

■ POUR LA

# SCIENCE

Décembre 2013 - n° 434

[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

Édition française de Scientific American

# Les fleurs de glace

Quand le froid  
sculpte la sève

Les structures  
cachées du langage

Migrer la nuit :  
une prouesse des oiseaux

Les volcans radiographiés  
avec des rayons cosmiques



M 02687 - 434 - F: 6,20 € - RD



**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 H.S. Pour la Science**

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

**Cerveau & Psycho**

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

**L'Essentiel Cerveau & Psycho H.S.**

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Sylvie Sobelman,

Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy, Caroline Vanhoove

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe

Marketing : Élise Abib et Ophélie Maillet assistées de Anaïs Grelet

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 : Christophe Coupé,

Thierry Dauxois, Philippe Delorme, Sophie Gallé-Soas, Evelyne

Host-Platret, Maël Lebreton, Matthieu Leclair, Éric Lingueglia,

Egidio Marsico, François Pellegrino, Christophe Pichon, Jim Reid,

Daniel Tacquet, Richard Tailliet, Pascale Thiollier-Dumartin

**PUBLICITÉ France**

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

[j.f.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](mailto:abonnements@pourlascience.fr)

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.

**SCIENTIFIC AMERICAN** Editor in chief : Mariette DiChristina.

Editors : Fred Guterl, Ricky Rusting, Philip Yam, Mark Fischetti,

Christine Gorman, Anna Kuchment, Michael Moyer, Gary Stix,

Kate Wong. President : Steven Inchcoombe. Executive Vice

President : Michael Florek.

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].



## Structures cachées

**L**a théorie de la Gestalt, ou théorie de la forme, a été proposée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. S'intéressant à la psychologie de la perception, elle applique l'aphorisme attribué à Aristote : le tout est davantage que la somme de ses parties. Ainsi, un film est plus que la succession des images qui le constituent, une mélodie plus que la simple juxtaposition des notes qui la composent. L'étude des parties ne renseigne pas toujours sur le tout. Mais, à l'inverse, peut-on déduire d'une forme des informations sur ses composants ? C'est précisément ce que font les géophysiciens qui étudient la Soufrière de Guadeloupe. Ils sondent l'intérieur de ce massif volcanique en suivant comment les muons, des particules élémentaires issues des rayons cosmiques, sont atténués lorsqu'ils le traversent, et comment cette atténuation évolue. Ils radiographient, quasi en direct, les entrailles du volcan, espérant un jour déceler dans une modification les prémices d'une éruption (voir *Sonder les volcans avec des rayons cosmiques*, page 44).

### Une mélodie est plus que la simple juxtaposition des notes qui la composent.

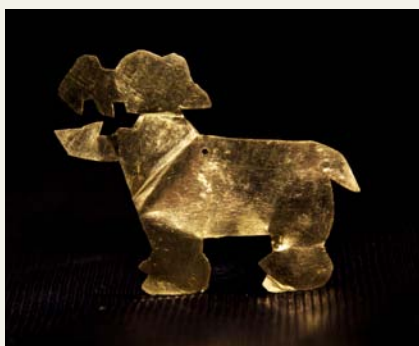
Ainsi, la structure est l'agencement des parties d'un système complexe qui confère sa cohérence à l'ensemble. Cette définition s'applique notamment au langage. Structuré en plusieurs niveaux (phonèmes, syllabes, mots, phrases, etc.), le langage est organisé en réseaux, les mots étant situés aux nœuds d'un maillage, dont l'étude précise l'origine et l'évolution (voir *La structure en réseaux du langage*, page 36).

Relier une structure et ses constituants, c'est également ce que font les biologistes et les naturalistes qui s'intéressent aux fleurs de glace. Ces sculptures éphémères apparaissent quand un liquide, mélange d'eau et de sève, est extrudé par les pores de la tige de certaines plantes et se fige au contact de l'air froid (voir *Les fleurs et les rubans de glace*, page 20). Ou encore les physiciens qui étudient les écoulements chaotiques : ils ont ainsi montré que, dans les océans notamment, des structures cachées, des « frontières invisibles », servent d'« autoroutes » aux polluants ou aux débris (voir *L'ordre caché des écoulements chaotiques*, page 28). Une nouvelle preuve de l'ordre qui se dissimule derrière le chaos !

1 **ÉDITO**4 **BLOC-NOTES**

Didier Nordon

## Actualités

6 **Une jumelle brûlante de la Terre**7 **Une souris insensible à la douleur**7 **Des pumas au fond du lac Titicaca**10 **Des terres rares essentielles à certaines bactéries**

... et bien d'autres sujets.

## Opinions

16 **POINT DE VUE**  
**Cigarette électronique et santé publique**

Marion Adler

17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**  
**Comment refroidir de façon durable ?**

Didier Coulomb

Ce numéro comporte deux encarts d'abonnement  
Pour la Science brochés sur la totalité du tirage.  
En couverture : © James R. Carter

## À LA UNE

20

BIOPHYSIQUE

**Les fleurs et les rubans de glace**

James R. Carter

Quand les conditions météorologiques sont favorables, les tiges de certaines plantes donnent naissance à de magnifiques structures de glace. Un phénomène rare et partiellement élucidé.



28

PHYSIQUE

**L'ordre caché des écoulements chaotiques**

Thomas Peacock et George Haller

De nouvelles techniques d'analyse en mécanique des fluides permettent d'identifier des lignes de séparation. Elles promettent de meilleures prévisions du déplacement des polluants dans les océans ou dans l'atmosphère.



36

LINGUISTIQUE

**La structure en réseaux du langage**

Ricard Solé, Bernat Corominas-Murtra et Jordi Fortuny

Des techniques d'analyse issues des mathématiques et de la physique révèlent les structures du langage et renseignent ainsi sur son origine et son évolution.

## 44 SCIENCES DE LA TERRE

### Sonder les volcans avec des rayons cosmiques

N. Lesparre, D. Gibert et J. Marteau

Prévoir les éruptions volcaniques reste un défi pour les scientifiques. La solution viendra-t-elle des muons, issus du rayonnement cosmique, qui permettent de radiographier l'intérieur des volcans ?

## 52 BIOLOGIE ANIMALE

### La migration nocturne des oiseaux, une épreuve extrême

Paul Bartell et Ashli Moore

De nombreux oiseaux migrateurs parcourent plusieurs milliers de kilomètres en voyageant la nuit. Comment surmontent-ils une telle épreuve ?



## 62 ENVIRONNEMENT

### La Grande Muraille verte

René Bally et Robin Duponnois

Le projet de la Grande Muraille verte vise à implanter ou à stabiliser une bande végétale en bordure du Sahara à travers tout le continent africain, afin d'endiguer la progression du désert vers le Sud.



## Regards

- 70 **HISTOIRE DES SCIENCES**  
**Les dessous de la gamme cosmétique *Tho-Radia***  
*Thierry Lefebvre et Cécile Raynal*  
Fin 1932, un pharmacien opportuniste fait fortune en créant des produits de beauté à base de radium.
- 76 **LOGIQUE & CALCUL**  
**Bitcoin, la cryptomonnaie**  
*Jean-Paul Delahaye*  
La cryptographie et la puissance des réseaux ont rendu possible l'existence de monnaies purement numériques et dépourvues d'une autorité centrale de contrôle.
- 84 **SCIENCE & FICTION**  
**Matière à fiction**  
*J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq*
- 86 **ART & SCIENCE**  
**Le retour de la Grande Comète de 1680 ?**  
*Loïc Mangin*
- 88 **IDÉES DE PHYSIQUE**  
**Tomber plus vite qu'en chute libre**  
*Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik*
- 93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**  
**Et si la cuisine traditionnelle était la vraie malbouffe ?**  
*Hervé This*
- 94 **À LIRE**

## Nouveautés numériques

POUR LA  
**SCIENCE.fr**

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale

### ■ L'application *Pour la Science*

Retrouvez dès leurs sorties *Pour la Science* + son hors-série *Dossier Pour la Science* en version numérique optimisée.

