groupes zoologiques, ce qui menace les équilibres écologiques.

LA ROUTE DU PALUDISME

Le principal parasite responsable du paludisme serait arrivé en Amérique du Sud il y a quelques siècles, via la traite négrière. Des analyses d'ADN ont en effet montré que le parasite sud-américain

est éloigné de celui d'Asie – il n'est donc pas arrivé par le détroit de Béring avec les premiers peuplements humains – et qu'il provient d'Afrique. En outre, il aurait suivi des trajets reflétant les routes empruntées par les convois d'esclaves.



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

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ VIRUS DE L'ANCIEN MONDE

Au XVI^e siècle, les virus européens ont eu un énorme impact en Amérique. C'est ce que viennent de montrer Brendan O'Fallon et Lars Fehren-Schmitz, des Universités de Washington et de Göttingen, en étudiant à l'échelle des deux Amériques la diversité génétique mitochondriale avant et après ce que les Amérindiens nomment « la catastrophe » (1492). Ils font en effet apparaître qu'il y a environ 500 ans, l'arrivée de ces virus, avant les premiers contacts avec les Européens, a divisé la population féminine des deux Amériques par deux en quelques années (PNAS, novembre 2011)...

Cette constatation explique la disparition des immenses cités-jardins, que l'archéologue Michael Heckenberger a découvertes au milieu de l'Amazonie (voir *Les citées perdues d'Amazonie*, Pour la Science, février 2010, http://bit.ly/388_Heckenberger). Créées par les ancêtres des Kuikuros actuels, ces cités de paysans n'étaient pas rares au XVI^e siècle. En 1542, Gaspar de Carjaval, le missionnaire qui chroniqua la première expédition espagnole à descendre l'Amazone, écrivait en effet : *Nous nous dirigeons vers des îles que nous pensions inhabitées, mais lorsque nous les avons atteintes, les habitats qui s'offrirent à notre vue étaient si nombreux [...] que nous en avions les larmes aux yeux*. Peu après, d'autres explorateurs ont mentionné des cités amazoniennes, puis... plus rien.

→ MÉDICAMENTS ANTISIDA EN AFRIQUE : PAS SI SIMPLE !

Dans le point fait sur le sida, il y a deux ans (voir *25 ans de sida : où en sont les recherches ?* Pour la Science, mars 2009, http://bit.ly/377_sida), Jean-François Mouscadet, de l'École normale supérieure de Cachan, décrivait la pharmacopée actuelle. Il évoquait les six classes existantes d'antirétroviraux puissants, dont les combinaisons sont à la base des traitements d'aujourd'hui. Si tous échouent à éradiquer le virus, ils peuvent le rendre indé-

→ UN ŒIL À FACETTES ÉVOLUÉ

Avoir bon pied, bon œil aide à survivre. Au Cambrien, il y a 542 à 488 millions d'années, il a d'abord fallu avoir bon œil, révèle une équipe australo-anglo-espagnole, qui a étudié l'organe de vision du pire prédateur de l'époque, un proto-arthropode marin pouvant atteindre un mètre de long et nommé *Anomalocaris* (Nature, 9 décembre 2011). John Patterson, de l'Université de Nouvelle-Angleterre en Australie, et ses collègues ont découvert un œil fossile exceptionnellement bien conservé du super-prédateur. Cet organe était composé d'au moins 16 000 ommatidies – en d'autres termes, au moins 16 000 petites lentilles hexagonales produisant autant d'images traitées par le cerveau, ce qui devait conférer à l'animal une acuité visuelle supérieure à celle d'une mouche (800 ommatidies) ou d'une libellule (plusieurs milliers).

La bonne vision d'*Anomalocaris* pourrait expliquer pourquoi l'évolution de l'œil caméculaire (l'œil à chambre, comme le nôtre) a été rapide. Comme l'écrivait récemment le neurobiologiste australien Trevor Lamb (voir *L'évolution de l'œil*, Pour la Science, octobre 2011, http://bit.ly/408_Lamb), l'essentiel du système de vision des chordés s'est formé en seulement 100 millions d'années, il y a environ 600 millions d'années. Une fois apparu, l'œil à chambre aurait facilité la survie des chordés, dont nous sommes issus, dans les milieux où ils étaient confrontés à *Anomalocaris*. Pour se cacher vite à la vue de prédateurs tels qu'*Anomalocaris*, nos ancêtres cambriens ont eu besoin d'avoir bon œil bien avant d'avoir bon pied !



Vue d'artiste d'*Anomalocaris*

tectable dans le sang et les patients traités deviennent non contaminants, ce qui est essentiel. Malheureusement, des résistances à ces antirétroviraux émergent. Une étude menée par l'équipe germano-tanzanienne de Carsten Scheller, de l'Université de Wurzburg en Allemagne, révèle à quel point (PLoS One, 19 août 2011).

Depuis 2004, environ 200 centres de soins dispensent aux Tanzaniens porteurs du VIH les médicaments financés par plusieurs programmes internationaux. Cependant, au contraire de ce qui est le cas dans les pays industrialisés, les médecins africains ne disposant que de quelques antirétroviraux prescrivent les mêmes traitements à tous leurs patients séropositifs. Dans le même temps, l'Organisation mondiale de la santé a estimé que pour suivre l'apparition de souches virales résistantes aux antirétroviraux, il suffisait d'examiner les souches virales des séropositifs nouvellement infectés, c'est-à-dire en pratique des jeunes de moins de 25 ans. Les

chercheurs ont voulu explorer les limites de cette stratégie en Tanzanie, où 19 pour cent des adultes sont porteurs du virus, et où dans certaines régions un tiers des séropositifs ne reçoivent aucun traitement.

