

■ POUR LA SCIENCE

Juillet 2011 - n° 405

www.pourlascience.fr

Édition française de Scientific American

L'HYDROGÈNE

Une énergie propre pour demain ?

Le zéro absolu

Un piège inspiré
du démon de Maxwell

Crises de conscience

L'étude de l'épilepsie éclaire
diverses facettes de la conscience

Sexualité

Les vertébrés s'accouplent
depuis 375 millions d'années

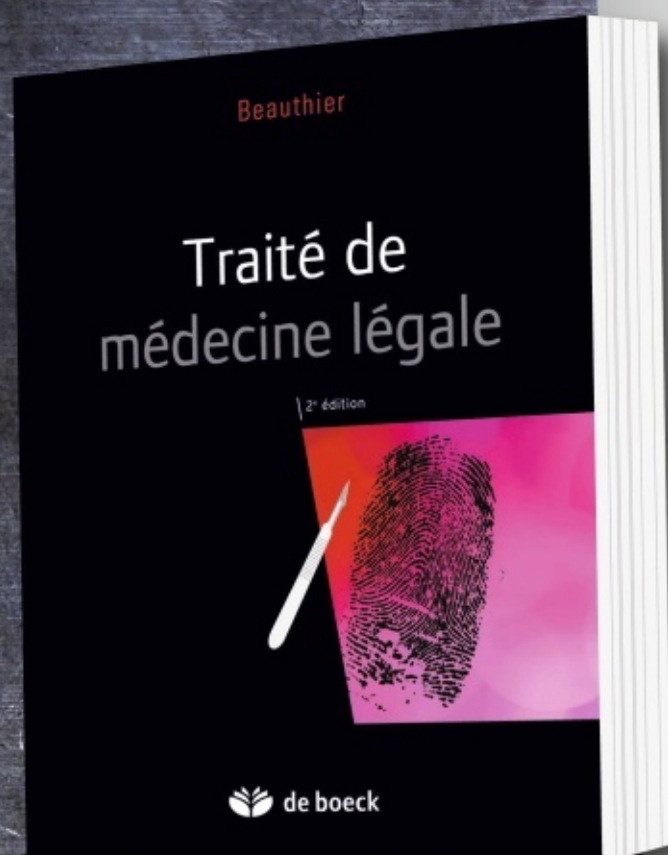


M 02687 - 405 - F: 6,20 €



France métro : 6,20 € - DOM s : 7,30 € - BEL : 7,20 € - CH : 12 FS - CAN : 10,95 \$ can - Grèce : 7,60 € - LUX - Italie - PORT cont : 7,20 €
- AND : 6,20 € - ALL : 9,30 € - MAR : 60 DH - TUN : 6,70 TND - REU av : 9,30 € - TOM surf : 980 F CFP - TOM av : 1770 F CFP

Traité de médecine légale 2^e édition



Parution mai 2011
1040 pages - 110 €



Sous la direction de Jean-Pol Beauthier

Médecin légiste, docteur en sciences médicales. Il est responsable du master complémentaire en médecine légale et enseigne cette discipline à l'Université Libre de Bruxelles mais également à l'École régionale et intercommunale de Police de Bruxelles, à l'Institut de Formation Judiciaire et à l'École nationale de Recherche de la Police fédérale. Il est collaborateur scientifique à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (département de paléontologie, laboratoire d'anthropologie).

Un ouvrage unique en langue française, fruit d'une collaboration regroupant des scientifiques belges, français et suisses.

Apports de la 2^e édition

- De nouvelles notions intéressant la biomécanique osseuse, les traumatismes osseux, l'anthropologie physique et la paléopathologie, l'effet des hautes températures sur la voûte crânienne, les nouveautés à propos de l'âge au décès, ont été apportées grâce au dynamisme des médecins légistes, anthropologues, biomécaniciens et autres scientifiques passionnés par l'anthropologie sous toutes ses formes.
- L'imagerie médicale a permis de combler certains aspects difficiles, et notamment la traumatologie laryngée.
- L'évolution de la balistique a nécessairement conduit à la révision de ce chapitre.
- Il en est de même de la génétique, où les aspects de l'analyse de l'ADN ancien ont été introduits.
- La toxicologie a été modernisée et complétée de manière majeure.
- L'hyperthermie maligne, syndrome redoutable s'il en est, a bénéficié d'une révision actualisée de la littérature médicale.
- Références bibliographiques complétées et actualisées.

Ce livre s'adresse aux :

Professeurs et étudiants en médecine légale et criminologie, médecins légistes, médecins praticiens généralistes et spécialistes, policiers et auxiliaires de police, juristes.