### ■ Les Petits Thématiques

Des compilations numériques fiables et pratiques sur l'actualité scientifique.

### ■ [www.SciLogs.fr](http://www.SciLogs.fr)

La nouvelle plateforme de blogs scientifiques francophones.



## → BIEN JOUÉ !

**N**ous retenons mieux, en général, les formules que les raisonnements, et nous nous laissons subjugué par elles. Les démagogues et les sophistes le savent, et savent en tirer profit.

Même dans le domaine de la pensée, les raisonnements, qui devraient pourtant régner sans partage, peuvent être mis en échec par les formules. Ainsi, j'ai beau avoir été convaincu par certains textes critiquant la thèse de Popper selon laquelle « un énoncé, pour être scientifique, doit être réfutable », il n'y a rien à faire : la formule de Popper, simple et frappante, me reste en mémoire, alors que les arguments qui la mettent à mal s'estompent.

Quand le bien dit se met au service du bien pensé, tant mieux. Sinon, nous sommes, dans l'ensemble, plus réceptifs au bien dit qu'au bien pensé. Tant pis !

## → PERFIDES ANALOGIES

« **L**e cerveau ne doit pas être autre chose, à notre avis, qu'une espèce de bureau téléphonique central : son rôle est de "donner la communication", ou de la faire attendre » écrivait Bergson [*Matière et mémoire*]. D'autres auteurs, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, voyaient des analogies entre le système nerveux et le télégraphe. Ces rapprochements datent, aujourd'hui. C'est à un ordinateur que nous comparons le cerveau. Ou, mieux encore, à des ordinateurs en parallèle, puisque le modulaire est à la mode.



Comparer un organe naturel à la dernière en date des réalisations techniques est frappant, mais est-ce pertinent ? Que la technique trouve dans la nature une source d'inspiration toujours renouvelée n'implique pas qu'elle ait pour mouvement de concevoir des objets ressemblant de plus en plus à ceux de la nature. Les hommes regardent les oiseaux, ont envie de voler, ont l'idée de fabriquer des ailes. Suite à quoi, les caractéristiques des avions sont sans rapport avec celles des oiseaux. Le fait que, comme les cerveaux, les ordinateurs calculent et aient de la mémoire ne prouve pas que leurs fonctionnements soient apparentés. Peut-être même, au contraire : puisque la vitesse et la mémoire des ordinateurs surpassent tellement celles des cerveaux, c'est qu'aucune analogie entre eux n'est significative.

Les nouveautés techniques ne sont pas le dernier cri de la nature ! Plus on colle à elles pour décrire la nature, plus vite on risque d'avoir l'air vieillot.

## → DE CAUSE À EFFET

**C**hacon le constate, la créativité de la nature est impressionnante. Les termes luxuriance, profusion inouïe, incroyable foisonnement, etc., sont courants dans les descriptions des écrivains et des voyageurs, les embranchements sont innombrables dans les classifications des scientifiques. La nature, dirait-on, met en œuvre une inventivité débridée pour explorer jusqu'en ses moindres interstices tout le champ des possibles.

Appliquer un principe de parcimonie pour expliquer les phénomènes naturels est une espèce de pari contre l'évidence, puisque ce principe enjoint de porter à son maximum la disproportion entre l'énorme variété des effets observés et le petit nombre des causes auxquelles on tente de les ramener. Certes, les automates cellulaires prouvent que des règles simples et peu nombreuses peuvent faire surgir des configurations d'une infinie diversité. Mais, à cause justement de leur propension à engendrer du complexe à partir

du simple, les automates cellulaires sont intrigants. Alors, si on parvient à rendre compte de la multiplicité de la nature à partir de peu de facteurs, on ne fera peut-être qu'ajouter à son mystère.

## → RESPECTER LE PROTOCOLE

**L**orsqu'ils expliquent quel protocole est désormais appliqué contre telle ou telle maladie, les médecins manifestent souvent une rassurante satisfaction. À les en croire, ce protocole est enfin le bon : s'approchant au plus près de ce qu'il faut faire, il a su tirer les leçons des erreurs qu'on commettait encore il y a seulement 10 ou 20 ans. Voilà qui est rassérénant. Quitte à être malade, mieux vaut l'être maintenant que par le passé.

C'est rassérénant... sauf si on imagine le discours que leurs confrères tiendront dans 10 ou 20 ans. Il est vraisemblable que, *mutatis mutandis*, ce sera à peu près le même. Il y a en effet des chances que le protocole dont les médecins sont contents aujourd'hui révèle des failles cachées : l'histoire est tissée de telles déconvenues. Mais la médecine saura sans doute y remédier – au moins provisoirement. Ainsi, une longue série de changements de protocoles est probable, et ces changements forment un processus que, en tant que malades potentiels, nous avons autant de raisons de craindre que de raisons d'espérer !



À se réclamer de la science, la médecine hérite d'un des traits de la science : les vérités y ont un statut précaire. Ce qui est vérité aujourd'hui risque de passer demain pour erreur. Allons bon ! Quitte à tomber malades, essayons d'attendre encore 10 ou 20 ans...

## → ELLE NE FAIT PAS SON ÂGE !

Lorsque des méthodes indépendantes donnent à peu près le même résultat, on en conclut que l'ordre de grandeur du résultat est probablement exact. Ainsi en va-t-il de l'évaluation de l'âge de la Terre.

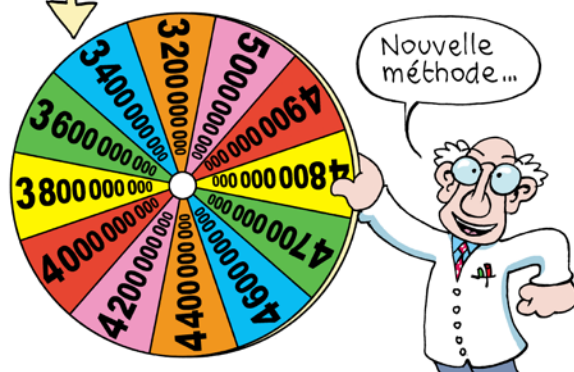
Seulement, s'il est possible de montrer que des phénomènes qui paraissent indépendants sont en fait liés (exemple : l'élec-

tricité et le magnétisme), il est hasardeux, à l'inverse, d'affirmer que des phénomènes qui paraissent indépendants le sont vraiment. Alors, qui sait si l'avenir ne découvrira pas un phénomène commun sous-jacent, encore ignoré, entachant d'une même erreur les diverses méthodes qui convergent aujourd'hui pour évaluer l'âge de la Terre ?

L'évaluation de l'âge de la Terre a souvent varié – y compris depuis que, cessant de ressortir de la vérité révélée, elle est devenue scientifique. Si elle se stabilisait définitivement, ce serait une nouveauté totale. Or en sciences comme ailleurs, la nouveauté totale est possible, certes, mais nettement moins

probable que la poursuite d'un mouvement en cours. Ne soyons donc pas trop surpris si nous apprenons, un jour ou l'autre, que la Terre a encore changé d'âge. ■

## LE JUSTE ÂGE DE LA TERRE





# les conférences

à la Cité des sciences et de l'industrie

entrée libre dans la limite des places disponibles

## Homme / nature : une frontière à repenser

> les mardis à 19h

À quel point les activités humaines ont-elles modifié la biosphère ?  
Quelles responsabilités l'Homme a-t-il vis-à-vis du vivant ?

