

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,
Jean-Jacques Perrier

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 Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenet,
Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Ifedayo Fadoju

Marketing : Heidi Chappes

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 : Elisabeth Blanc,
Christophe Bonnal, Bernard Calvino, Ismaël Cognard,
Pierre Fayet, François Ganachaud, Évelyne Host-Platret,
André Langaney, Carole Lartigue, Denis Le Bihan,
Annick Loiseau, Christophe Pichon, Cyril Poupon,
François Rechenmann, Patrick Simon, Anne Tursz.

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Nada Mellouk-Raja
Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Fax : 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

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

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale :

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

Commande de dossiers ou de magazines :

02 37 82 06 62 [de l'étranger : 33 2 37 82 06 62]

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).



En quête de théories

Le physicien et chimiste Pierre Duhem (1861-1916) s'est intéressé au statut de la théorie en physique dans son ouvrage *La théorie physique, son objet et sa structure*, publié en 1906. Il en a donné une définition : « Une théorie physique n'est pas une explication. C'est un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible un ensemble de lois expérimentales. » Selon lui, une théorie résume les lois sous une forme synthétique, et quand elle est achevée, elle révèle la structure du monde réel, elle devient une « classification naturelle ».

Cette impression est sans doute celle d'un physicien face à une théorie « juste ». Selon le physicien Steven Weinberg, Einstein a sûrement éprouvé le sentiment que sa théorie de la relativité restreinte « ne pouvait qu'être juste ». Au contraire, lui-même, S. Weinberg, ne ressent pas cette « évidence » face à la théorie de la supersymétrie, cette tentative d'unification des diverses interactions fondamentales. La supersymétrie n'est qu'un aspect de la quête de cette théorie du

Une théorie n'est pas une explication.

Tout sur laquelle travaillent les physiciens des particules. Mais l'heure n'est guère à l'optimisme, car il ne semble plus certain que cette théorie unique existe. Peut-être faudra-t-il admettre que plusieurs briques en partie distinctes sont nécessaires pour construire l'édifice théorique attendu (voir le dossier : *La quête d'une théorie unifiée des interactions*, page 61).

À défaut de théorie « achevée », les scientifiques utilisent des modèles qui leur permettent de préciser une théorie en cours d'élaboration. C'est le cas dans de nombreux domaines, celui de la diffusion des langues (voir *L'arrivée des langues indo-européennes en Europe*, page 32) ou de la théorie de l'évolution, sans cesse précisée (voir *L'évolution par fusion*, page 50). Ces modèles ont leurs limites, car si une théorie n'est pas une explication, un modèle ne reproduit pas strictement la réalité.

Pourtant, l'heure est aux modèles, et ils font progresser la compréhension de divers mécanismes. C'est l'un des domaines que la rédaction a choisi de mettre en avant pour le numéro 400 de *Pour la Science* (voir *Aperçus de la science de demain*, page 40). Dans ces quelques pages figurent sans doute plusieurs sujets qui aideront à la construction de nouvelles théories !

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

Actualités

6 **L'asymétrie du vivant viendrait de l'espace**7 **Une histoire de famille néandertalienne**10 **Aérosols atmosphériques : une question de taille**12 **Des rayons gamma dans les orages**

... et bien d'autres sujets.

16 **ON EN REPARLE**

Opinions

18 **POINT DE VUE****Le Mont-Saint-Michel restera une île. À quel prix ?***Fernand Verger*19 **ÉCONOMIE****Responsable et coupable***Ivar Ekeland*20 **DÉVELOPPEMENT DURABLE****La nature risque-t-elle de devenir silencieuse ?***Valérie Chansigaud*22 **VRAI OU FAUX****Voit-on des taches sombres en cas de glaucome ?***Laurent Laloum*24 **QUESTIONS OUVERTES****Vers la privatisation des vols spatiaux ?***David Freedman*

La NASA envisage de sous-traiter les vols habités à des entreprises privées. Au-delà des questions techniques et de sécurité que poserait une telle décision, cela pourrait paradoxalement conduire à les développer.

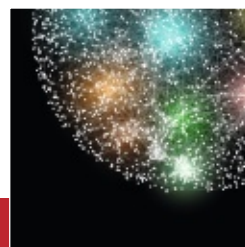
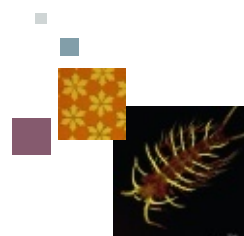
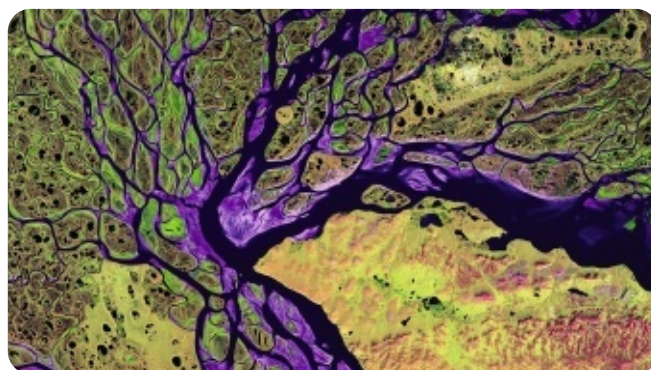
À LA UNE

32 **LINGUISTIQUE****L'arrivée des langues indo-européennes en Europe***Ruth Berger*

La paléogénétique et la linguistique assistée par ordinateur livrent de nouveaux indices sur la diffusion des langues.

50 **BIOLOGIE****L'évolution par fusion***Marc-André Selosse*

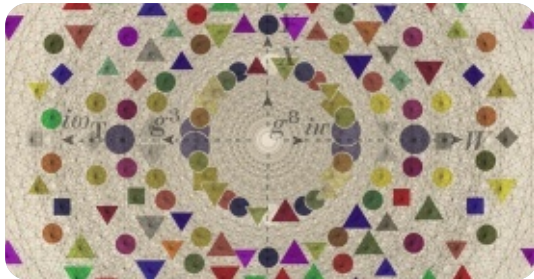
L'arbre de l'évolution porte des branches qui se ramifient au fil du temps. Mais pas seulement : par un mécanisme dit d'évolution par fusion, certaines branches fusionnent parfois avant de diverger à nouveau.

**N° 400**

Dans ce numéro, découvrez nos
Aperçus de la science de demain



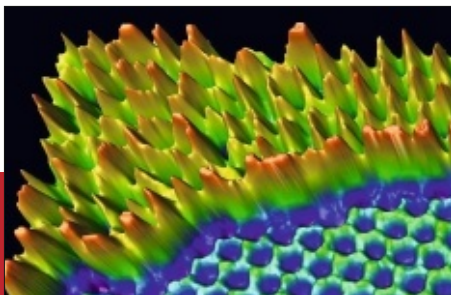
PHYSIQUE THÉORIQUE

**La quête
d'une théorie unifiée
des interactions**→ **Monsieur Unification***Entretien avec Steven Weinberg*→ **L'insaisissable théorie unifiée***Stephen Hawking*→ **Une théorie géométrique du Tout***Garrett Lisi et James Weatherall***78 AGRONOMIE**
Le bananier, un enjeu mondial*André Lassoudière*

Le bananier est l'une des principales ressources alimentaires de la planète. Depuis une vingtaine d'années, une agriculture raisonnée et durable de la banane est mise en place pour répondre à des besoins toujours croissants.

86 ASTROPHYSIQUE
Improbables planètes*Michael Werner et Michael Jura*

Il existe des planètes autour d'étoiles atypiques, où il ne devrait pas y en avoir. Le processus de formation planétaire serait-il plus universel qu'on ne le pensait ?

**p. 40**

Sur la totalité des numéros :
deux encarts d'abonnement pages 24 et 25.
Encarts commande de livres et abonnement pages 88 et 89.
En couverture : © Shutterstock/Gulei Ivan

Regards

94 HISTOIRE DES SCIENCES**Un théorème géométrique
parmi les *Pensées* de Pascal***Dominique Descotes*

Des notes de géométrie de Pascal ont été retrouvées au verso d'un feuillet des *Pensées*, révélant les coulisses d'un de ses ouvrages mathématiques, les *Lettres de A. Dettonville*.