En librairie et
sur www.deboeck.com

 **de boeck**

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, Bénédicte Salthun-Lassalle

Dossiers Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Rédacteur : Guillaume Jacquemont

Cerveau & Psycho

L'Essentiel Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

Directrice artistique : Céline Lapet

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenot,

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Ifedayo 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 :

Michel Arthur, David Baratoux, Xavier Bonnet, Cécile Chevrier,

Frédéric Chevy, Jean-Philippe Chippaux, Gaël Clément,

Serge Crouzy, Étienne Dombre, Sophie Gallé-Soas,

Marion Guillaume, Edith Heard, Étienne Kœchlin, Sid Kouider,

Bruno Malaizé, Mickaël Naassila, Christophe Pichon,

Alberto Podjarny, Emili Saló, Daniel Tacquenot.

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

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

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 : 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 conte-
nus 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'adop-
tation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le
nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific Ame-
rican, 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-Augus-
tins - 75006 Paris).



Démons maîtrisés

Pierre Simon de Laplace (1749-1827) imagina qu'un esprit supérieur qui connaîtrait à un instant donné tous les mouvements des composantes de l'Univers pourrait en prédire l'état n'importe quand dans le futur. Le démon de Laplace est une expérience de pensée qui matérialise le déterminisme, selon lequel tous les événements physiques, quelle que soit leur échelle, obéiraient aux lois de causalité. Comme celui de Laplace, le démon de Maxwell a une connaissance parfaite du monde, mais à l'échelle des molécules. Le physicien James Clerk Maxwell (1831-1879) – le père de l'électromagnétisme – imagina qu'un démon pourrait trier les molécules d'un gaz en fonction de leur vitesse, et les séparer, au moyen d'une cloison qu'il commanderait, en une partie froide et une partie chaude. Un tel tri viole les lois de la thermodynamique.

Or des physiciens ont mis au point un dispositif expérimental qui joue le rôle du démon de Maxwell et permet d'atteindre des températures proches du zéro absolu. Outre les applications techniques envisagées, ce superfroid pourrait révéler des états inédits de la matière,

Un démon plus facétieux que diabolique

voire permettre de sonder les propriétés de l'antimatière (voir *Un démon de Maxwell pour refroidir les atomes*, page 56).

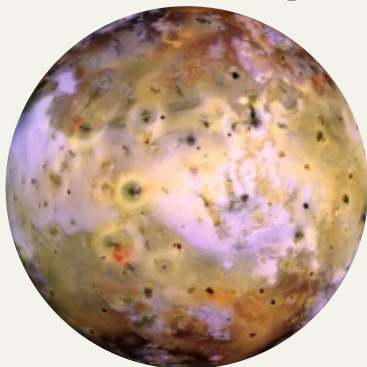
Au ^{VI} siècle avant notre ère, Socrate lui-même fit appel à un démon. Pour lui, il s'agissait d'une force invisible ou d'une voix intérieure qui l'empêchait d'accomplir une mauvaise action au moment où il en ressentait l'impulsion. Le démon de Socrate a été interprété comme la première expression de la notion de conscience. Or certains neurobiologistes qui étudient la conscience suivent des personnes épileptiques. Plus que toute autre, l'épilepsie a longtemps été considérée comme une manifestation de quelque démon. Aujourd'hui, l'étude des troubles du comportement qui lui sont associés permet de préciser quelques caractéristiques de la conscience, un champ d'étude encore quasi vierge (voir *Les crises de la conscience*, page 40).

Mais le démon de Socrate tenait plus du bon génie que de l'esprit maléfique. Celui de Maxwell était plus facétieux que diabolique. Celui de Laplace était-il trop ambitieux ? Les scientifiques qui cherchent à prévoir le climat futur le pensent sans doute, car ils ne parviennent pas (encore ?) à débarrasser leurs modèles de toute incertitude (voir *Une bande de précipitations mouvante*, page 62).

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

Actualités

- 6 **Un océan de magma sous lo**



- 7 **ADN-ARN : une copie infidèle**
 12 **La danse des chromosomes X**
 12 **L'argent espagnol d'Europe et d'Amérique**
 ... et bien d'autres sujets.

- 14 **ON EN REPARLE**

Opinions

- 16 **POINT DE VUE**
Vitamine D : des insuffisances à éliminer
Laure Esterle
- 17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
L'innovation au service des plus pauvres
Patrick Kohler
- 20 **VRAI OU FAUX**
Le CO₂ est-il le principal gaz à effet de serre ?
Hervé Le Treut
- 22 **QUESTIONS OUVERTES**
Le baclofène : un relaxant musculaire efficace contre la dépendance à l'alcool ?
Jean-Pol Tassin
 D'un côté, les « résolument pour ». De l'autre, les « foncièrement sceptiques ». Pour dépasser les luttes d'opinions, des études scientifiques validées sont indispensables.

À LA UNE

26 ÉNERGIE

L'hydrogène, une énergie propre pour demain ?

V. Artero, N. Guillet, D. Fruchart et M. Fontecave

Produire de l'hydrogène, le stocker et le convertir en électricité à la demande est désormais possible. Pour que la filière hydrogène devienne compétitive, il reste à en réduire le coût. Les chimistes s'inspirent de bactéries pour perfectionner les catalyseurs utilisés.