26 NOVEMBRE Climat, biodiversité : comment l'homme modifie la planète

3 DÉCEMBRE La ville : un retour de la nature

4 DÉCEMBRE L'Homme : un animal contre-nature ?

Avec le soutien de



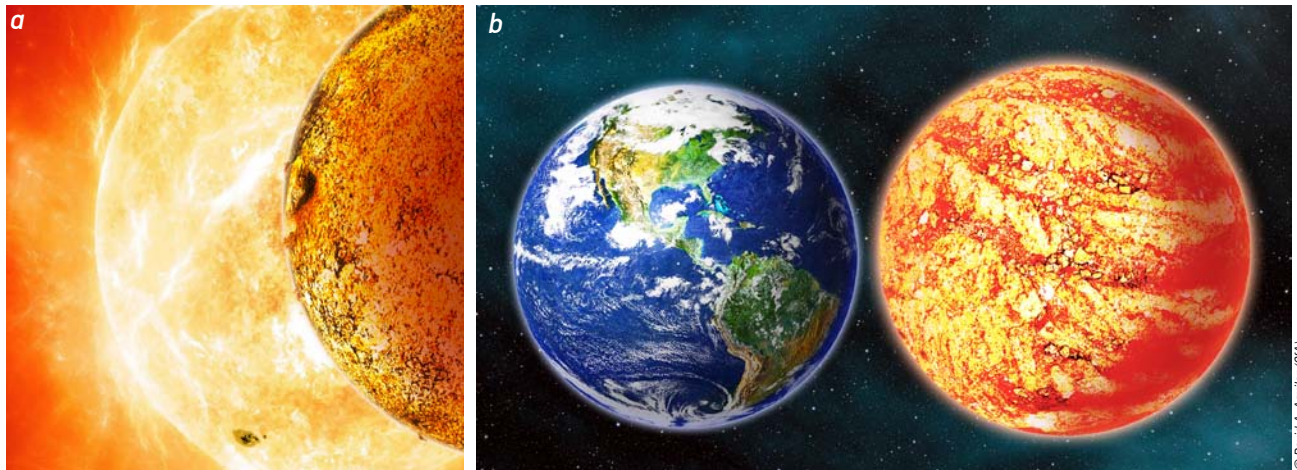


programme complet sur  
cite-sciences.fr

## Astrophysique

### Une jumelle brûlante de la Terre

*L'exoplanète Kepler 78b est semblable à la Terre par sa taille, sa densité et sa composition. Mais, étant très proche de son étoile, elle est beaucoup plus chaude.*



L'exoplanète Kepler 78b est située à moins de 1,5 million de kilomètres de son étoile. Sa surface, dépourvue d'atmosphère, est recouverte de roche en fusion (a). Cela lui donne un aspect très différent de la Terre. Les deux planètes, de taille proche (b), auraient une composition similaire : elles sont constituées de roche et ont un noyau de fer.

**D**ans la recherche d'exoplanètes semblables à la Terre, un nouveau pas a été franchi. On avait découvert de nombreuses planètes ayant une taille proche de celle de la Terre. Il est cependant beaucoup plus difficile d'estimer leur masse et leur composition. Deux équipes d'astronomes ont étudié l'exoplanète Kepler 78b, dont ils ont montré que la densité est proche de celle de la Terre ; sa composition serait donc voisine, c'est-à-dire qu'elle serait essentiellement constituée de roche et de fer. Mais les similitudes s'arrêtent là : Kepler 78b est si proche de son étoile que ce monde doit être recouvert de lave.

Depuis sa mise en service en 2009, le télescope spatial *Kepler* a permis d'identifier près de 3000 candidats au titre d'exoplanètes par la méthode du transit. Quand une exoplanète passe devant son étoile, la luminosité baisse. Il est possible d'en déduire sa taille. Cette méthode favorise surtout la détection des planètes de grande taille et très proches de leur étoile. C'est pour cette raison que la plupart des

exoplanètes détectées sont des jupiters chauds, des planètes géantes gazeuses dont l'orbite est proche de l'étoile. Néanmoins, quelques planètes de la taille de la Terre (une à deux fois son rayon) ont aussi été détectées.

Pour déterminer la masse d'une planète, il faut utiliser la méthode des vitesses radiales – l'étoile subit un petit déplacement dû à l'attraction réciproque avec l'exoplanète. Encore une fois, cette technique est difficile à mettre en œuvre pour des planètes de la taille de la Terre. Mais deux équipes, celle de Francesco Pepe, de l'Observatoire astronomique de Genève, et celle d'Andrew Howard, de l'Université de Hawaï, ont pu l'utiliser pour étudier l'exoplanète Kepler 78b, située à 400 années-lumière de nous.

Grâce aux observations de *Kepler*, on a estimé que son rayon est de l'ordre de 1,2 fois celui de la Terre. Et en utilisant les observations des instruments au sol (HARPS-North à l'Observatoire de la Palma et HIRES de l'Observatoire Keck), les astronomes ont mesuré une masse

comprise entre 1,7 et 1,9 fois celle de la Terre. Sa densité est donc très voisine de celle de la Terre et sa composition probablement identique : cette planète serait rocheuse avec un noyau de fer qui représenterait 40 pour cent de la masse totale. Ainsi, Kepler 78b serait la première exoplanète découverte ayant la même taille et la même composition que la Terre.

Mais l'aspect de cette exoplanète est sans doute très différent. En effet, Kepler 78b est 40 fois plus proche de son étoile que ne l'est Mercure du Soleil. Une année sur cette exoplanète dure 8,5 heures environ et la température à sa surface dépasse 2400 °C : il s'agit d'un monde couvert de lave et dépourvu d'atmosphère. En outre, l'intensité de la pesanteur sur cette planète serait assez élevée pour qu'il n'y ait pas de pertes de matière liquide ou solide, contrairement à ce qui se semble se produire sur l'exoplanète KIC 12557548b.

→ Sean Baillly

A. Howard et al., F. Pepe et al., *Nature*, en ligne le 30 octobre 2013

## Neurobiologie

## Une souris insensible à la douleur

**D**e nombreux animaux se protègent des prédateurs en leur injectant un venin douloureux. Ashlee Rowe, de l'Université du Texas, et ses collègues ont montré que la souris sauterelle *Onychomys torridus*, qui vit dans le désert de l'Arizona, a développé une résistance à la douleur causée par le venin du scorpion *Centruroides sculpturatus*, dont elle se nourrit. Mieux : la piqure de ce dernier l'immunise contre d'autres types de douleur. Comment ?

La douleur survient quand des neurones dits nocicepteurs, qui innervent la peau ou les

organes, sont activés par un signal chimique, thermique ou mécanique. Un influx se propage alors jusqu'à la moelle épinière, puis est transmis au cerveau. Les chercheurs ont montré que, chez



Une souris sauterelle dévore un scorpion.

© M. J. Rowe et A. Rowe

la souris sauterelle, le venin inactive des canaux ioniques particuliers des neurones nocicepteurs, ce qui bloque la propagation de l'influx.

Le blocage reste efficace un certain temps, même pour d'autres types de stimulus douloureux. Le mécanisme antidouleur découvert est une piste pour la production d'analgésiques, dans la mesure où l'homme, comme de nombreux mammifères, est doté de canaux ioniques similaires.

→ Guillaume Jacquemont

A. Rowe et al., *Science*, en ligne le 24 octobre 2013

## Archéologie

## Des pumas au fond du lac Titicaca

**L**e culte de divinités liées aux lacs, aux sources et aux cours d'eau se retrouve dans de nombreuses cultures. Une équipe d'archéologues belges et boliviens, dirigée par Christophe Delaere, de l'Université libre de Bruxelles, a récolté une impressionnante moisson de vestiges dans une zone du lac Titicaca, en Bolivie, où, depuis des milliers d'années, les habitants de la région jettent des offrandes.