98 LOGIQUE & CALCUL**Le Rubik's Cube :
pas plus de 20 mouvements !***Jean-Paul Delahaye*

Le cube de Rubik est le numéro un de tous les casse-tête. Trente ans après son invention, on continue à y jouer et à résoudre les problèmes qu'il pose.

**104 ART & SCIENCE****Astronomie dans le décor...
à Versailles***Loïc Mangin***106 IDÉES DE PHYSIQUE****Profiter de la houle***Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik***109 SCIENCE & GASTRONOMIE****Attention au froid !***Hervé This***110 À LIRE**

Rendez-vous sur **SCIENCE.fr**

» Plus d'informations

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

» Les services en ligne

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

www.pourlascience.fr

→ PÉCHÉ DE COMPLEXISME

Certains idées simples peuvent être bien vues, suffire, et mener loin ; certaines idées complexes peuvent être vaines et confuses. Seulement, beaucoup d'intellectuels voient le simplisme comme un péché suprême. Du coup, ils pèchent par « complexisme » : victimes d'une déformation professionnelle, ils croient que les idées complexes ont, par nature, une pertinence supérieure aux idées simples. Devenus trop subtils à force de s'exercer au raffinement, ils théorisent des situations ou des faits qui n'en demandent pas tant. Il n'y a pas toujours matière à élaboration, dans la vie.

Ceux qui s'appliquent trop aux idées complexes deviennent ordinairement incapables des simples.

→ SUSPENSE SCIENTIFIQUE

Selon le médiéviste danois Peter Andersen, Tycho Brahe a servi de modèle au personnage de Claudius dans *Hamlet*. La question *To be or not to be* ? est une allusion cryptée : T(ych)o B(rah)e or not T(ych)o B(rah)e ? Mauvaise nouvelle pour les traducteurs : rendre la phrase anglaise à l'aide de mots ayant les mêmes lettres initiales et finales, de façon à garder l'allusion, ne va pas être une mince affaire...

L'observation certaine faite par Peter Andersen le mène-t-elle, comme il arrive souvent, à une conclusion incertaine ? Prudence. Il a d'autres arguments (dont la



presse a rendu compte ces temps derniers) pour soutenir que :

1) contrairement à la légende, Tycho Brahe n'est pas mort d'un éclatement de la vessie pour s'être trop retenu pendant un repas royal, mais a été empoisonné ;

2) son futur assassin l'a nargué en suggérant à Shakespeare de faire mourir Claudius de la façon dont Tycho Brahe allait mourir.

Si la thèse de Peter Andersen finit par s'imposer, la science (en l'occurrence, l'histoire) sera enrichie d'un savoir nouveau, mais la littérature n'aura rien gagné. Si la thèse est écartée comme une billevesée, la littérature sera enrichie d'une jolie fiction née du cerveau imaginaire de Peter Andersen, mais la science n'aura rien gagné. Un exemple de plus du fait que concilier les intérêts de la science et ceux de la littérature n'est pas simple. Qu'un savant du calibre de Tycho Brahe ait inspiré un écrivain du calibre de Shakespeare n'y suffirait pas.

→ LES CLÉS DU SUCCÈS

On peut imaginer que, dans les traditions orales, posséder une voix forte aide plus à s'imposer qu'avoir de la finesse. Notre civilisation ne s'y prend pas mieux. La puissance de l'imprimerie l'a menée à la pléthore : aucun lecteur ne saurait connaître et juger lui-même tous les livres susceptibles de l'intéresser. Du coup, le hasard et l'habileté de l'auteur dans l'art de se placer jouent un rôle majeur dans la réception d'une œuvre. « Il n'est pas si aisé de se faire un nom par un ouvrage parfait, que d'en faire valoir un médiocre par le nom qu'on s'est déjà acquis » (La Bruyère).

En facilitant la publication, la technologie moderne aggrave ce travers. La profusion des œuvres augmente ; la probabilité qu'à chacune de recevoir un examen loyal diminue donc ; la hiérarchisation qui naît entre elles devient encore plus douteuse. La meilleure chance de succès d'une œuvre réside dans l'entregent médiatique de son auteur. Pour se faire entendre, il faut être visible...

Le progrès technologique insuffle une vigueur accrue à cet archaïsme qu'est la foire d'empoigne.

→ DEAR FERMAT...

Dans une lettre à Fermat datant du 29 juillet 1654, Pascal pose un problème (relevant de ce qu'on appelle aujourd'hui la combinatoire). La lettre commence en français, mais Pascal change soudain de langue : « Par exemple, et je vous le dirai en latin, car le français n'y vaut rien », écrit-il, et il se met à exposer en latin une assez longue explication. Le lecteur actuel sourit : c'est le latin qui, pour lui, n'y vaut rien. L'édition moderne annotée n'a aucun mal à traduire en français la démonstration mathématique que Pascal avait rédigée en latin.



Sur ce choix de langue, Pascal n'a pas été original. Selon le latiniste Jürgen Leonhardt, en effet, on a tort de croire que, historiquement, les sciences de la nature ont été pionnières dans l'utilisation des langues nationales. Au contraire. Soucieux d'avoir un écho international, les savants ont publié en latin jusqu'au début du XIX^e siècle (*La grande histoire du latin*, CNRS Éditions, 2010, p. 206).

Ainsi, le fait que les scientifiques actuels semblent moins réticents que d'autres professions à échanger en anglais avec leurs collègues s'inscrit dans la longue durée. Le désir d'avoir une audience internationale les pousse vers l'anglais, comme il poussait leurs prédécesseurs vers le latin. Peut-être, alors, n'est-on pas irrévérencieux à l'égard de Pascal en imaginant que, s'il vivait aujourd'hui, il enverrait très naturellement des mails à Fermat en anglais...

→ LA VOIX DU PLUS FORT EST TOUJOURS LA MEILLEURE

I l n'y a aucune incohérence à trouver instructif tel ou tel débat, et à ne pas s'intéresser à celui-ci. Par exemple, prétendre que je m'intéresse au changement climatique serait exagéré. La thermodynamique, la dynamique des fluides, les statistiques, les probabilités, les équations différentielles, la modélisation, etc., sont autant de sujets qu'il faut connaître bien pour se faire une idée sur la question. Tel n'est pas mon cas. Je ne pourrais m'exprimer sur le climat qu'à condition de répéter ce que d'autres disent. Or ce n'est pas s'intéresser à un sujet que d'être incapable d'élaborer une opinion personnelle dessus.

Pourtant, le débat sur le changement climatique est instructif. Il met en évidence la loi d'indépendance de la véhémence et de la compétence. Que certains climatologues soient véhéments parce que leur travail les mène à prévoir des dangers dont ils pensent devoir avertir la population, c'est légitime. Mais on ne me fera pas croire que ceux qui sont véhéments (et ils sont nombreux !) possèdent tous les énormes connaissances nécessaires pour avoir une opinion étayée. Ces suivistes se sont rangés à un camp, mais ne poussent pas leur intérêt pour le sujet jusqu'à se donner les moyens d'une analyse sur le fond. Pourquoi crient-ils si fort, alors ? Parce qu'ils prennent cela pour une preuve qu'ils sont dans le vrai.

Comme souvent, ce qu'un débat a de plus instructif, c'est ce qu'il a de moins neuf. Car ce n'est pas d'hier qu'on voit la véhémence tenir lieu de compétence. ■



Ligue
Européenne
Contre la
Maladie d'Alzheimer



APPEL A CANDIDATURE POUR DES BOURSES POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE ET CLINIQUE FONDAMENTALE SUR LA MALADIE D'ALZHEIMER

La Ligue Européenne Contre la Maladie d'Alzheimer (LECMA) octroie des bourses pour la recherche scientifique sur la maladie d'Alzheimer destinées aux scientifiques d'institutions et universités françaises.

Les demandes de **bourse standard** sont acceptées à concurrence de 80 000 € pour deux ans avec un maximum de 40 000 € par an.

Les demandes de **bourse pour des projets pilotes** par de jeunes chercheurs sont acceptées à concurrence de 40 000 € pour deux ans avec un maximum de 20 000 € par an. Seuls les chercheurs avec une thèse de Sciences achevée au plus tard en novembre 2011 et ayant un maximum de 6 ans d'expérience en recherche scientifique sont éligibles.