36 ÉNERGIE

De l'énergie issue des feuilles artificielles

Antonio Regalado

La photosynthèse utilise la lumière du Soleil et l'eau pour produire de l'énergie. Pourrait-on imiter ce procédé naturel pour obtenir de l'hydrogène ?

40 NEUROSCIENCES

Les crises de la conscience

Don Tucker et Mark Holmes

En observant comment la conscience est altérée lors de certaines crises d'épilepsie, les neuroscientifiques comprennent mieux son fonctionnement normal et découvrent des réseaux cérébraux impliqués.

52 TECHNIQUES MÉDICALES

Les gélules robots

Paolo Dario et Arianna Menciassi

Un voyage dans le corps humain n'est plus du domaine de la science-fiction. De minuscules « robots » pourraient bientôt aider au diagnostic, effectuer des interventions chirurgicales et administrer des médicaments.

56 **PHYSIQUE** Un démon de Maxwell pour refroidir les atomes

Mark Raizen

Une expérience de pensée du XIX^e siècle inspire une technique permettant de manipuler des atomes afin de les ralentir et d'abaisser leur température à des valeurs proches du zéro absolu.

62 **CLIMATOLOGIE** Une bande de précipitations mouvante

Julian Sachs et Conor Myhrvold

En cartographiant les précipitations équatoriales sur le Pacifique depuis l'an 800, les scientifiques reconstituent les déplacements de la ceinture pluviale. Ils obtiennent ainsi un aperçu de l'évolution du climat tropical d'ici 2100.

68 **PALÉONTOLOGIE** Premiers accouplements

John Long

Depuis quand les animaux supérieurs s'accouplent-ils pour procréer? La découverte de fossiles de poissons archaïques, vieux de 375 millions d'années, offre une réponse à la question et éclaire notre propre évolution.



74 **BIOLOGIE ANIMALE** Le serpent à tentacules, un tueur né

Kenneth Catania

Le serpent à tentacules utilise ses appendices pour repérer sa proie et d'ingénieuses stratégies pour la capturer. Et ce, dès la naissance: son comportement de chasse est ancré dans ses gènes.

Regards

78 **HISTOIRE DES SCIENCES**

La controverse du gaz d'éclairage

Jean-Baptiste Fressoz

En 1823, la construction d'une immense usine à gaz rue du Faubourg Poissonnière, à Paris, déclenche une si vaste polémique que le gouvernement demande une expertise à l'Académie des sciences...

82 **LOGIQUE & CALCUL**

Le défi des faibles complexités

Jean-Paul Delahaye

Comme les très petites durées ou longueurs, les faibles complexités sont délicates à estimer. Paradoxalement, leur évaluation exige des calculs colossaux.

88 **ART & SCIENCE**

Le ciel se couvre chez Murillo

Loïc Mangin

90 **IDÉES DE PHYSIQUE**

Scintillations estivales

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**

Le temps des cerises

Hervé This

94 **À LIRE**

Sur la totalité des numéros:

deux encarts d'abonnement pages 24 et 25.

Encarts commande de livres et abonnement pages 72 et 73.

En couverture: © Shutterstock/Gualtiero Boffi

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

→ LA RARE EXPERTISE DU CAPITAINE HADDOCK

Il est dommage que les injures soient, comme tous les mots, dotées d'un sens.

Quand vous êtes furieux contre quelqu'un, c'est une limitation, puisque cela les empêche de jouer le rôle que vous en attendez : dire tout le mal qu'il y a à dire de cet individu pire que tout ce qu'on peut dire ! L'injure idéale aurait une puissance de destruction absolue. Elle frapperait dans toutes les directions, comme une bombe atomique, et, dans chaque direction, elle serait d'une précision aussi dévastatrice qu'un rayon laser bien ajusté. Hélas, en l'état actuel du langage, les injures ont toujours un sens soit trop étroit, soit trop vague, si bien qu'aucune ne parvient à exprimer ce que vous ressentez. Voilà pourquoi, quand ça chauffe, il vous reste pour seule ressource, hélas plus théorique que pratique, de traiter l'autre de tous les noms.



→ LA CRITIQUE N'EST PAS SI AISÉE !

Limites de la critique rationnelle. Le malade qui, souffrant le martyre malgré les efforts des médecins, se décide à consulter un charlatan agit de façon rationnelle : tout ce dont il espère la fin de ses souffrances est justifié. Le charlatan agit aussi de façon rationnelle : tout ce qui peut l'enrichir est bon.

La seule critique possible repose sur la morale, non sur la raison. Et encore,

elle ne peut s'appliquer qu'au charlatan. Qualifier d'immorale la conduite d'un malade qui se débat au milieu de grandes souffrances serait déplacé.

Contrairement aux idées reçues, critiquer n'est pas facile.

→ LES ALÉAS DU HASARD

Paradoxe. Les sciences ont fait de grands progrès dans l'étude du hasard. Or rien n'a changé quant au rôle que le hasard tient dans nos vies : surprises et accidents nous bousculent comme ils bousculent les hommes depuis toujours.