Les archéologues ont méthodiquement fouillé deux carrés de sondage de deux mètres de côté près de l'île du Soleil. Cela a suffi pour produire 2 000 objets, dont les plus anciens remontent au VI<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Durant la période dite formative, qui va de 2 700 à 200 avant notre ère, les paysans et les pêcheurs de la région ont commencé par se regrouper en villages. Ensuite, l'évolution des sociétés villageoises a conduit l'un des villages, Tihuanaco, à se transformer en une ville organisée



Cette plaquette votive en or et en forme de puma a été jetée dans le lac Titicaca durant la période Tihuanaco, il y a plus de 1 000 ans.

© Juigne 2013

autour d'un sanctuaire important. De l'époque Tihuanaco (VI<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècle de notre ère) datent nombre de plaquettes d'or incisées qui attestent à la fois d'une très bonne maîtrise de la métallurgie et de l'importance des offrandes faites au lac ou au Soleil. Des matériaux provenant de tout le continent sud-américain (lapis-lazuli, spondyles, jade, quartz, etc.) illustrent à quel point les échanges étaient riches durant la période précolombienne. Il est

aussi fascinant de découvrir, parmi les offrandes, des pumas en or et en céramique. Typique du matériel iconographique tihuanaco, cette figure animale forte semble avoir symbolisé le caractère d'un dieu principal. Le Soleil ? Ou le lac ? Quoi qu'il en soit, on peut noter que l'île du Soleil s'appelait à l'origine Titicaca (elle a donné son nom au lac), ce qui, suivant certaines étymologies, signifierait « roc du puma ».

→ François Savatier

## En bref

## Recensement amazonien

La forêt amazonienne compte près de 390 milliards d'arbres – quatre fois plus qu'il n'y a d'étoiles dans la Galaxie ! –, selon un recensement réalisé par une équipe internationale. Les chercheurs ont compilé des données collectées sur un panel représentatif de 1 170 parcelles de un hectare et les ont extrapolées à l'ensemble de la forêt. Celle-ci abrite 16 000 espèces d'arbres, dont 227 dominent : elles représentent plus de la moitié des arbres, contre 0,12 pour cent pour les 11 000 espèces rares répertoriées.

## La génétique d'Alzheimer

Les mutations de certains gènes augmentent le risque de développer la maladie d'Alzheimer. En comparant les génomes de plus de 74 000 individus, dont le tiers était atteint de la maladie, des biologistes du Consortium international I-GAP ont identifié 11 de ces gènes (10 étaient déjà connus). Leurs découvertes confirment certaines hypothèses sur les mécanismes en jeu (les mutations perturbent par exemple la régulation du peptide bêta amyloïde, qui s'agrège autour des neurones des malades) et en suggèrent de nouvelles.

## La Cité interdite sur glace

La Cité interdite de Pékin a été bâtie au XV<sup>e</sup> siècle. Certains blocs de pierre pèsent plus de 100 tonnes et proviennent de carrières distantes d'environ 70 kilomètres. Les véhicules équipés de roues n'auraient pas pu supporter une telle charge. Or certains livres mentionnent des luges posées sur des blocs de glace. Jiang Li, de l'Université des sciences et des technologies de Pékin, et ses collègues ont comparé diverses techniques et ont mis en évidence que celle-ci était la plus efficace, si l'on ajoute de l'eau liquide pour lubrifier.

## En bref

## Les empreintes révélées

Les empreintes digitales sont un élément majeur des enquêtes criminelles, mais elles sont souvent très ténues. Pour les rendre exploitables, on doit leur appliquer un traitement posant plusieurs problèmes : il est long, coûteux, nuisible aux fragments d'ADN... Des chercheurs français ont développé un révélateur plus efficace en combinant une colle avec un colorant fluorescent. Ce produit a été validé par la police et la gendarmerie, ainsi que par Scotland Yard et le FBI.

## Un nouveau tendon du genou !

C'est tout simple : toutes les représentations du genou montrent le ligament collatéral fibulaire qui joint l'extrémité extérieure du fémur au péroné. En réalité, ce ligament n'est pas seul. Il est flanqué d'un tendon supplémentaire, le « tendon antérolatéral », qui vient d'être décrit et nommé ! À l'issue d'une dissection minutieuse, Steven Claes et Johan Bellemans, deux chirurgiens orthopédiques belges, l'ont mis en évidence, confirmant ainsi une hypothèse émise dès 1879 par un chirurgien français.

## Biologie cellulaire

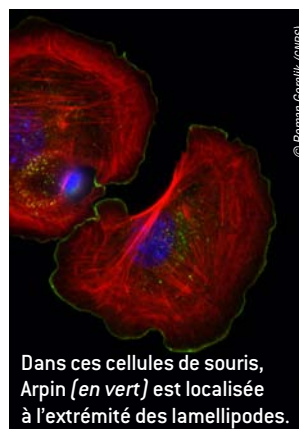
## Comment les cellules freinent et tournent

**S**i les mécanismes du mouvement des cellules sont bien décrits, la façon dont elles régulent la direction de leur migration restait mal connue. Alexis Gautreau, du Laboratoire d'enzymologie et biochimie structurales (CNRS, UPR 3082), à Gif-sur-Yvette, et ses collègues ont mis en évidence chez l'homme et d'autres organismes un facteur essentiel de cette régulation : une protéine, Arpin, freine la cellule et lui permet de changer de direction.

Une cellule se déplace en projetant sa membrane vers l'avant en une structure nommée lamellipode, dont la formation est déclenchée par l'activation d'un complexe protéique nommé Arp2/3. Au microscope, cependant, le mouvement de la cellule paraît tâtonnant : un lamellipode naît, ondule, se rétracte, un autre apparaît à côté, se rétracte à son tour... Ces hésitations seraient-

elles dues à un mécanisme inhibiteur qui, aux côtés de la voie d'activation, régulerait la formation du lamellipode ?

L'hypothèse s'est révélée correcte. Les biologistes ont identi-



Dans ces cellules de souris, Arpin (en vert) est localisée à l'extrémité des lamellipodes.

© Roman Gorelik (CNRS)

fié une protéine, Arpin, qui se lie au complexe Arp2/3 et l'inhibe lorsqu'il est activé. De plus, des cellules ne produisant pas Arpin se déplacent plus vite et plus li-

néairement que des cellules non modifiées. Ainsi, la protéine Arpin ralentit la formation du lamellipode (et donc la cellule), sans pour autant empêcher la formation d'un autre lamellipode ailleurs dans la membrane, ce qui modifie la trajectoire de la cellule. Chose étonnante, Arpin est activée... par la voie de signalisation qui active le complexe Arp2/3 : une même commande dose localement, en fonction de signaux extérieurs, l'activation et l'inhibition du complexe.

Les biologistes s'intéressent à présent au rôle d'Arpin dans les cellules cancéreuses. Certaines se mettent à migrer, formant des métastases. Parce que la protéine Arpin n'y serait plus produite ? Oui, suggèrent les premières études sur le cancer du sein : Arpin n'est plus exprimée dans les cancers les plus invasifs...

→ Marie-Neige Cordonnier

I. Dang, R. Gorelik, C. Sousa-Brin et al., *Nature*, en ligne le 16 octobre 2013

## Génétique des populations

## Aux origines des juifs ashkénazes

**Q**ui étaient les ancêtres des juifs « ashkénazes » – juifs dont les ascendants récents vivent ou vivaient en Europe centrale et de l'Est ? À cette question débattue depuis longtemps, une équipe internationale menée par Martin Richards, des Universités de Leeds et de Huddersfield, en Grande-Bretagne, apporte un éclairage intéressant.