Les candidatures pour des projets franco-allemands et franco-hollandais peuvent être déposées par des chercheurs en France, en Allemagne ou aux Pays-Bas. La valeur ajoutée de ces projets coopératifs doit être significative dans le domaine de recherche proposé. Les dossiers de candidature peuvent être envoyés à LECMA ou aux associations partenaires allemande ou hollandaise.

Les subventions accordées seront mises à disposition à partir de novembre 2011.

La date limite d'envoi des lettres d'intention est le **14 mars 2011**. Elles doivent être rédigées en anglais et envoyées à : e.wiese@alzheimer-research.eu. Un original et une copie doivent être envoyés à : Ligue Européenne Contre la Maladie d'Alzheimer 94 rue La Fayette, 75010 Paris.

Des informations complémentaires et le formulaire de lettre d'intention sont accessibles sur :

www.maladiealzheimer.fr

Pour toute question, merci de contacter le Dr Ellen Wiese, PhD (coordinatrice scientifique internationale) au :
+ 49-211-86-20-66-21

ou par email :

e.wiese@alzheimer-research.eu

Depuis sa création en 2005, LECMA a financé 21 programmes de recherche pour un montant total de plus de 1,2 million d'euros.

Astrobiologie

L'asymétrie du vivant viendrait de l'espace

Dans le milieu interstellaire, le rayonnement entraînerait un excès d'une des formes symétriques des molécules du vivant.

Un rayonnement ultraviolet polarisé circulairement aurait donné naissance, dans le milieu interstellaire, à des molécules présentes sous leurs deux formes symétriques en proportions inégales. C'est le cas des 70 acides aminés d'origine interstellaire qui ont été retrouvés dans la météorite de Murchison, tombée en 1969 en Australie (*ci-dessous*). On connaît, dans l'espace, des objets, tels que la nébuleuse d'Orion, qui émettent un rayonnement polarisé circulairement, mais dans le domaine de l'infrarouge (*ci-contre*).



NASA / STSCL



Certaines molécules, dites chirales (ou énantiomères), existent sous deux formes symétriques l'une de l'autre dans un miroir. Les molécules du vivant sont pour la plupart chirales, certaines formes étant privilégiées. Ainsi, les acides aminés n'existent quasiment que sous leur forme gauche (lévogyre), tandis que les sucres sont présents uniquement sous la forme droite (dextrogyre). On parle d'homochiralité lorsqu'une seule forme est présente dans la nature. Pourquoi l'une des deux formes est-elle privilégiée dans le monde du vivant ?

L'équipe de Louis d'Hendecourt, de l'Institut d'astrophysique spatiale (Université Paris-Sud/CNRS), a obtenu un excès de molécules lévogyres dans une expérience reproduisant les conditions de l'espace interstellaire. De quoi appuyer l'origine cosmique de l'asymétrie des molécules du vivant.

Deux hypothèses s'affrontent quant à l'origine de cette asymétrie. Selon la première, la vie serait apparue à partir d'un mélange contenant à parts égales des formes gauches et droites (mélange racémique) ; l'homochiralité serait ensuite apparue au fil de l'évolution. Dans la seconde, en revanche, l'asymétrie aboutissant à l'homochiralité serait antérieure à l'apparition de la vie et viendrait du milieu interstellaire. Cette hypothèse est étayée par la détection d'excès de certains énantiomères d'acides aminés dans des météorites primitives.

Pour vérifier cette hypothèse, les chercheurs ont tout d'abord préparé en laboratoire des échantillons analogues aux glaces interstellaires et cométaires, contenant des molécules non chirales. Ils ont ensuite soumis ces échantillons à un rayonnement ultraviolet polarisé circulairement, produit par le synchrotron *Soleil*, installé près de Paris, afin de reproduire

les conditions régnant dans certains milieux spatiaux. Ces glaces ont ensuite été réchauffées, produisant un résidu organique. L'analyse de ce mélange a révélé qu'il contenait un excès d'environ 1,3 pour cent de la forme gauche d'un acide aminé, l'alanine, excès comparable à celui mesuré dans les météorites primitives.

Cette synthèse d'un mélange non racémique de molécules chirales à partir de molécules non chirales conforte l'hypothèse de l'origine interstellaire de l'homochiralité. Un processus astrophysique asymétrique (le rayonnement polarisé d'étoiles massives, par exemple) a pu produire des molécules organiques chirales de façon non racémique dans la nébuleuse primordiale, molécules par la suite importées sur Terre par des comètes et des météorites.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

L. d'Hendecourt et al., *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 727 (n° 2), L27, 2011

Paléontologie

L'oiseau à nunchaku



Oiseau préhistorique *Xenicibis xymptihesus* utilisait ses ailes comme des nunchakus pour se battre contre ses congénères.

© N. Longrich/ Université Yale

Bruce Lee a popularisé en Occident le nunchaku, une arme constituée de deux bâtons reliés par une chaîne ou par une corde. La légende veut que l'engin serait dérivé du fléau qu'utilisaient des paysans de l'île d'Okinawa pour décortiquer le riz. En fait, son invention serait bien plus ancienne : selon Nicholas Longrich, de l'Université Yale, on la doit à un oiseau (*Xenicibis xymptihesus*) de la famille des ibis qui vivait il y a 10 000 ans, uniquement en Jamaïque.

Le paléontologue a étudié plusieurs fossiles récemment mis au jour. L'animal, de la taille d'une poule et incapable de voler, ressemble beaucoup aux ibis actuels. Cependant, son bréchet est notablement plus large que celui des autres oiseaux non volants. En outre, ses ailes sont plus longues et se terminent par des os longs, fins et incurvés. L'analyse de l'anatomie du squelette, ainsi que l'observation de multiples fractures, plaident pour une utilisation de l'aile comme d'une sorte de masse d'armes, telles celles qu'employaient les chevaliers. Peine perdue, l'un et l'autre ont disparu...

→ Loïc Mangin

N. Longrich et S. Olson, *Proceedings of the Royal Society B*, prépublication en ligne, 2011

En bref

REPAS D'AMMONITES

Les ammonites sont des céphalopodes (calmars, seiches, poulpes...) qui abondaient dans les mers il y a 200 millions d'années. Cependant, on ignore tout de leurs habitudes et notamment de leur alimentation. Une équipe internationale montre que des ammonites « déroulées », disparues il y a 65,5 millions d'années, avaient des mâchoires et des langues râpeuses, et se nourrissaient de plancton. Elles sont apparues il y a environ 400 millions d'années, et leur diversité a explosé il y a 200 millions d'années.

LA NAIN ET LE GÉANT

Si les trous noirs supermassifs sont fréquents au cœur des grandes galaxies, on ne pensait pas qu'il pouvait en exister dans les galaxies naines. Amy Reines, de l'Université de Virginie, et ses collègues ont pourtant découvert qu'un spécimen de un million de masses solaires se cache au centre de Henize 2-10, une galaxie irrégulière 50 à 100 fois plus petite que la Voie lactée. Sa présence dans une galaxie à un stade d'évolution peu avancé étaye l'hypothèse selon laquelle ils se développent avant leurs galaxies hôtes.

ADN FRAISE CHOCOLAT

Les séquençages du génome de diverses espèces végétales ou animales se succèdent à bon rythme. Les derniers en date concernent le fraisier des bois (*Fragaria vesca*) et le cacaoyer (*Theobroma cacao*). Le génome du fraisier des bois se révèle être constitué de 35 000 gènes environ. Le séquençage du cacaoyer a mis en évidence près de 29 000 gènes ; 2 053 des protéines qu'ils codent semblent spécifiques du cacaoyer.

Paléanthropologie

Une histoire de famille néandertalienne

Pour la première fois, l'histoire familiale d'un groupe de Néandertaliens a été reconstituée. Carles Lalueza-Fox et ses collègues de l'Institut de biologie évolutive de Barcelone ont étudié les fragments osseux de 12 individus mis au jour sur le site d'El Sidrón, dans les Asturies.