C'est que le hasard des sciences est fort différent de celui de la vie courante. Il se situe à l'intérieur d'un cadre fixé, au sein duquel on peut en donner une définition opérante. Cela permet d'aborder des questions comme : dans le cadre des suites de nombres, telle ou telle suite relève-t-elle du hasard ? Dans la vie, le hasard naît au contraire d'un changement de cadre imposé par l'intrusion d'un événement que nul n'attendait. Au moment où je me demande si la suite de nombres relève du hasard, je n'envisage pas le hasard d'une tout autre espèce qui, peut-être, va faire tomber sur mon bureau un avion en perdition et me sortir sans ménagement du cadre approprié à mon étude. Les sciences analysent un hasard appriivoisé, la vie affronte un hasard sauvage.

Quant aux vieux procédés, ils n'ont pas pris une ride. Aujourd'hui comme hier, la pièce lancée en l'air décide de qui engage le match, l'urne contient les sujets d'examen parmi lesquels chaque candidat tire le sien, le loto enrichit l'État en faisant rêver les naïfs. Ces procédés sont d'une curieuse nature intermédiaire. Comme dans la vie courante, ils font changer de cadre, mais, comme en sciences, la situation reste sous contrôle. Ainsi, quand des enfants se disputent un objet, on propose de tirer le vainqueur à la courte paille ; on espère que ce jeu de hasard se substituera à leur querelle et y mettra fin. Cette irruption du hasard est cependant maîtrisée par l'adulte qui tente de ramener le calme.

Le hasard usuel ne pourra relever des sciences que le jour où nous serons à l'abri des imprévus nous forçant à sortir du cadre où nous pensions rester. Inconcevable bouleversement de la condition humaine ! Parions plutôt qu'une part immémoriale d'impondérable demeurera toujours hors d'atteinte de toute science.

« Le Conseil constitutionnel n'a rien laissé au hasard : il est allé jusqu'à tirer au sort l'ordre de passage des candidats » [Gérard Genette, *Bardadrac*, Seuil, 2006, p. 246].

→ MA LIONNE SUPERBE ET GÉNÉREUSE...

On peut s'amuser à trouver chez les animaux un analogue à presque toutes les professions humaines. Musicien : le rossignol. Artiste plasticien : le paon faisant la roue. Ingénieur : le castor construisant un barrage. Pilote : l'oiseau migrateur. Géomètre : l'araignée tissant sa toile. Manipulateur génétique : l'insecte pollinisateur. Spéléologue : la taupe. Ouvrier spécialisé : la fourmi. Agent multiple : le caméléon. Philosophe : la chouette [qui, comme la raison, s'éveille tard]. Quant à s'approprier le bien d'autrui par la force, la ruse ou le parasitisme, ou à prendre le pouvoir dessus, rien d'étonnant à ce que ces procédés constituent l'essence de tant de professions : ils sont omniprésents dans le monde animal.

Le langage familial fait toutefois des distinctions. Il dira volontiers qu'une fourmi traînant sa charge, ou un castor construisant un barrage, travaillent ; il ne le dira pas d'une lionne aux aguets. Pourtant, l'activité de celle-ci s'inscrit dans une organisation



collective et une division des tâches semblable à celle des métiers humains : la lionne ne chasse pas uniquement pour satisfaire son besoin immédiat, mais aussi pour nourrir le mâle et les petits. Seulement voilà. Cette activité n'est pas sans rappeler celle des mères de famille, dont on ne reconnaît pas toujours qu'elles exercent une forme de travail. Machisme, quand tu nous tiens...

→ UNE PALETTE DE SONS

La science actuelle analyse les bruits selon... leur couleur ! Hallucination de sa part ? Non. Il y a une analogie entre ondes sonores et ondes lumineuses. Hélas, la définition de la couleur d'un bruit, fondée sur cette analogie, est trop technique pour éclairer la lanterne des non-scientifiques. Elle ne permet pas de donner toute sa rigueur à l'expression, fréquente en musique, de « couleurs de l'orchestre ».



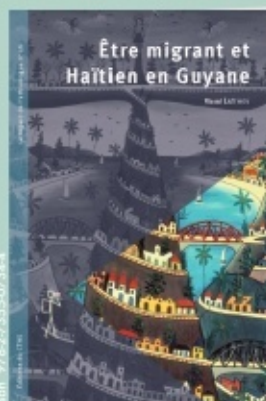
Cependant, point n'est besoin de comprendre la définition pour écouter des exemples sur Internet. Nouvelle déception. Une oreille profane ne voit pas ce qu'il y a de bleu, de rose ou de violet dans les divers grésillements grisâtres, agressifs, disgracieux et désagréables qui sont proposés.

Si on veut en *entendre* de toutes les couleurs, mieux vaut lire le sonnet « Voyelles » : « A noir, E blanc, I rouge, U vert, O bleu »... Mais Rimbaud, poète, pratiquait le « dérèglement de tous les sens ». La science n'invite pas à se comporter ainsi. Pas étonnant, alors, que sa polychromie sonore soit peu parlante !

Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

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

Le regard de l'ethnologue n° 26



Être migrant et Haïtien en Guyane
Maud Laëthier
Préface de Marie-José Jolivet

320 pages
ill. noir et blanc
16 x 24 cm
26 €

CTHS Histoire n° 45



La province antiquaire
L'invention de l'histoire locale
en France (1800-1870)
Odile Parsis-Barubé

464 pages
15 x 22 cm
28 €

CTHS Histoire n° 43



Hommes de la vigne et du vin
Sous la direction de Sophie Delbrel
et Bernard Gallinato-Contino

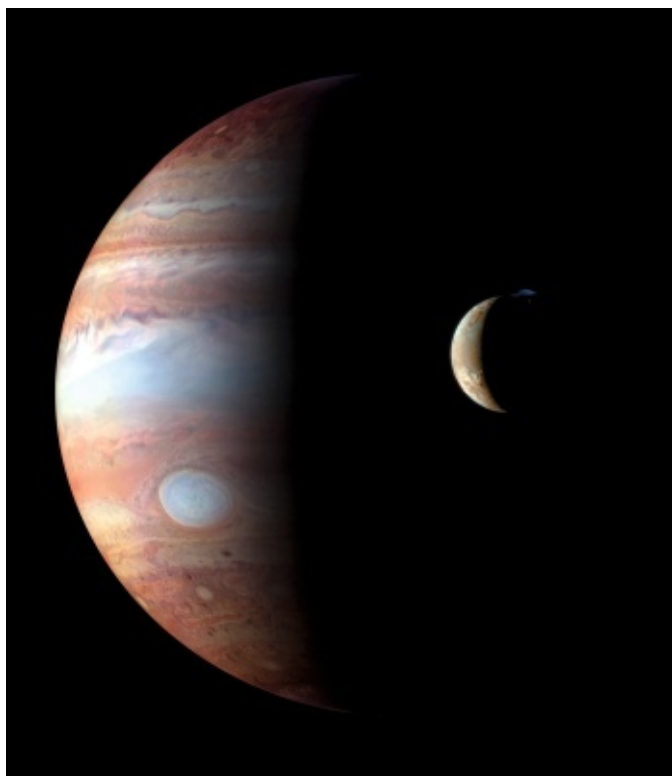
208 pages
ill. noir et blanc
15 x 22 cm
20 €

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

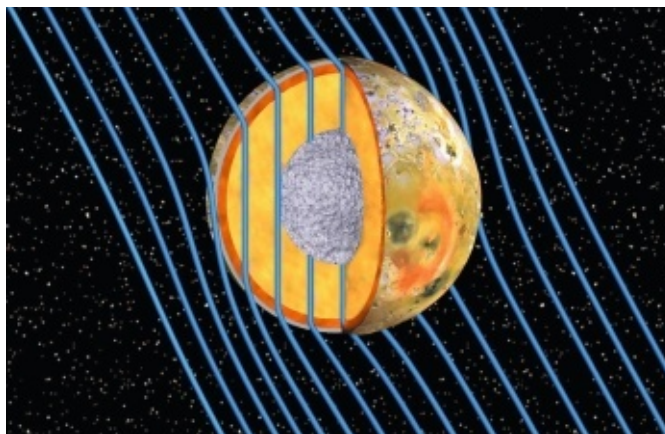
Planétologie

Un océan de magma sous Io

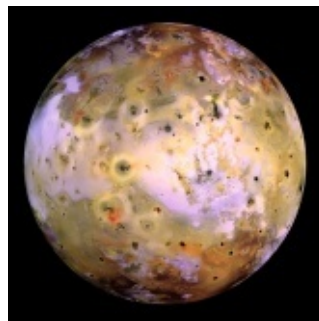
On a enfin trouvé une preuve convaincante de l'existence d'un océan de magma sous la surface de Io, la lune de Jupiter la plus proche de la planète.



MASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute/Goddard Space Flight Center



© NASA/JPL/University of Michigan/UCLA



MASA/JPL/University of Arizona

Io est, parmi les quatre lunes de Jupiter, la plus proche de la planète gazeuse. Son volcanisme, très actif, résulterait d'un océan de magma partiellement fondu (en orange sur le schéma), situé sous la croûte. Io baigne dans le champ magnétique de Jupiter (lignes bleues) que son magma, conducteur électrique, déforme.

Un océan de magma de plus de 50 kilomètres d'épaisseur se trouve sous la surface de Io et explique l'activité volcanique de cette lune de Jupiter. C'est ce que révèle l'analyse d'anciennes données de la sonde *Galileo*, conduite par Krishan Khurana, de l'Université de Californie à Los Angeles, et ses collègues.