Selon l'hypothèse dominante, les ancêtres des juifs ashkénazes sont arrivés en Europe en provenance du Proche-Orient vers le I<sup>er</sup> siècle de notre ère, après la destruction de Jérusalem par les Romains. Des unions mixtes avec des Européens de souche auraient

alors conduit à un brassage génétique. D'après une autre thèse, cette population proviendrait principalement d'individus européens qui se seraient convertis au judaïsme. Et, selon certains, les ashkénazes proviennent surtout de conversions massives chez les Khazars, un peuple caucasien dont la classe dirigeante a adopté le judaïsme vers le X<sup>e</sup> siècle de notre ère.

Afin d'éclaircir la question, l'équipe de M. Richards a cherché à reconstruire la généalogie à partir de l'analyse de l'ADN mitochondrial, qui n'est transmis que par les mères. Sur la base d'un grand nombre de données génétiques, elle a trouvé que plus de 80 pour

cent des ADN mitochondriaux des juifs ashkénazes modernes ont une origine européenne. En d'autres termes, la lignée maternelle des juifs ashkénazes remonte principalement à l'Europe occidentale préhistorique !

Quant à la lignée paternelle, d'autres études portant sur le chromosome Y avaient montré une origine très majoritairement proche-orientale. Des hommes plutôt originaires du Levant, des femmes plutôt originaires d'Europe : tel est le tableau que semble dessiner la génétique.

→ Maurice Mashaal

M. D. Costa et al., *Nature Communications*, vol. 4, 2543, 2013



© Bogdan Ionescu/Shutterstock

## Biologie animale

### Des rennes aux yeux d'hiver

**N**oël approche. Pendant que le Père Noël vérifie son traîneau, ses rennes se préparent à l'hiver et à la baisse de luminosité qui l'accompagne. Comment ? En modifiant le fond de leurs yeux. C'est ce qu'ont montré Glen Jeffrey, de l'*University College* de Londres, et ses collègues.

À l'instar de nombreux mammifères, tels les chats, le renne est doté au fond de ses yeux d'une surface réfléchissante, le *tapetum lucidum*, qui augmente la quantité de lumière captée par la rétine. L'été, cette couche est plutôt jaune et réfléchit la lumière reçue dans la direction incidente. En revanche, l'hiver, elle est bleue et diffuse la lumière : la rétine reçoit alors davantage de lumière. Ce changement résulte d'un réarrangement du collagène (des protéines fibrillaires) qui se resserre, probablement en raison de l'augmentation de la pression intraoculaire.

→ **Loïc Mangin**

K.-A. Stokkan et al., *Proc. R. Soc. B*, vol. 280, 20132451, 2013



Les rennes s'adaptent à la faible luminosité hivernale grâce à une modification du *tapetum lucidum*, la surface réfléchissante qui tapisse le fond de leurs yeux : il devient bleu (a) alors que l'été, il est plutôt jaune (b). La barre représente un centimètre.

## Physique des particules

### Pas de matière noire pour LUX

**A**ux États-Unis, au fond d'une mine du Dakota du Sud, à plus de quatre kilomètres de profondeur, le détecteur LUX traque la matière noire. La nature de cette dernière n'est pas encore connue, mais s'il s'agit de particules exotiques, les physiciens espèrent observer leurs collisions avec des atomes de xénon dans la cuve de leur dispositif. Si ces interactions existent, elles sont rares, et les chercheurs ne savent pas exactement avec quelle probabilité elles se produisent. Après trois mois d'enregistrement de données, LUX n'a révélé aucun signal intéressant. Ce résultat négatif permet néanmoins aux physiciens d'exclure des particules candidates au titre de matière noire dont la probabilité d'interaction est relativement élevée. Ainsi, certains signaux mesurés par d'autres expériences, que l'on pouvait éventuellement attribuer à de la matière noire, sont disqualifiés.

→ **S. B.**

D.S. Akerib et al., prépublication (<http://arxiv.org/abs/arXiv:1310.8214>)

# MUSÉUM

NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

..... paléontologie .....



### A worldwide review of fossil and extant glypheid and litogastrid lobsters (Crustacea, Decapoda, Glypheoidea)

Sylvain Charbonnier,  
Alessandro Garassino,  
Günter Schweigert  
& Martin Simpson

583 figures couleur • 20 tableaux • texte en anglais • 220 x 275 mm • relié • 304 p. • 69€ TTC  
ISBN 978-2-85653-706-0 • collection **mémoires**

Ce volume est consacré à la première révision mondiale des glyphées fossiles et actuelles. Ces crustacés forment un groupe particulier de langoustes qui est très diversifié dans le registre fossile. Les glyphées sont apparues au Trias, ont prospéré au Jurassique et ont décliné entre le Crétacé et l'Éocène. Elles étaient considérées comme éteintes jusqu'à la découverte de deux espèces actuelles dans le Pacifique. Depuis 1822, plus de 120 espèces de glyphées ont été décrites et de nombreux problèmes de nomenclature, de taxonomie et de classification se sont accumulés dans la littérature. L'objectif principal de l'ouvrage est, à travers une approche synoptique, de mettre à jour la littérature ancienne et de réviser tous les genres et toutes les espèces de glyphées à partir de leur matériel type. Les diagnoses et les descriptions sont ici présentées de façon standard en utilisant une terminologie commune. Pour la première fois, des traductions en anglais des diagnoses anciennes permettent de comprendre comment a évolué notre conception du groupe des glyphées. La plupart des taxons présentés ici sont richement illustrés : plus de 990 spécimens et 583 figures. La méthodologie ainsi développée par les auteurs est appelée à devenir le standard pour tous les paléocarcinologues.

en vente à la librairie des Publications Scientifiques  
face à la Grande Galerie de l'Évolution



MNHN.FR

### Commandes et renseignements

Muséum national d'Histoire naturelle  
Publications scientifiques  
Case postale 41 • 57 rue Cuvier  
75231 Paris cedex 05  
Tél. 01 40 79 48 05 • Fax 01 40 79 38 40  
diff.pub@mnhn.fr

## Biochimie

## Des terres rares essentielles à certaines bactéries

**L**e cratère volcanique Solfatare, près de Naples, était considéré comme l'entrée des Enfers par les Romains. On y trouve aujourd'hui des mares de boue, chaudes et acides, où vivent des bactéries mal connues. Une équipe de l'Université Radboud de Nimègue, aux Pays-Bas, et une autre de l'Institut Max Planck de recherche médicale à Heidelberg, en Allemagne, ont étudié la bactérie *Methylophilum thermophilum*. Les biologistes ont montré que certaines enzymes synthétisées par la bactérie contiennent des atomes de «terres rares». Ces éléments (cérium, lanthane, pra-

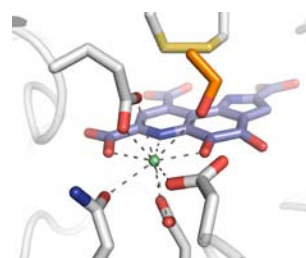
séodyme, etc.) sont essentiels à son métabolisme. Cette observation est étonnante dans la mesure où les terres rares interviennent peu dans les processus biologiques.

*M. thermophilum* se développe dans des conditions extrêmes, avec une température optimale de l'ordre de 50 à 60 °C et un pH acide, compris entre 2 et 5. Comme source d'énergie, elle utilise le méthane, abondant dans les mares. Pour en étudier le métabolisme, l'équipe de l'Université Radboud a cultivé en laboratoire ces micro-organismes. Elle a observé que la bactérie ne se développe qu'en

présence d'eau des mares de la Solfatare, qui contient des terres rares à des concentrations 100 à 1000 fois supérieures à celles trouvées généralement à la surface de la Terre. Thomas Barends et ses collègues ont déterminé la structure d'une des enzymes intervenant dans le métabolisme de la bactérie et ont remarqué un ion métallique non identifié au sein de cette protéine. Après analyse, les deux équipes ont conclu qu'il s'agissait d'un ion de cérium, un élément des terres rares.