D'après l'analyse morphologique des fragments, tous datés d'il y a 49 000 ans, le groupe comprenait trois hommes, trois femmes, trois adolescents, dont au moins deux garçons, et trois enfants de deux à neuf ans, dont le sexe n'a pu être déterminé. Les restes présentent en outre des marques de cannibalisme, ce qui suggère que les individus auraient été dépecés par d'autres Néandertaliens.

Les paléanthropologues ont extrait l'ADN mitochondrial des fossiles et l'ont séquencé, définissant ainsi plusieurs lignées génétiques maternelles. Ils ont aussi recherché la présence du chromosome Y, propre au sexe mâle. Il ressort de cette étude que sept individus appartiennent à une même lignée, quatre à une deuxième, et

Divers os, dont une mandibule, retrouvés à El Sidrón.



El Sidrón Research Team

un seul, une femme, à une troisième. Les trois femmes étaient toutes d'une lignée maternelle différente, alors que les trois hommes étaient de la même lignée. Deux des femmes, non apparentées aux hommes, étaient sans doute leurs partenaires, et l'une d'elles était la mère de deux des enfants. La troisième femme, de la même lignée maternelle que les trois hommes (une sœur ou une nièce?), aurait mis au monde le troisième enfant.

Il semble que le groupe ait eu un comportement dit patrilocal, c'est-à-dire que les femmes quittaient leurs clans pour rejoindre

ceux de leurs conjoints. Enfin, l'âge des deux jeunes frères suggère qu'ils sont nés à trois ans d'intervalle, un écart comparable à celui observé dans les populations de chasseurs-cueilleurs modernes.

Toutefois, on ignore si ces individus sont morts en même temps ou non. Les ossements auraient été rassemblés par des phénomènes géologiques. Mais selon les découvreurs, l'accumulation récurrente au cours du temps d'individus victimes de cannibalisme et apparentés est peu plausible.

→ Jean-Jacques Perrier

C. Lalueza-Fox et al., *PNAS*, vol. 108, 2011

En bref

LA TÊTE DE HENRI IV

Le 14 mai 1610, Henri IV est poignardé par Ravaillac. Le roi est enterré à la basilique Saint-Denis, mais en 1793, les révolutionnaires profanent son tombeau : la tête commence alors un long périple et disparaît. Après moult péripéties, elle vient d'être retrouvée et identifiée, à partir de nombreuses caractéristiques anatomiques connues, par l'équipe de Philippe Charlier, de l'Hôpital universitaire Raymond Poincaré, à Garches. La tête de Henri IV rejoindra bientôt son royal corps.

LE LABRADOR AFFAIBLI

D'après l'analyse des isotopes de l'azote dans des coraux profonds de l'Atlantique Nord, au large de la Nouvelle-Écosse, une équipe suisse suggère que le courant du Labrador a perdu de sa force depuis les années 1970. Ce courant froid, plus riche en azote 15 que les masses d'eau plus chaudes, domine dans les phases négatives de l'Oscillation nord-atlantique, sorte de balancier atmosphérique entre les hautes pressions des Açores et la dépression subarctique. Cette modification ne s'est pas produite au cours des derniers 2 000 ans.



© Shutterstock/Sebastian Kaulitzki

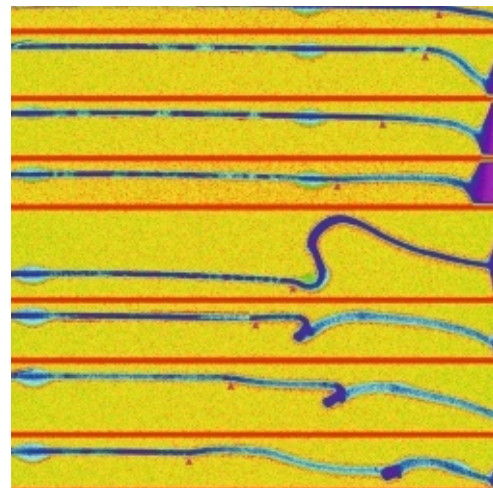
Chimie

La déformation des nanoélectrodes

Les batteries lithium-ion qui alimentent nos téléphones et ordinateurs portables produiraient au moins 50 pour cent d'énergie supplémentaire si leur anode (leur électrode négative) était à base de silicium, et non de graphite : lorsque l'accumulateur est en charge, la cathode (l'électrode positive) libère des ions lithium qui rejoignent l'anode ; or le graphite ne peut accueillir qu'un ion lithium pour six atomes de carbone, contre quatre pour un atome de silicium dans une anode de silicium.

Toutefois, cette propriété du silicium a son revers : en se liant à l'anode dans cette proportion, les ions lithium la déforment, doublant, voire triplant, son volume. Si l'anode retrouve ses dimensions à la décharge, au fil des recharges, les déformations la dégradent et réduisent sa durée de vie. Depuis plusieurs années, les chercheurs tentent d'y remédier. Pour faciliter ces recherches, Jian Yu Huang, des Laboratoires Sandia, à Albuquerque, aux États-Unis, et ses collègues ont filmé la déformation de l'anode d'une batterie nanométrique pendant sa recharge.

Leur batterie est expérimentale : une extrémité d'une anode en nanofil d'oxyde d'étain est plongée dans une goutte de liquide conducteur (l'électrolyte), lui-même en contact avec la cathode (en oxyde de lithium-cobalt). L'étain remplace ici le silicium : les chercheurs ont limité le stockage à deux ions lithium par atome d'étain, ce qui suggère que la déforma-



© Science/AAAS

Déformation d'une anode en nanofil d'oxyde d'étain (en bleu) pendant les 15 premières minutes de charge d'une batterie [observée en microscopie électronique à transmission].

tion serait amplifiée avec le silicium. Dès les premières secondes de charge, le nanofil se bosselle, puis s'entortille, s'allonge et s'élargit. Certes, la géométrie de la batterie est particulière : l'électrode n'a qu'une dimension et la réaction n'a lieu qu'à son extrémité. Néanmoins, ces travaux montrent l'ampleur des déformations possibles et leur enchaînement ; ils offrent ainsi une méthode précise pour tester la déformation des nouveaux matériaux.

→ Marie-Neige Cordonnier

J. Y. Huang et al., *Science*, vol. 330, pp. 1515-1520, 2010
Y.-M. Chiang, *Science*, vol. 330, pp. 1485-1486, 2010

Neurobiologie

Soulager la douleur chronique

Les douleurs chroniques persistent plusieurs mois, voire des années, même quand la cause de la douleur a disparu. Pourquoi ? Parce que dans le cerveau, les signaux de la douleur modifient les connexions synaptiques entre les neurones des centres de la douleur, de sorte que ces neurones restent actifs des mois après la blessure.

Cette plasticité cérébrale engendre une forme de mémoire de la douleur. Xiang-Yao Li, du Centre d'étude de la douleur à l'Université de Toronto au Canada, et ses collègues ont réussi à soulager la douleur chronique chez la souris, en inhibant une

enzyme clef du mécanisme de mémorisation.

Plusieurs molécules, notamment des enzymes kinases, participent à la plasticité synaptique, c'est-à-dire à la création de nouvelles connexions entre neurones et à leur renforcement ; c'est le cas de la protéine kinase M zêta. Elle maintient durablement les modifications synaptiques dans diverses régions du cortex. Or le cortex cingulaire antérieur est l'un des centres cérébraux impliqués dans la douleur chronique.

Les neurobiologistes ont donc mesuré l'activité de cette enzyme dans le cortex cingulaire antérieur de souris dont ils avaient au préa-

lable endommagé un nerf périphérique. Ils ont constaté que cette enzyme est activée par la blessure et que l'activation persiste plus de 20 jours après le stimulus, et ce, uniquement dans cette région du cortex. En outre, en inhibant cette enzyme avec une molécule nommée ZIP (injectée directement dans le cortex cingulaire antérieur), les neurobiologistes ont montré que les souris ne présentent plus de comportements douloureux et que les modifications synaptiques entre neurones corticaux disparaissent.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

Xiang-Yao Li et al., *Science*, vol. 330, pp. 1400-1404, 3 décembre 2010

Psychologie

Des larmes qui éteignent la flamme des hommes

A quoi servent les larmes ? Plusieurs rôles physiologiques ont été proposés, par exemple l'évacuation de substances toxiques ou la protection des yeux. Cependant, la fonction psychologique et sociale des larmes émotionnelles, celles qui coulent lors d'une sensation intense, de joie ou de tristesse, restait inconnue. Shani Gelstein, de l'Institut Weizmann, à Rehovot, en Israël, et ses collègues ont révélé qu'elles contiennent un signal chimique qui influe sur le comportement sexuel.