Ces données concernent l'intense champ magnétique de Jupiter, autour duquel *Galileo* s'est mis en orbite en 1995 avant de plonger dans l'atmosphère de la planète gazeuse en 2003. À l'époque, les modèles d'interactions de Io et du champ magnétique de Jupiter n'étaient pas assez développés pour que l'on comprenne certaines caractéristiques de ce champ. La situation n'est aujourd'hui plus la même. De récents travaux en minéralogie ont mon-

tré que les roches dites ultramafiques conduisent le courant électrique lorsqu'elles sont fondues. En effet, les roches ultramafiques sont très pauvres en silice (par définition, moins de 45 pour cent), mais elles peuvent contenir plus de 90 pour cent de minéraux riches en oxyde de magnésium et, surtout, en oxyde de fer conducteur.

Cela a conduit K. Khurana et ses collègues à se demander si les caractéristiques du champ magnétique autour de Io ne pourraient pas être dues à des courants électriques circulant dans des roches ultramafiques plus ou moins fondues sous la surface de Io.

L'hypothèse semble correcte, car des tests ont montré que ces caractéristiques pouvaient être parfaitement reproduites grâce à des roches telles que la lherzo-

lite, qui appartient au groupe ultramafique et que l'on trouve sur Terre au Spitzberg en Norvège.

En réinterprétant les données de *Galileo* à la lumière de cette hypothèse, les chercheurs en ont déduit qu'un océan de magma, fondu à plus de 20 pour cent et mesurant plus de 50 kilomètres d'épaisseur, doit se trouver à 30 ou 50 kilomètres sous la croûte de Io. La température de fusion de ce magma se situerait probablement aux alentours de 1200 °C.

Cette découverte permet enfin d'expliquer d'où vient toute la lave de Io. En effet, cette lune à peine plus grosse que celle de la Terre produit chaque année 100 fois plus de lave que l'ensemble des volcans de notre planète. De plus, alors que les volcans terrestres sont localisés en quelques régions bien définies, ceux de Io sont répartis

partout à sa surface. Autant d'éléments qui trouvent désormais une explication simple.

La Terre et la Lune ont peut-être eu des océans de magma similaires il y a quelques milliards d'années, mais ces deux corps se sont refroidis depuis longtemps. Io offrirait ainsi une image du volcanisme terrestre ou lunaire dans un passé très lointain.

Si un océan de magma a subsisté au sein d'un corps aussi petit que Io, c'est grâce aux effets des marées gravitationnelles de Jupiter qui malaxent en permanence Io. Les marées gravitationnelles produisent une chaleur interne suffisante pour maintenir le magma fondu, et faire de Io le siège d'un volcanisme parmi les plus actifs du Système solaire.

→ Stéphane Fau

Science, en ligne, 12 mai 2011

Biologie animale

L'araignée qui se prend pour Spiderman

A l'instar des araignées, Spiderman produit un fil de soie. Toutefois, si, chez les arachnides, le fil sort de glandes situées au bout de l'abdomen, celui du superhéros sort de l'extrémité de ses membres. La réalité a rattrapé la fiction : Claire Rind, de l'Université de Newcastle, au Royaume-Uni, et ses collègues ont montré que certaines mygales élaborent ce matériau au niveau des tarsi, les extrémités des pattes.

Des arthropodes furent placés dans un terrarium dont le fond était tapissé de lames de verre. Le récipient fut peu à peu incliné, et même secoué : les animaux glissaient puis s'immobilisaient,

retrouvant une adhérence. Des traces de soies furent détectées sur les lames observées au microscope.

Un film a prouvé que la soie retrouvée était bien produite par les tarsi, aucune autre partie du corps n'ayant été en contact avec le support. L'araignée produit cette soie au moment où elle est en danger, lorsqu'elle glisse. Enfin, l'examen de mues d'araignées a révélé de fins « tubules » sécrétteurs, produisant la soie et répartis sur toute la surface de contact du tarse.

→ Loïc Mangin

F. C. Rind et al., *J. Exp. Biol.*, vol. 214, pp. 1874-1879, 2011

Brachypelma auratum,
une mygale mexicaine.



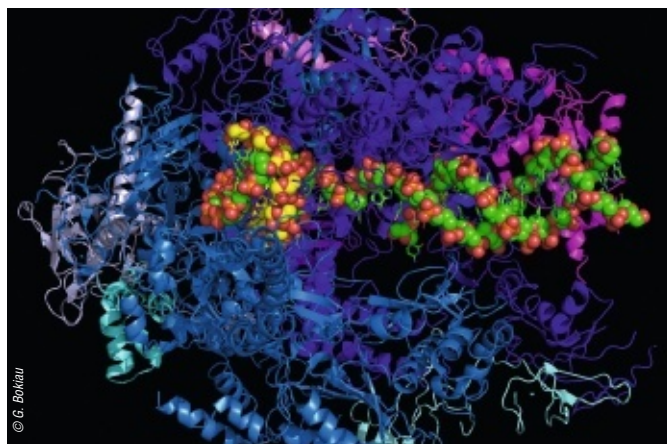
© Shutterstock/Valérie Jean

Génétique

ADN-ARN : une copie infidèle

Le phénomène est décrit dans tous les manuels : l'ADN est transcrit en un ARN lui-même traduit en une protéine. La clef de voûte de cette chaîne est la fidélité. D'abord, à une séquence d'ADN (constituée des quatre nucléotides A, T, C et G) correspond une unique séquence d'ARN grâce aux règles de complémentarité (G-C, A-U, le U remplaçant le T). Ensuite, chaque triplet de l'ARN (trois lettres consécutives) détermine un acide aminé de la protéine. Le schéma s'est enrichi à mesure des découvertes, mais le principe est resté le même. Vivian Cheung, de l'Université de Pennsylvanie, à Philadelphie, et ses collègues viennent de le remettre en cause en montrant que, pour de nombreux gènes, la transcription de l'ADN en ARN n'est pas si fidèle.