→ S. B.

A. Pol et al., *Environmental Microbiol.*, doi : 10.1111/1462-2920.12249, 2013



© T. Barends et al.

Un ion de terre rare (en vert) est niché au cœur d'une enzyme de la bactérie *Methylophilum thermophilum*.



les **conférences**

entrée libre dans la limite des places disponibles

à la Cité des sciences et de l'industrie

**Expérimentation animale : est-elle encore légitime ?**

L'utilisation des "modèles animaux" est-elle encore moralement tenable ? Comment les chercheurs vivent leur pratique ? Existe-t-il des alternatives ?

**> samedi 7 décembre**  
**de 11h à 17h30**

Avec le soutien de



programme complet sur  
**cite-sciences.fr**

## Éthologie

## L'éléphant choisit ce qu'on lui montre du doigt

**P**our attirer l'attention sur un objet, on le pointe souvent du doigt. Anna Smet et Richard Byrne, de l'Université de St Andrews, au Royaume-Uni, ont montré que les éléphants d'Afrique comprennent spontanément ce geste.

Les éléphants étaient confrontés à deux récipients, dont l'un contenait de la nourriture. Sans indice de l'expérimentateur, ils exploraient l'un ou l'autre de façon équiprobable. En revanche, quand l'expérimentateur pointait du doigt le récipient rempli, les animaux le choisissaient dans la plupart des cas, et ce sans y avoir été entraînés.

Les éléphants vivent en sociétés complexes et auraient développé au cours de l'évolution une grande capacité à interpréter les comportements. Pointent-ils aussi des objets de la trompe ? Cela reste à prouver.

→ G. J.

A. Smet et R. Byrne, *Current Biology*, en ligne le 10 oct. 2013

L'éléphant choisit le plus souvent le récipient pointé du doigt par l'expérimentateur.



© Anna F. Smet and Richard W. Byrne

## Sciences sociales

## L'originalité ne fait pas recette

**E**n science, avoir de nouvelles idées est valorisé. Est-ce pour autant un gage de succès ? Des chercheurs américains ont montré que pour avoir un impact élevé – être abondamment cité –, un article scientifique doit introduire une petite part de nouveauté, mais surtout se référer à des travaux connus. Les chercheurs ont analysé près de 18 millions d'articles et ont défini un « score de classicisme » associé aux références classiques, très partagées, et un « score d'originalité » pour les références peu partagées révélant des influences originales.

L'analyse a mis en évidence qu'un ancrage classique est aussi important qu'une part d'originalité, et que la combinaison des deux double les chances d'avoir un impact élevé. Par ailleurs, les articles écrits en équipe sont en général plus originaux, mais aussi plus ancrés dans des travaux classiques.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

B. Uzzi et al., *Science*, 25 octobre 2013

## Géophysique

## La rotation du noyau terrestre enfin comprise ?

**L**a Terre tourne sur elle-même vers l'Est en quasiment 24 heures. Il n'en va pas de même de son noyau. Le noyau interne, en fer solide, tourne dans le même sens, mais plus vite. Le noyau externe, constitué de fer liquide, tourne pour sa part en sens inverse, vers l'Ouest ! Philip Livermore, de l'Université de Leeds, en Grande-Bretagne, et ses collègues ont montré que ces mouvements du noyau sont liés et contrôlés par le champ magnétique terrestre.

La circulation du fer dans le noyau liquide engendre, par effet dynamo, le champ magnétique terrestre (de l'ordre de  $10^{-4}$  tesla à la surface de la planète). Les géophysiciens ont observé depuis longtemps que ce champ se décale vers l'Ouest, ce qui suggère que le noyau liquide est animé d'un mouvement similaire. En outre, l'analyse de l'aimantation rémanente des roches montre que sur les 3 000 dernières années, le champ magnétique s'est déplacé vers l'Ouest à une vitesse variable, mais aussi vers l'Est. Rappelons qu'en se refroidissant après avoir été chauffées, certaines roches enregistrent l'orientation du moment magnétique : c'est l'aimantation rémanente.

L'étude des ondes sismiques qui se propagent dans tout le

globe terrestre a par ailleurs révélé que le noyau interne tourne vers l'Est et devance en moyenne le mouvement de la surface de la planète de quelques degrés par an.

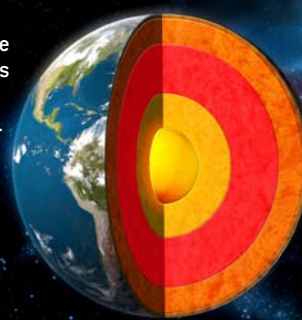
P. Livermore et ses collègues se sont intéressés à l'interaction des composantes du noyau et du champ magnétique. Ils ont mis au point une simulation en trois dimensions du centre de la planète qui permet d'étudier des scénarios où la viscosité du fer liquide (qui n'est pas précisément connue) est 100 fois inférieure à celle des simulations précédentes. Cette viscosité joue un rôle crucial dans la dynamique du fluide ferreux et, par conséquent, sur l'effet dynamo et la structure du champ magnétique.

Avec leur simulation, les géologues ont ainsi mis en évidence que, dans des régimes de faible viscosité, certains couples de forces deviennent importants. Ces couples d'axe Nord-Sud agissent, les uns sur la partie la plus externe du noyau liquide, les autres dans le noyau solide. Ils ont la même intensité, mais des sens opposés. De quoi expliquer les mouvements opposés des noyaux interne et externe ?

→ S. B.

P. W. Livermore et al., *PNAS*, en ligne, 16 septembre 2013

Le noyau solide et le noyau liquide de la Terre ont des mouvements de rotation opposés.



© Andrea Danil/Shutterstock.com

## En bref

### Climat et activité humaine

La vitesse du réchauffement climatique n'est pas constante. Selon une analyse statistique réalisée au Centre des sciences de l'atmosphère de Mexico, on constate des ralentissements quand les pratiques changent. Ce fut le cas à partir de 1989 avec la réduction des émissions de gaz à effet de serre due à une nouvelle législation, et lors de trois périodes de faible activité économique qui ont diminué les émissions de dioxyde de carbone : les deux guerres mondiales et la Grande Dépression. Encore une preuve de l'influence humaine ?

### Entendre avec les yeux

Les implants cochléaires, des neuroprothèses qui stimulent le nerf auditif, permettent à des personnes devenues sourdes de suivre une conversation. Toutefois, le niveau de récupération est inégal. Kuzma Strelnikov, du CNRS, et ses collègues, ont montré qu'il est lié au degré d'activation de certaines aires cérébrales, tel le cortex visuel, lors de tests simples juste après la pose de l'implant. Ils l'expliquent notamment par l'importance de la lecture sur les lèvres dans la compréhension de la parole.

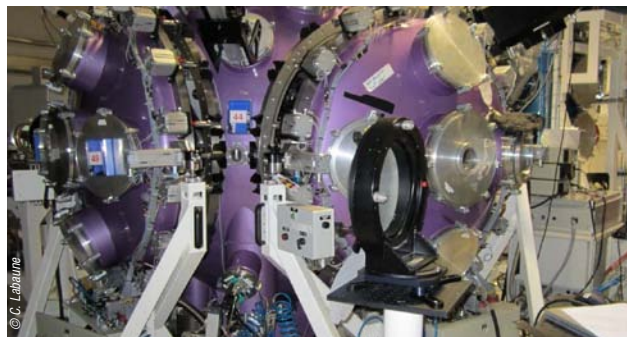
## Physique

# La fusion hydrogène-bore en progrès

**L**a fusion hydrogène-bore est une alternative à la fusion deutérium-tritium, et une équipe franco-américaine vient de multiplier par 100 le taux de telles réactions de fusion obtenues.