Les biologistes ont collecté les larmes émotionnelles de deux femmes ayant regardé des films dramatiques et ont montré qu'on

ne peut distinguer l'odeur de ces larmes de celle du liquide qui baigne l'œil en conditions normales. Ils se sont ensuite intéressés à l'effet de ces larmes émotionnelles sur des hommes qui les avaient inhalées. Plusieurs observations ont été faites.

D'abord, ces larmes diminuent l'attraction sexuelle : c'est ce qui ressort de questionnaires standardisés remplis par des hommes à qui l'on avait présenté des visages de femmes. En outre, d'autres mesures ont mis en évidence une réduction de la quantité de testostérone, l'hormone mâle par excellence (même si les femmes en produisent aussi). Enfin, l'imagerie cérébrale a mon-

tré que les larmes émotionnelles diminuent l'activité des aires cérébrales liées à l'excitation sexuelle.

S. Gelstein et ses collègues en déduisent que les larmes liées à une émotion forte contiennent une substance, encore inconnue, de type phéromone, qui module le comportement des hommes, notamment en limitant le désir sexuel. Juvénal, le poète latin de la fin du 1^{er} siècle, ne disait pas autre chose : « La nature prouve qu'elle nous veut du bien puisqu'en nous donnant des larmes elle nous donne le meilleur : la sensibilité. »

→ L. M.

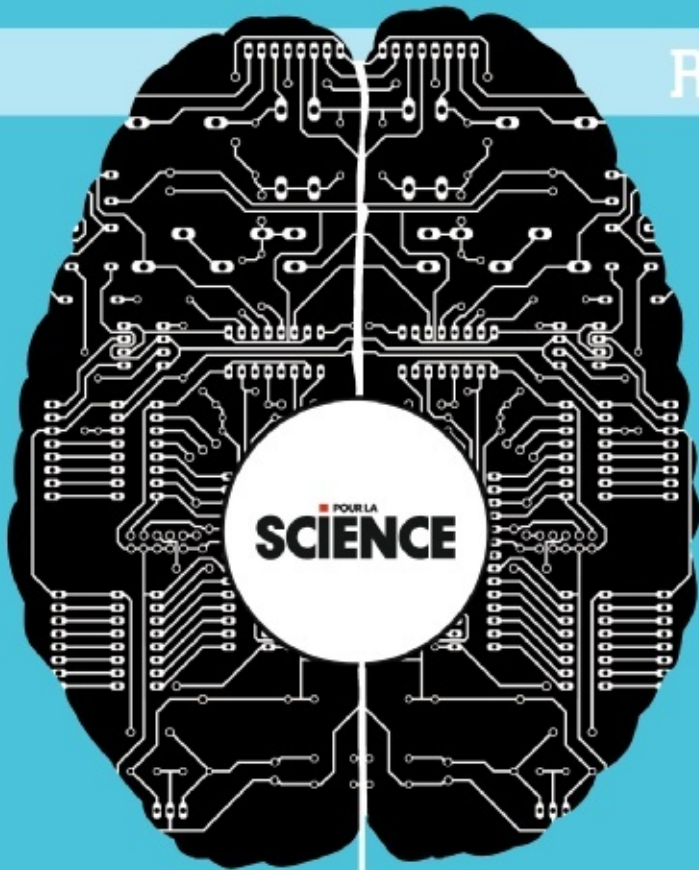
S. Gelstein et al., *Science*, prépublication, 6 janvier 2011



Les larmes d'une femme diminuent le désir sexuel des hommes.

RESTEZ CONNECTÉ !

Restez en contact avec l'actualité scientifique :
Retrouvez *Pour la Science* partout sur le web.



-  Rejoignez-nous sur Facebook
<http://bit.ly/pls-facebook>
-  Suivez-nous sur Twitter
<http://twitter.com/PourlaScience>
-  Abonnez-vous à nos flux RSS
<http://bit.ly/pls-rss>
-  Recevez nos lettres d'information
<http://bit.ly/pls-newsletters>
-  Visitez notre site Internet
<http://www.pourlascience.fr>

Archéologie

L'archéologie éphémère de Formby

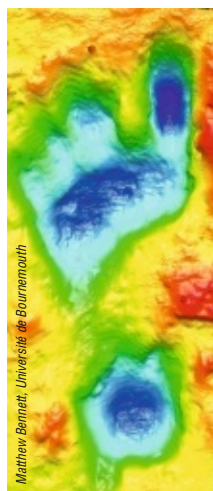
A la pointe de Formby, le livre du temps se lit dans l'argile. En ce lieu situé sur la côte de Sefton, dans le Lancashire, en Angleterre, on vient de retrouver des traces de pas vieilles de 5000 ans ; elles ont pu être relevées juste à temps, avant que la mer ne les efface comme elle l'avait fait pour les couches d'argile précédentes.

Ce ne sont ni les premières du genre ni les plus anciennes, puisque de mystérieuses traces de pas ont été observées à Formby depuis les années 1950. Depuis 1989, plus de 200 pistes humaines ont ainsi pu être enregistrées avant que la mer ne les détruise ; à cela s'ajoutent des centaines de traces d'aurochs, de cervidés, de chevaux sauvages,

de loups, d'ovidés et de caprinés sauvages... Ces données livrent petit à petit des informations originales : ainsi, une étude de 75 pistes réalisée en 1995 a révélé que les hommes qui foulèrent la plage de la pointe de Formby mesuraient en moyenne 1,66 mètre, tandis que les femmes ne mesuraient que 1,45 mètre. Les traces indiquent la présence fréquente de femmes et d'enfants venus sur la plage ramasser des coquillages, des crevettes, etc. Les pistes des hommes sont pour la plupart associées à celles de cerfs et de daims, et sont caractérisées par une vitesse plus élevée, ce qui suggère qu'elles ont été laissées par des chasseurs...

→ François Savatier

L'une des empreintes de pied relevées numériquement (datant d'environ 5 000 ans).



Matthew Barnett, Université de Bournemouth

Médecine

L'aspirine pour prévenir les cancers ?

Une équipe coordonnée par Peter Rothwell, de l'Université d'Oxford, a confirmé que l'aspirine diminue le risque de développer des tumeurs cancéreuses, et d'en mourir. Les chercheurs ont examiné les données de mortalité par cancers de 25 570 personnes ayant reçu chaque jour de l'aspirine. Le nombre de décès dans les groupes traités durant au moins cinq ans a diminué de 34 pour cent, en moyenne, par rapport aux groupes prenant un placebo. Cet effet augmente avec la durée du traitement, mais pas avec la dose d'aspirine (75 milligrammes par jour suffisent).

Une vingtaine de mécanismes seraient impliqués dans cet effet anticancéreux, d'après Robert Benamouzig, gastroentérologue à l'Hôpital Avicenne, à Bobigny, et l'un des promoteurs de l'étude APACC (Association pour la prévention par aspirine du cancer colorectal), lancée en France en 1997. Selon lui, les personnes ayant un risque potentiel de cancer pourront, à terme, bénéficier de cette chimioprévention.

→ J.-J. P.

P.M. Rothwell et al., *Lancet*, vol. 377, pp. 31-41, 2011

Climatologie

Aérosols atmosphériques : une question de taille

Les poussières minérales en suspension dans l'atmosphère ont un impact sur le climat, en raison de leurs interactions avec les nuages, les écosystèmes et le rayonnement. C'est un élément d'incertitude dans la modélisation climatique, en particulier parce que la taille des particules minérales émises dans l'atmosphère est mal connue. Or Jasper Kok, du Centre américain de recherche atmosphérique, à Boulder, a déterminé la répartition en tailles des particules minérales d'aérosol émises.

Les poussières minérales diffusent ou absorbent le rayonnement, et modifient les propriétés des nuages. Par ailleurs, en se déposant sur les océans, elles influent sur la productivité des écosystèmes marins et la quantité de dioxyde de carbone emmagasinée dans les mers. Tous ces processus dépendent de la taille des particules de poussière, qui détermine aussi la durée de leur séjour dans l'atmosphère.