Les biologistes ont comparé les séquences d'ADN et d'ARN correspondants dans des lymphocytes B (des globules blancs) de 27 individus et ont identifié plus de 10 000 sites où les deux molécules diffèrent, environ 40 pour cent des gènes ayant au moins une erreur de transcription.



Le processus de transcription qui, à l'aide de l'enzyme ARN-polymérase (structures en bleu et violet), associe aux nucléotides A, T, C et G de l'ADN (en vert) les nucléotides U, A, G et C de l'ARN (en jaune), ne produit pas une copie fidèle.

Des résultats identiques ont été obtenus avec des cellules de types différents (peau, cerveau...), aussi bien d'enfants que d'adultes. Le phénomène n'est donc pas propre aux lymphocytes B. Autre particularité, une différence de transcription en un site se traduit toujours par le même remplacement. Selon V. Cheung, une telle constance trahit une sorte de code où le hasard n'a pas sa place, mais

il reste à le déchiffrer. Ces résultats mettent en évidence un nouveau niveau de diversité génétique. Ils obligent à s'éloigner du « tout ADN », notamment pour les projets de séquençage, et attirent l'attention sur les ARN transcrits (on parle de transcriptome). Ils dissimulent peut-être des pistes pour des découvertes importantes.

→ L. M.

M. Li et al., *Science*, en ligne, 19 mai 2011

En bref

SUCRER LES ANTIBIOTIQUES

Ajouter du sucre à des antibiotiques pourrait faciliter leur action, ont montré des biochimistes américains. Certaines bactéries, dites persistantes, survivent au traitement antibiotique en entrant en hibernation, ce qui entraîne des infections chroniques. Chez la souris, cependant, le traitement semble plus efficace en présence de sucre. En stimulant le métabolisme bactérien, le sucre favoriserait l'entrée de l'antibiotique dans les bactéries persistantes, qui seraient alors éliminées.

RECYCLER LE MÉTHANE

Le méthane (CH₄), puissant gaz à effet de serre utilisé aussi pour produire de l'énergie par combustion, a des liaisons carbone-hydrogène très solides. Des chimistes français et espagnols ont réussi à le transformer à température modérée (40 °C), en un ester (le propionate d'éthyle) potentiellement valorisable. Pour ce faire, ils ont inséré un carbène, un composé très réactif, dans une liaison du méthane grâce à un catalyseur organométallique particulièrement actif.

THYLACINE : LOUP OU TIGRE ?

Le 7 septembre 1936 disparaissait le dernier thylacine, espèce de mammifère marsupial carnivore au pelage tigré sur la croupe, plus connu sous le nom de loup marsupial ou tigre de Tasmanie. De fait, on ignorait si son comportement le rapprochait des félins ou des canidés. L'étude des os de l'animal, et notamment des articulations du coude, a montré qu'il était plus un chasseur à l'affût (solitaire) qu'un poursuiveur, chassant en meutes. L'expression tigre de Tasmanie convient donc mieux.

Paléontologie

Crocodiles transatlantiques

Le genre *Crocodylus*, de la famille des crocodylides, contient 13 espèces. Selon Evon Hekkala, de l'Université Fordham dans l'État de New York, l'ancêtre des crocodiles américains a traversé l'Atlantique. Avec ses collègues, elle a séquencé l'ADN mitochondrial de 11 espèces de crocodiles et a dressé l'arbre phylogénétique le plus complet du genre *Crocodylus*. Il en ressort que le premier ancêtre commun du crocodile du Nil et des quatre espèces américaines de crocodiles a vécu il y a quelque sept millions d'années. Seulement 3 800 kilomètres séparaient alors l'Afrique du continent américain ; une telle distance était franchissable par des crocodylides tolérants au sel et capables de se passer de nourriture pendant six mois, comme le sont les crocodiles actuels. Les femelles des crocodylides conservant en elles du sperme viable pendant plusieurs mois, l'idée que certaines de leurs ancêtres aient pu se perdre en mer face à l'Afrique, être emportées par les courants vers l'Amérique et y pondre est plausible.

→ François Savatier

Molecular Phylogenetics and Evolution, vol. 60(1), pp. 183-191, juillet 2011

Le crocodile américain (*Crocodylus acutus*).