C'est en 2005 qu'une équipe russe a réalisé pour la première fois la fusion entre un atome d'hydrogène et un atome de bore 11, produisant trois atomes d'hélium 4 et de la chaleur. La masse du bore est bien supérieure à celles du deutérium et du tritium, de sorte que la température du plasma doit être dix fois supérieure à celle que nécessite la fusion deutérium-tritium avec gain d'énergie. Néanmoins, les physiciens russes avaient obtenu un millier de réactions en tirant des impulsions laser picosecondes ( $10^{-12}$  seconde) sur du bore.

Autour de Christine Labaune, de l'École polytechnique, l'équipe franco-américaine a amélioré ce



La chambre expérimentale où a été réalisée l'expérience de fusion.

principe en dirigeant un torrent de protons arrachés à une feuille d'aluminium vers l'échantillon de bore au moment même où celui-ci passait à l'état de plasma à l'aide d'une impulsion laser nanoseconde ( $10^{-9}$  seconde). Les chercheurs ont ainsi déclenché 100 fois plus de fusions qu'en 2005.

Même si le résultat obtenu est loin du seuil de production d'énergie, ce changement d'échelle est encourageant pour la voie

hydrogène-bore, dont l'immense intérêt est de ne pas produire, contrairement à la fusion deutérium-tritium, de neutrons rapides qui détruisent tous les matériaux.

Peut-être une combinaison astucieuse de lasers, de particules accélérées et autres combustibles adaptés nous offrira-t-elle enfin une fusion exploitable industriellement ?

→ F. S.

Nature Comm., 8 octobre 2013

## Paléontologie

# 310 millions d'années d'insectes modernes

**I**l y a 65 millions d'années, une grande crise balaie les dinosaures, épargnant quelques espèces de mammifères. S'ensuit une explosion de la biodiversité de ces derniers, qui sont aujourd'hui les nouveaux maîtres de la Terre. Maîtres ? Oui chez les vertébrés, mais pas chez les invertébrés, où ce sont les insectes présentant quatre stades de développement (les holométaboles) qui dominent. Or avec des collègues, André Nel, du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, vient de prouver que cet ensemble à l'origine de la quasi-totalité des insectes actuels existait déjà il y a quelque 310 millions d'années.

Les chercheurs ont en effet retrouvé dans les blocs de charbon d'un terril à Avion, dans le Pas-de-Calais, cinq espèces d'insectes datant de l'étage du Carbonifère (358,9 à 298,9 millions d'années) nommé Moscovien (317,2 à 307 millions d'années). Les cinq espèces sont *Avioxyela gallica* (une espèce volante partageant des caractères avec les hyménoptères), *Stephanastus polinae* (apparentée aux coléoptères), *Metabolarva bella* (une larve difficile à rapprocher d'un ordre existant), *Aviorrhyncha magnifica* (un membre ancien de l'ordre des hémiptères) et *Westphalopsocus pumilio* (un psocoptère). Ces in-

sectes mesuraient manifestement quelques dizaines de millimètres et non pas des dizaines de centimètres, comme la plupart des insectes du Carbonifère connus jusqu'à présent, telle la libellule géante *Meganeura monyi*, dont les ailes avaient une envergure de 70 centimètres. Selon A. Nel, cette différence d'échelle explique sans doute pourquoi les holométaboles du Carbonifère sont passés inaperçus. Toutefois, ils ont existé et vécu dans l'ombre des insectes géants, comme nos ancêtres mammifères ont vécu dans celle des dinosaures.

→ F. S.

Nature, en ligne le 16 octobre 2013



© A. Nel

L'aile antérieure d'*Aviorrhyncha magnifica*, le plus ancien hémiptère jamais trouvé, qui date du Carbonifère supérieur (environ 310 millions d'années).

## Neurobiologie

## Hippocampe et tentations

**P**ourquoi certaines personnes résistent-elles aux plaisirs immédiats et pensent-elles aux bénéfices qu'elles en tireront à long terme, alors que d'autres cèdent rapidement ? L'équipe de Mathias Pessiglione, de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière à Paris, a montré que l'hippocampe, siège cérébral de la mémoire épisodique, joue un rôle central dans la prise de décision, notamment parce qu'il permet aussi d'imaginer des événements futurs. Les neurobiologistes ont présenté à une vingtaine de volontaires, par exemple, des aliments soit sous forme de photographies (pour les récompenses accessibles immédiatement), soit sous forme de textes (pour les récompenses futures que les participants devaient imaginer). Les sujets faisaient leur choix pendant qu'on enregistrerait leur activité cérébrale. Par rapport aux individus optant pour la récompense immédiate, ceux qui choisissaient les récompenses imaginées – à long terme – présentaient un hippocampe plus actif. Imaginer une récompense différée nécessite un effort mental, ce qui expliquerait pourquoi on cède souvent à la tentation...

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

M. Lebreton et al., *PLoS Biology*, en ligne le 22 octobre 2013

## Astrophysique

## La lentille gravitationnelle la plus lointaine

**C**ertains objets sont si éloignés dans l'Univers que même les plus puissants télescopes ne peuvent les observer. Mais il existe des sortes de télescopes naturels qui peuvent amplifier la lumière provenant d'objets lointains et les rendre visibles : les lentilles gravitationnelles. Ce phénomène, expliqué par la théorie de la relativité générale d'Einstein, permet aux astronomes d'observer des galaxies extrêmement éloignées. Il nécessite qu'un corps massif soit présent sur la ligne de visée d'une source lumineuse. Les rayons lumineux de la source

sont déviés et focalisés, ce qui augmente l'intensité perçue.

Arjen van der Wel, de l'Institut Max-Planck d'astronomie à Heidelberg, et ses collègues ont ainsi observé une galaxie dont la lumière met 12,2 milliards d'années pour nous parvenir. Une autre galaxie joue le rôle de lentille gravitationnelle. Depuis la lentille, la lumière met 9,4 milliards d'années pour arriver sur Terre, ce qui en fait la lentille gravitationnelle la plus lointaine connue.

→ S. B.

A. van der Wel et al., à paraître dans *The Astrophysical Journal Letters*, 2013



**LES RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM**

Partagez les savoirs

Entrée gratuite

**CONFÉRENCES** Cycle : Le Grand Herbier

Lundi 2 décembre — 18h

Un herbier : des plantes et des concepts

B. Denetière, maître de conférences, botaniste, dép. Systématique et Évolution, Muséum

**UNE EXPO / DES DÉBATS**

Lundi 9 décembre — 18h

L'herbier moléculaire, entre émerveillement et innovation

L. Allorge, botaniste, attachée au Muséum

B. Nay, chimiste, dép. Régulations, développement et diversité moléculaire, Muséum

D. Olivier, vice-présidente de la Fondation de la Maison de la Chimie

**RENCONTRE AUTOUR DE...**

Lundi 16 décembre — 18h

De la rénovation de l'herbier national à sa numérisation

O. Poncy, spécialiste de la flore de Guyane, chef du chantier botanique, Muséum

M. Pignal, botaniste, responsable de la valorisation de l'Herbier virtuel

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire

**Au Jardin des Plantes**

Détails sur [jardindesplantes.net](http://jardindesplantes.net), dans "l'agenda du jardin"

**COURS PUBLICS** Cycle : À la recherche de nos origines

G. Levi, directeur de recherches au CNRS, biologiste du développement, dép. Régulations, Développement, Diversité moléculaire, Muséum

Jeudi 12 décembre — 18h

Le vieillissement et la mort : le cycle du vivant, un processus réversible ?

Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier



## Environnement

### Qualité de l'air et développement *in utero*

**D**epuis quelques décennies, si les émissions de plusieurs polluants atmosphériques ont diminué en Europe, d'autres polluants, tels que les particules fines (inférieures à dix micromètres), l'ozone et le dioxyde d'azote, restent en concentrations importantes dans l'air, entraînant diverses pathologies respiratoires, cardio-vasculaires, immunitaires et neurologiques. Une vaste étude coordonnée en France par Rémy Slama, de l'Institut Albert Bonniot (U823 Inserm), à Grenoble, montre à présent que les particules fines et le dioxyde d'azote ont aussi un impact sur le développement des fœtus.

En réunissant les données de 14 cohortes conduites dans 12 pays européens, les épidémiologistes ont extrait et analysé les informations concernant 74 000 femmes ayant accouché entre 1994 et 2011, et ont évalué les concentrations en particules fines et en dioxyde d'azote à leur domicile durant leur grossesse. Ils ont ainsi observé que l'exposition de femmes enceintes aux particules fines inférieures à 2,5 micromètres, au dioxyde d'azote ou à un trafic routier dense augmente le risque de donner naissance, à terme, à des bébés de petit poids (inférieur à 2,5 kilogrammes), plus fragiles. Et ce, même si les concentrations sont inférieures à la limite légale imposée par l'Union européenne (25 microgrammes par mètre cube). En particulier, une exposition *in utero* est associée à une réduction de la circonférence crânienne moyenne à la naissance.

Si l'on parvenait à limiter les émissions de ces particules fines à dix microgrammes par mètre cube (une recommandation de l'Organisation mondiale de la santé), 22 pour cent des cas de bébés ayant un petit poids de naissance à terme pourraient être évités, concluent Rémy Slama et ses collègues. Aujourd'hui, selon le dernier rapport sur la qualité de l'air en Europe publié en octobre par l'Agence européenne pour l'environnement, 90 pour cent de la population urbaine européenne sont exposés à des concentrations supérieures...

→ M.-N. C.

M. Pedersen et al., *The Lancet Respiratory Medicine*, 2013

## Biologie moléculaire

### Des abeilles qui ont disparu avec les dinosaures

**L**a chute sur Terre d'une météorite géante qui a vraisemblablement entraîné l'extinction des dinosaures a-t-elle épargné les insectes ? Oui, mais une étude réalisée par Sandra Rehan, de l'Université du New Hampshire, aux États-Unis, et ses collègues suggère qu'une famille d'abeilles a aussi connu une extinction massive.

Les biologistes ont utilisé une méthode phylogénétique consistant à reconstruire l'arbre évolutif des abeilles. Ils se sont concentrés sur une sous-famille ancienne et diversifiée, celle des xylocopes (*Xylocopinae*). Leurs résultats montrent que l'origine de cette sous-famille remonte à

environ 100 millions d'années, ce qui est cohérent avec de précédentes estimations.

Ils révèlent aussi une stagnation du nombre d'espèces commençant avant l'extinction des dinosaures et se terminant peu après. Pour les biologistes, qui se fondent également sur certaines données paléontologiques, cela traduit une diversification intense annulée par une extinction brusque et massive. Cependant, selon André Nel, du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, ces résultats sont à prendre avec prudence, car on manque de fossiles d'insectes pour les confirmer.

→ G. J.

S. Rehan et al., *PLoS One*, 2013

Une abeille actuelle de la sous-famille des xylocopes.



© Sandra Rehan

## DERNIÈRE minute...

### PETITE OU GRANDE BOUCHE

La larve de ver *Pristionchus pacificus* peut, selon les conditions environnementales, développer une grande bouche de prédateur ou une petite bouche pour manger des bactéries. Ainsi, si la population de vers est grande ou si la nourriture est rare, le ver développera une grande bouche. L'équipe de Ralf Sommer, de l'Institut Max-Planck de biologie du développement à Tübingen, en Allemagne, a identifié le gène *eud-1*, qui sert à sélectionner l'une ou l'autre

des deux formes. On nomme plasticité phénotypique la capacité d'un organisme à exprimer différents phénotypes selon l'environnement.

### REGARD ET AUTISME

Les enfants autistes évitent le contact visuel. Cette caractéristique, qui aide à établir le diagnostic après deux ans, serait en fait décelable dès l'âge de deux mois, selon une étude de Warren Jones et Ami Klin, du Centre d'autisme Marcus à Atlanta (États-Unis). En suivant

110 enfants depuis la naissance, dont 13 sont devenus autistes, ils ont montré que le contact visuel des enfants autistes s'est réduit entre deux et six mois, alors qu'il était normal auparavant. Pourrait-on utiliser un tel dépistage pour prendre en charge plus tôt les enfants concernés ?

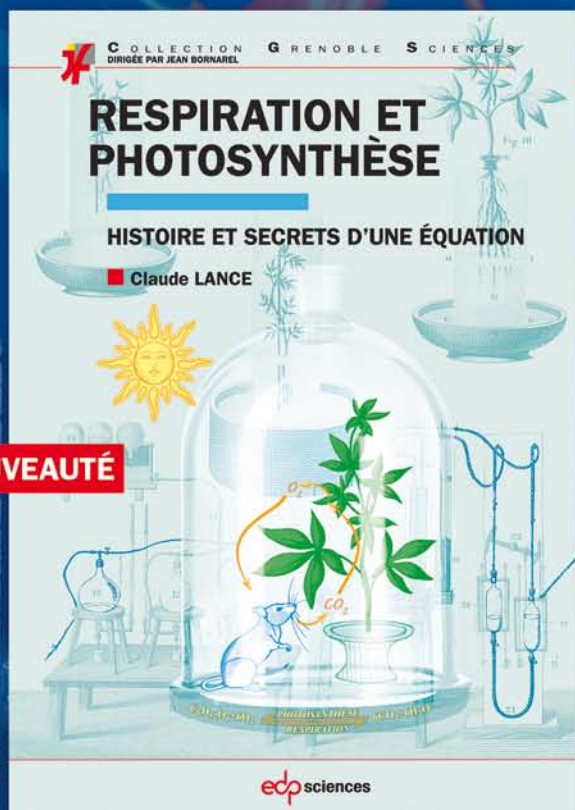
Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)



# GRENOBLE SCIENCES

■ CONSEIL ■ EXPERTISE ■ LABELLISATION ■ ÉDITION

GRENOBLE SCIENCES est un centre de conseil et d'expertise.  
Le label *Grenoble Sciences* n'est attribué qu'aux ouvrages  
ayant atteint la qualité scientifique et pédagogique optimale.



■ Pour cette fin d'année 2013,  
Grenoble Sciences vous propose une sélection  
de livres à glisser sous le sapin de Noël ! ...  
(éditeur EDP Sciences)



... et d'autres ouvrages pour divers publics  
à découvrir sur le site de Grenoble Sciences.

## POUR COMMANDER

Ces ouvrages sont en vente dans le rayon Sciences des librairies ou sur internet :  
<http://www.edition-sciences.com>

■ GRENOBLE SCIENCES

<http://www.grenoble-sciences.com>

Université  
Joseph Fourier  
GRENOBLE

Grenoble Sciences, Université Joseph Fourier, Bât. B de Phitem,  
230 rue de la Physique – BP 53, 38041 Grenoble cedex 9  
Tél. (33)4 76 51 46 95 – Fax. (33)4 76 51 45 79  
Email : [Grenoble.Sciences@ujf-grenoble.fr](mailto:Grenoble.Sciences@ujf-grenoble.fr)

Rhône-Alpes Région