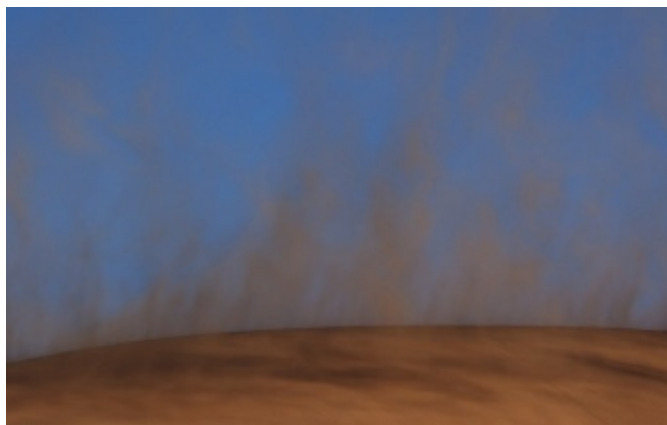
J. Kok a surtout étudié les particules de diamètre inférieur à 20 micromètres, les plus importantes parce qu'elles peuvent rester longtemps dans l'atmosphère. Elles ne sont pas soulevées directement par le vent. En fait, ce sont des particules plus grosses (entre 70 et 500 micromètres de diamètre)

que le vent emporte, leurs forces de cohésion étant plus faibles que les forces aérodynamiques. Quand elles heurtent le sol, elles éjectent des particules de poussière fine. De plus, une partie des grosses particules sont des agrégats de petites particules, qui se fragmentent lors du choc avec le sol.

J. Kok s'est fondé sur un processus bien compris, la fragmentation des matériaux fragiles (comme le verre ou le gypse). Pour des énergies d'impact assez élevées, ces matériaux se fragmentent en particules de tailles très diverses, où la taille maximale est petite comparée à celle du morceau initial. Cette fragmentation suit une loi de puissance (le nombre de fragments de taille D est proportionnel à une certaine puissance négative de D). Les résultats de J. Kok, fondés sur cette loi, sont en accord avec les mesures de terrain disponibles. Il conclut notamment de son étude que les modèles de circulation atmosphérique surestiment le refroidissement dû à une quantité donnée d'aérosols et, par conséquent, sous-estiment leurs émissions globales et leur impact sur les océans.

→ Maurice Mashaal

J. F. Kok, *PNAS*, prépublication en ligne, décembre 2010



© Shutterstock/Maxim Patrichuk

Les particules de poussières minérales en suspension dans l'atmosphère (ici une tempête de sable dans le désert) influent sur le climat.

Assurance vie : alliez performance et sécurité !

L'assurance vie demeure le produit d'épargne préféré des Français. Dans la multitude des contrats présents sur le marché, la GMF se distingue par des solutions offrant rendement et sécurité.



SEREC Communication - Photo Getty Images - GMF Vie : 76 rue de Prony, 75857 Paris cedex 17

La crise financière n'entame pas la confiance des Français dans l'assurance vie ! Les cotisations collectées au 1^{er} semestre 2010 par la GMF sont en hausse de 17% par rapport à la même période de l'année précédente. Rien d'étonnant à cela lorsqu'on constate les taux servis par la GMF en 2009 et qui sont parmi les meilleurs du marché. Le rendement de ses contrats et supports d'assurance vie en euros a atteint 4,15%⁽¹⁾.

Un taux non seulement supérieur à la moyenne du marché, qui n'excède pas 3,70%⁽²⁾

en 2009, mais aussi beaucoup plus intéressant que ceux désormais offerts par les livrets d'épargne traditionnels. Ainsi, alors que ces livrets classiques garantissent à l'épargnant la sécurité contre un faible rendement, le contrat Altinéo de la GMF, lui, offre sécurité et performance. Vous profitez d'un taux minimum garanti chaque année, les intérêts vous sont définitivement acquis et génèrent eux-mêmes d'autres intérêts. De plus, vous investissez sans plafond, tout en profitant d'une fiscalité privilégiée. Profitez-en !

UNE PERFORMANCE RÉCOMPENSÉE

Depuis 2000, le contrat d'assurance vie en euros Compte Libre Croissance – aujourd'hui remplacé par Altinéo, un produit qui offre des caractéristiques et un niveau de performance similaires – a offert à l'épargnant un rendement moyen de 4,48%⁽³⁾ par an, soit plus de 36,84%⁽⁴⁾ sur 8 ans. C'est pour distinguer notamment la régularité de ses performances que les experts des Dossiers de l'Épargne ont, en 2010, décerné pour la troisième année consécutive le label d'excellence à Altinéo.

Didier Ledeur, Directeur Général de la GMF VIE

« Une expertise qui profite directement aux épargnants »

« La GMF propose une large gamme de produits d'assurance vie, d'épargne et de placement depuis maintenant plus de 30 ans. C'est cette expertise, constituée au fil des ans, qui lui permet aujourd'hui d'afficher d'excellents résultats, et ce malgré un environnement économique et boursier plus difficile. L'épargnant en bénéficie directement, comme il tire profit des valeurs mutualistes qui animent au quotidien l'entreprise : refus des effets d'annonce, absence de taux « boostés » à court terme pour recruter de nouveaux clients... Sans oublier une solide santé financière, un élément indispensable dans le contexte actuel. »

Pour en savoir plus :
appelez le 0 820 809 809
(0,12€ TTC/mn) ou consultez
le site www.gmf.fr



Assurément Humain

(1) frais de gestion déduits, avant prélèvements sociaux.

(2) source : Fédération Française des Sociétés d'Assurances, estimation au 23.6.10.

(3) taux de rendement annuelisé du 31.12.01 au 31.12.09, frais de gestion déduits et avant prélèvements sociaux.

(4) taux de rendement du 31.12.01 au 31.12.09, frais de gestion et prélèvements sociaux déduits.

En bref

MICELLES ORDONNÉES

Structures ordonnées à grande distance, mais non périodiques, les quasicristaux étaient observés dans des alliages métalliques et des mélanges de nanoparticules ou de polymères. Des chercheurs en ont détecté dans une solution de micelles, agrégats spontanés de molécules. Dans certaines conditions, ces micelles s'organisent en un quasicristal stable dont la figure de diffraction présente une symétrie d'ordre 18, jamais observée dans des quasicristaux. Elles pourraient ouvrir de nouvelles pistes en photonique.

FLORE MENACÉE

Sur l'île de la Réunion, parmi toutes les espèces végétales répertoriées, 49 (5,4 pour cent) ont disparu en quelques décennies et 275 autres (30,4 pour cent) sont menacées de disparition. Sur 905 espèces indigènes de fougères et de plantes à fleurs, 237 sont endémiques : leur disparition de la surface de la Terre serait donc définitive. Comme souvent, la destruction et la dégradation des habitats naturels sont en cause. Cet état des lieux vise à faire évoluer les mesures de protection de la flore de l'île.

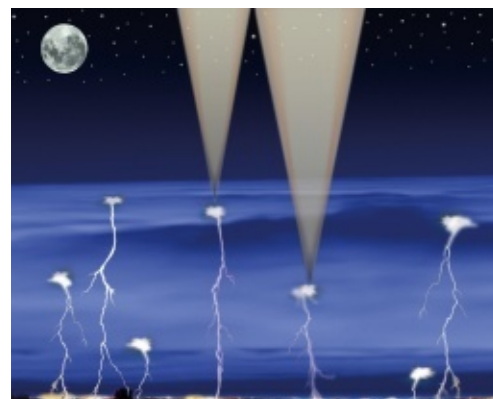
Géophysique

Des rayons gamma dans les orages

Un orage produit non seulement des éclairs, mais aussi, au-dessus des nuages, toutes sortes d'émissions lumineuses fugitives que l'on étudie depuis 20 ans. Mais ce n'est pas tout. À partir de 1994, des satellites dédiés à la mesure des rayons gamma dans l'espace ont détecté par hasard, au-dessus d'orages, des flashes comparables aux émissions cosmiques, dont l'énergie peut atteindre 30 mégaelectronvolts.