Pharmacologie

Cyberprotéines antigrippe

Le vaccin universel contre le virus de la grippe n'existe pas, notamment parce que les souches du virus changent chaque année. L'objectif des scientifiques est de trouver une molécule unique capable de stopper n'importe quel virus. Sarel Fleishman, de l'Université de Washington à Seattle, et ses collègues ont développé une méthode informatique originale pour obtenir deux protéines antigrippe universelles. La surface des virus de la grippe comporte des protéines nommées hémagglutinines qui permettent aux virus d'infecter les cellules. Ces protéines présentent une région très conservée entre les différentes souches, mais peu accessible. En utilisant des programmes développés par une vingtaine d'équipes dans le monde, les biophysiciens ont créé par ordinateur des protéines complètes capables d'interagir fortement et spécifiquement avec ce domaine conservé des hémagglutinines. Puis ils ont fait produire ces protéines par des levures et en ont trouvé deux qui présentent une forte affinité pour n'importe quel virus de la grippe. La prochaine étape consistera à produire ces protéines en grande quantité et à vérifier leur efficacité.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

S. J. Fleishman et al., Science, en ligne, 12 mai 2011

Astronomie

La Voie lactée a le bras long

Le disque de notre galaxie est plus symétrique qu'on ne le pensait, d'après la découverte de Thomas Dame et Patrick Thaddeus, astrophysiciens à Harvard, aux États-Unis.

De l'avis de la plupart des astronomes, la Voie lactée est une galaxie spirale barrée comportant deux bras principaux, celui de Persée et celui de l'Écu-Croix (voir l'illustration ci-dessous). Les autres bras seraient des structures mineures, faites surtout de gaz. Th. Dame et P. Thaddeus ont découvert ce qui est probablement un prolongement du bras de l'Écu-Croix, bras qui entoure désormais presque toute notre galaxie, depuis sa barre centrale d'étoiles jusqu'à son bord. Le bras de l'Écu-Croix apparaît ainsi comme le symétrique du bras de Persée, ce qui confère à la Voie lactée une structure plus simple et plus symétrique qu'on ne le croyait.

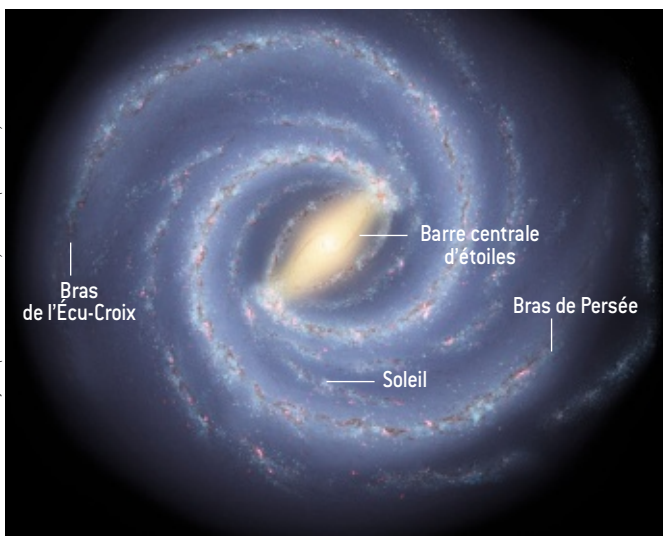
Le nouveau bras ou morceau de bras serait long d'environ 60 000 années-lumière, alors que le diamètre de la Voie lactée en fait 100 000. Pourquoi n'avait-il pas été remarqué auparavant ? Probablement parce qu'il est courbé : il se trouve en effet légèrement au-dessus du disque voilé de notre galaxie. Il aurait ainsi

échappé à l'attention des astronomes, qui l'avaient déjà observé sans l'identifier.

Les deux astrophysiciens l'ont découvert en tentant de suivre les bords du bras de l'Écu-Croix. À leur grande surprise, ils ont détecté une structure surgissant à un angle de trois degrés au-dessus du plan galactique, dans le prolongement linéaire de l'Écu-Croix. Afin de s'assurer de leur découverte, ils ont examiné les données préexistantes d'une cartographie de l'hydrogène neutre dans notre galaxie et ses alentours. Cela leur a permis de tracer l'aspect du bras tel qu'il est observé à la longueur d'onde de 21 centimètres.

Puis ils ont eux-mêmes réalisé des observations dans le domaine millimétrique pour détecter la présence de monoxyde de carbone (CO) à une dizaine d'endroits le long du nouveau bras. Cette présence est révélatrice de nuages denses d'hydrogène moléculaire où se forment les étoiles, nuages qui constituent les meilleurs traceurs des bras spiraux. Ils démontrent ainsi que le nouveau bras n'est pas une illusion.

→ S. F.

Astrophysics J. Letters, sous presse, 2011, <http://arxiv.org/abs/1105.2523>

© NASA/ESA/Caltech R. Benjamin (Univ. du Wisconsin) et R. Hurt (SSD-Caltech)

Vue d'artiste de la Voie lactée, qui intègre la découverte du prolongement du bras de l'Écu-Croix.