Ils ont examiné les virus portés par 88 patients n'ayant jamais été traités, dont 68 avaient plus de 25 ans. Ils n'ont trouvé aucun cas de résistance chez les moins de 25 ans, mais 19 pour cent des patients plus âgés étaient porteurs de virus résistants aux médicaments ! Cela représente environ 15 pour cent de l'échantillon total. Ne suivre que les jeunes séropositifs serait donc insuffisant...

Les raisons de cette situation sont énigmatiques. L'augmentation de la probabilité de contamination du conjoint en cas d'échec du traitement est l'un des facteurs possibles. Prochainement, les chercheurs vont examiner dans quelle mesure ces résultats inquiétants peuvent être étendus à l'Afrique entière.

→ François Savatier

POINT DE VUE

Conférence de Durban : un non-événement ?

Le sommet sur les questions climatiques tenu à la fin de 2011 a été décevant. Il laisse toutefois espérer la conclusion d'ici 2015 d'un accord international ambitieux.

Christian de PERTHUIS

Hazard du calendrier, la conférence de Durban sur le climat, en décembre dernier, s'est tenue en même temps qu'un autre marathon : celui des chefs d'État à Bruxelles pour sauver le AAA des agences de notation et l'euro. Sauver la planète ou sauver une monnaie commune ? Les médias ont bien compris où était la préoccupation du citoyen. Le sommet climatique a été relégué très loin derrière les premiers titres. Le ballet d'Angela Merkel, Nicolas Sarkozy et David Cameron a envahi tous nos écrans : de leurs décisions dépendent le niveau d'activité des prochains mois et donc nos emplois. La crise climatique ? On attendra que l'économie se porte mieux avant de s'y attaquer plus sérieusement !

Depuis la faillite de la banque *Lehman Brothers* à l'automne 2008, les nuages n'ont cessé de s'accumuler sur l'économie internationale : récession historique en 2009, fragilisation des banques, montée des endettements publics, retombée de l'Europe dans la récession à la suite de la crise des dettes souveraines. Cette toile de fond économique est probablement le paramètre le plus important pour comprendre les méandres des négociations internationales sur le climat.

En décembre 2007, le sommet climatique de Bali a dressé une feuille de route aux négociateurs représentant les gouvernements : trouver un nouvel arrangement international qui puisse prendre le relais du protocole de Kyoto dont la première période d'engagement expire en décembre 2012. Le délai pour y parvenir était de deux ans.

En décembre 2009, le sommet de Copenhague a bénéficié d'une couverture médiatique exceptionnelle. Les principaux chefs d'État ou de gouvernement ont fait le déplacement. Mais les plus grands de ce monde ont été bien incapables de régler en quelques jours des différends que des milliers d'heures de négociation n'avaient pas permis de réduire avant le sommet. Ils ont accouché d'un accord politique, rédigé à la hâte, où chacun promettait d'indiquer les réductions d'émission de gaz à effet de serre auxquelles il est prêt de souscrire.

Rien de tout cela ne ressemblait à un « après-Kyoto ». La crise économique est passée par là et nul ne voulait prendre le moindre engagement qui risquerait de lui coûter quoi

LA CRISE CLIMATIQUE ?
On attendra que l'économie se porte mieux avant de s'y attaquer plus sérieusement !

que ce soit. Une avancée était cependant que, pour la première fois, des pays tels que la Chine, l'Inde ou le Brésil acceptaient d'évoquer des objectifs de réduction d'émission qui pourraient s'appliquer à eux.

Décembre 2011 : le sommet tenu en Afrique du Sud s'est conclu sur ce qu'on a appelé la « plateforme de Durban ». Elle comprend deux décisions principales et un certain nombre d'avancées plus techniques ou procédurales.

D'abord, le prolongement du protocole de Kyoto et de ses mécanismes de flexibilité a été acté, sous forme d'une seconde période d'engagement démarrant en 2013.

En pratique, cela signifie que les pays développés devront formuler des cibles d'émissions pour 2017 ou 2020, la durée de la période devant être fixée plus tard. L'absence des pays émergents a induit, comme l'avaient annoncé leurs diplomates, la non-participation de certains pays développés : États-Unis, Canada, Russie et Japon. Parmi ceux-ci, seul le Japon affiche encore la volonté de réduire ses émissions d'ici 2020.

La deuxième décision importante est la fixation d'un nouveau mandat aux négociateurs. Plus précis que celui fixé à Bali, il vise à conclure d'ici 2015 un nouvel accord climatique, impliquant tous les pays, avec un jeu d'engagements débutant en 2020. La principale avancée de Durban est que des pays tels que l'Inde, les États-Unis, la Chine ont accepté de participer au processus. Mais tout reste à faire pour construire le détail de l'accord.

Parmi les avancées techniques, on peut citer l'installation du Fonds vert pour le climat, dont la gouvernance a fait l'objet d'un accord après deux ans de discussion. Mais Durban n'a pas permis le moindre progrès dans son abondement par les pays développés. On a dessiné le contour de la tirelire sans savoir qui y mettra l'argent, ni pour quels montants. Des décisions complémentaires ont porté sur l'amélioration du financement des projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les pays en développement (déforestation évitée, capture et stockage du dioxyde de carbone, ...).

La plateforme de Durban a également été accueillie comme un non-événement par les marchés du carbone dans le monde,