On pensait que ces flashes résultaient des collisions des rayons cosmiques (particules de haute énergie, en partie émises par le Soleil et circulant dans l'espace) sur les molécules des nuages : une rafale de rayons cosmiques arracherait des électrons aux molécules supérieures du nuage ; accélérés par le champ électrique puissant créé par la répartition des charges du nuage (positives en haut, négatives en bas), ces électrons, projetés vers l'ionosphère, émettraient des rayons gamma au gré de leurs collisions avec les molécules de l'air. Mais les dernières mesures de la mission spatiale italienne AGILE remettent en cause ce scénario.

Le satellite AGILE a détecté des flashes gamma de 100 mégaelectronvolts, des énergies trop hautes pour être expliquées par ce modèle. D'autres pistes sont envisagées : selon Elisabeth Blanc, géophysicienne au Commissariat à l'énergie atomique, les sylphes, un



NASA/Robert Kilgore

Outre les éclairs, dirigés vers le sol ou d'autres nuages, les nuages orageux émettent parfois des flashes de rayons gamma vers l'ionosphère.

des types d'émissions lumineuses visibles au-dessus des nuages, présentent des zones où l'on observe une forte accélération des électrons, qui pourrait leur conférer une énergie cinétique suffisante pour expliquer les flashes, dont il existe peut-être plusieurs types.

Aujourd'hui, les données sont insuffisantes pour conclure, mais le Centre national d'études spatiales vient d'approuver la construction du satellite TARANIS, dédié à la détection de toutes les émissions associées aux orages, y compris les électrons, ce qui devrait permettre de mieux comprendre les mécanismes physiques en jeu et d'évaluer leur impact. Les mesures devraient commencer en 2015.

→ M.-N. C.

M. Tavani et al., *Physical Review Letters*, vol. 106, 018501, 2011

Sociologie

Les néonaticides sous-estimés en France

La mort de tout jeunes nourrissons défraie parfois la chronique, quand, des années après le crime, on découvre leur corps au fond d'un jardin ou dans un congélateur. On parle de néonaticide lorsque l'enfant est âgé de moins d'une journée lors de son décès. Ces infanticides sont souvent associés au déni de grossesse, à savoir que la mère n'a pas conscience d'être enceinte. Mais combien de nourrissons sont concernés chaque année ?

Anne Tursz et Jon Cook, du Centre de recherche médecine, sciences, santé, santé mentale et société (Unité INSERM 988), révèlent les premières données françaises sur les néonaticides. Ils ont

analysé les dossiers judiciaires de trois régions françaises entre 1996 et 2000, et recueilli les données correspondant à 27 décès de nouveau-nés, ainsi que les caractéristiques sociales et psychologiques des mères auteurs de ces actes.

Dans les statistiques officielles de mortalité (établies par l'INSERM à partir des certificats de décès), les néonaticides concerneraient 0,39 naissance sur 100 000. Les chercheurs rapportent quant à eux 2,1 néonaticides sur 100 000 naissances, soit 5,4 fois plus. Dans cette étude, les mères avaient en moyenne 26 ans, vivaient souvent en couple, et le tiers d'entre elles avaient déjà trois enfants. Elles ne souffraient d'aucune maladie

mentale. En revanche, elles avaient peu confiance en elles, présentaient des carences affectives, une forte dépendance à l'autre, voire une peur de l'abandon. Elles n'utilisaient pas de contraception, cachaient leur grossesse à leur famille et ne se faisaient pas suivre durant leur grossesse. Elles accouchaient souvent seules. Mais aucun déni de grossesse n'a été mis en évidence. Bien qu'il semble difficile de dresser un profil des femmes qui auraient besoin d'aide, il est important de noter que ces femmes ne sont pas forcément très jeunes, pauvres, seules et sans emploi.

→ B. S.-L.

A. Tursz et J. Cook, *Archives of Disease in Childhood*, en ligne, décembre 2010

En France, les infanticides de nourrissons âgés de moins de 24 heures sont plus fréquents qu'on ne le croyait.

© Shutterstock/Kamatsuy Tahana

Forum

Horizon Chimie

25^e édition

2 et 3
février 2011
à partir de 10 h

Maison de la Chimie

28 bis, rue Saint-Dominique

75007 PARIS

> métro Invalides

Renseignements :

01 45 35 41 82

www.horizon-chimie.fr

Zoologie

Tribus d'éléphants

En 2001, l'équipe d'Alfred Roca, de l'Université de l'Illinois, a suggéré que l'éléphant d'Afrique comprend deux espèces distinctes : l'éléphant de savane, *Loxodonta africana*, et l'éléphant de forêt, *Loxodonta cyclotis*. Cependant, ces résultats ont été contestés. Aujourd'hui, A. Roca, Michael Hofreiter et des collègues de Harvard et de Leipzig confirment cette conclusion. Ils ont pour cela comparé 375 régions d'ADN nucléaire avec celles de leur cousin d'Asie (*Elephas maximus*) et d'individus représentant deux cousins disparus : le mastodonte (*Mammuth americanum*) et le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*). En outre, les deux éléphants d'Afrique seraient aussi différents que le sont le mammouth et l'éléphant d'Asie, et leur divergence aussi ancienne (2,6 à 5,6 millions d'années). La famille des Éléphantidés serait ainsi composée de deux «tribus» : celle des Elephantini, dont l'éléphant d'Asie et le mammouth, et la tribu des Loxodontini, comprenant les deux éléphants d'Afrique et leurs parents éteints.

→ J.-J. P.

N. Rohland et al., PLoS Biology, 8(12), e1000564, 2010

Géophysique

Le champ du noyau

A la surface de la Terre, le champ magnétique créé par les mouvements profonds des fluides terrestres a une intensité de l'ordre de 45 microteslas. Mais dans les profondeurs de la Terre ? Bruce Buffett, de l'Université de Californie à Berkeley, vient d'estimer indirectement son intensité moyenne au niveau du noyau terrestre, à quelque 2900 kilomètres de profondeur : environ 2,5 milliteslas, soit 55 fois plus qu'à la surface du globe.

Pour ce faire, B. Buffett s'est appuyé sur les mesures détaillées de la nutation de la Terre, c'est-à-dire les petites variations de l'orientation de son axe de rotation, variations dues aux forces de marée exercées par le Soleil et la Lune. Ces variations sont liées au fait que les vitesses de rotation du noyau solide (la graine), du noyau liquide et du manteau sont un peu différentes et leurs axes de rotation non alignés. Les écoulements qui en résultent dans le noyau terrestre distordent le champ magnétique interne et engendrent des courants électriques, dont la dissipation d'énergie influe sur la nutation.

→ M. M.

B. A. Buffett, Nature, vol. 468, pp. 952-955, 2010

DERNIÈRE minute ...

CHANTS D'OISEAUX URBAINS

Les oiseaux adaptent leur chant dans un environnement bruyant tel qu'une ville. Est-ce le fait de la plasticité de leur répertoire vocal ou de la sélection naturelle d'individus génétiquement adaptés ? Des chercheurs de Melbourne ont étudié le chant, en partie appris, et les cris, innés, d'un passereau. Les deux types de ses vocalisations sont plus lentes et ont des fréquences plus élevées en

ville qu'à la campagne, ce qui est en faveur de la seconde hypothèse.

ADOLESCENTS SANS PEUR

Des biologistes new-yorkais ont montré que des souris de 29 jours (début de l'adolescence) n'ont plus peur d'une situation qu'elles redoutaient auparavant. Leurs régions cérébrales impliquées dans la mémoire de la peur – un noyau amygdalien et une partie de l'hippo-

campe – ne s'activent pas face au danger comme elles le font dans l'enfance ou à l'âge adulte. Ce phénomène serait nécessaire pour que les jeunes souris – ou préadolescentes – se risquent à quitter le nid familial...



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

Médecine

La myopathie de Duchenne revisitée

On le soupçonnait depuis longtemps. Les lésions musculaires caractéristiques de la myopathie de Duchenne sont aggravées par l'incapacité des cellules souches du muscle à les réparer durablement. L'équipe d'Helen Blau, à l'Université Stanford, vient de montrer pourquoi.

La myopathie de Duchenne est une maladie dégénérative des muscles squelettiques due à la mutation du gène de la dystrophine, une protéine indispensable à la stabilité de la membrane des cellules musculaires. Or la souris modèle de cette myopathie, la souris *mdx*, est peu affectée par la maladie. Cela tiendrait à ce que les cellules de souris – contrairement à celles de l'homme – produisent la télomérase, une enzyme qui protège les télomères, séquences d'ADN coiffant l'extrémité des chromosomes. Les télomères bien entretenus de la souris *mdx* empêcheraient les cellules souches musculaires de vieillir ; elles pourraient donc «réparer» le muscle atteint.

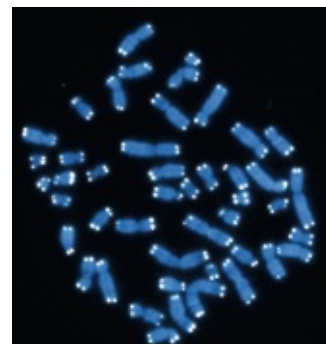
Pour vérifier cette hypothèse, les chercheurs ont produit des souris *mdx* privées de télomérase. Ces souris présentaient alors les graves symptômes de la maladie humaine. La myopathie de Duchenne ne serait donc pas seulement une maladie génétique, mais aussi une atteinte des cellules souches musculaires.

Celles-ci seraient épuisées par les cycles de régénération successifs et deviendraient de ce fait incapables de réparer les nouvelles lésions dues à la dystrophine anormale.

En outre, le modèle animal doublement mutant (mutation de la dystrophine et de la télomérase) ainsi mis au point permettra, selon Vincent Mouly, de l'Institut de myologie (INSERM U974, UMR7215 CNRS, UPMC), de tester des thérapies expérimentales d'une façon beaucoup plus proche de la réalité physiologique du muscle humain.

→ J.-J. P.

A. Sacco et al., Cell, vol. 143, pp. 1-13, 2010



Chez l'homme, seules certaines cellules souches non musculaires, les cellules germinales et les cellules de l'embryon, produisent la télomérase, l'enzyme qui entretient les télomères (en blanc) des 23 paires de chromosomes humains.

© Heesd Padilla-Mash et Thomas Ried, National Cancer Inst.

LA SÉLECTION DE SCIENCE POUR LA

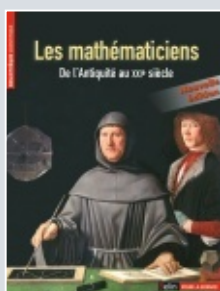
Des livres à offrir ou à s'offrir



Au nom de l'infini • Jean-Michel Kantor, Loren Graham

Peut-on parler de mathématiques, de religion, de politique dans un même ouvrage ? Oui, et c'est le défi qu'ont relevé le mathématicien Jean-Michel Kantor et l'historien des sciences Loren Graham, du MIT. Ce livre touchera même ceux que les mathématiques laissent indifférents, voire effraient. Les auteurs éclairent les liens étroits entre la vie – avec ses plaisirs et ses drames – et l'œuvre de ces hommes et ces femmes qui ont marqué le XX^e siècle par leur créativité en mathématiques.

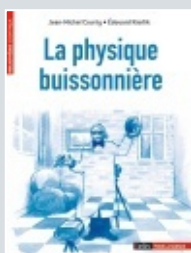
075107 • 288 pages • 24 euros



Les mathématiciens • Collectif

Autant artistes que scientifiques, les mathématiciens sont en proie à leurs passions, leurs interrogations, leurs doutes, leurs tourments, leurs angoisses, et la hantise de la beauté. « Nul ne peut être mathématicien s'il n'a une âme de poète », disait Sophie Kowalevskaia. Les mathématiciens doivent faire preuve de rigueur et de ténacité, mais surtout d'inventivité. Maudissant chaque jour leur impuissance à faire reculer les frontières du savoir, ils s'émerveillent pourtant, regardant derrière eux, de l'ampleur du chemin parcouru.

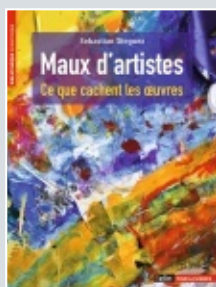
075109 • 280 pages • 24 euros



La physique buissonnière • Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik

La nature est pleine de surprises pour qui veut bien s'aventurer hors des sentiers battus. Passionnés de physique et curieux de sciences, les auteurs vous invitent à une promenade sur ces chemins de traverse. Avec eux, laissez-vous surprendre par un phénomène que vous avez déjà côtoyé sans même le remarquer. Suivez-les pour découvrir et comprendre cette physique du quotidien.

075105 • 160 pages • 22 euros



Maux d'artistes • Sebastian Dieguez

Existe-t-il des liens cachés entre une œuvre d'art – une peinture, une sculpture, une composition musicale ou une œuvre littéraire – et une maladie de l'esprit que présentait son auteur ? Examinant divers chefs-d'œuvre avec un regard de psychologue, neurologue, voire de psychiatre, Sebastian Dieguez analyse plus d'une vingtaine d'œuvres : Dostoïevski, Monet, De Chirico, Proust, Van Gogh, etc.

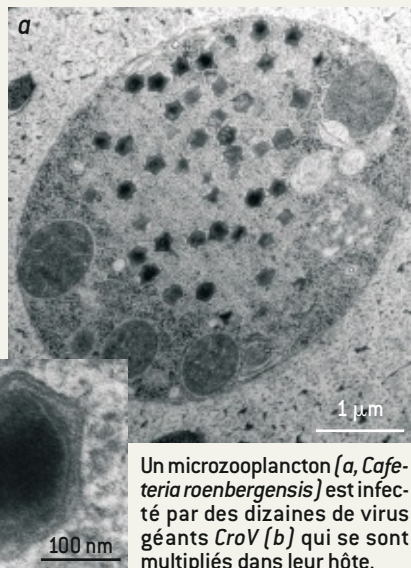
075101 • 176 pages • 25 euros

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ UN NOUVEAU GROS VIRUS

Selon la définition qui fait encore référence aujourd'hui, un virus a une petite taille (une de ses dimensions est inférieure à 250 nanomètres), n'a qu'un type d'acide nucléique (ADN ou ARN) en guise de génome, n'a pas les enzymes nécessaires pour produire de l'énergie et est incapable de se multiplier seul par division; il parasite donc d'autres cellules. Mais en 2003, la découverte de *Mimivirus*, un virus de plus de 400 nanomètres de diamètre, contenant 1,2 million de bases et possédant de l'ADN et de l'ARN, bouleverse la conception des virus (voir *Mimivirus: le plus gros des virus*, *Pour la Science*, janvier 2006, <http://bit.ly/plsoer339>). Des biologistes de Vancouver viennent de découvrir dans les océans un nouveau virus géant nommé *CroV* (*PNAS*, novembre 2010). Il infecte une espèce de micro-zooplankton (*Cafeteria roenbergensis*) et est le plus grand virus marin jamais observé. Son génome contient 730 000 paires de bases et code certaines des

protéines nécessaires à la réplication de l'ADN – et donc à la multiplication du virus. En général, les virus trouvent ces protéines dans les hôtes qu'ils infectent pour se multiplier. Un tiers de ses gènes serait commun à ceux de *Mimivirus* et, comme *Mimivirus*, son origine est débattue.



Un microzooplancton (a, *Cafeteria roenbergensis*) est infecté par des dizaines de virus géants *CroV* (b) qui se sont multipliés dans leur hôte.

→ DES TROUS NOIRS DE L'UNIVERS AUX TROUS NOIRS ARTIFICIELS

Un trou noir est un objet massif dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute forme de matière ou de rayonnement de s'en échapper. En deçà d'une limite nommée horizon, les rayons lumineux sont piégés. À l'extérieur de cette limite, leur trajectoire est modifiée, mais ils peuvent s'échapper. Les seules observations des propriétés des trous noirs dans l'Univers se font à des milliers ou des millions d'années-lumière, ce qui n'est pas simple ! Les scientifiques tentent donc de recréer des « trous noirs » en laboratoire.

Ainsi, comme la propagation du son dans un fluide en mouvement est semblable à celle de la lumière dans un espace-temps courbe, des physiciens conçoivent des « trous noirs acoustiques » ayant des propriétés analogues à celles des trous noirs de l'Univers. Pour ce faire, ils utilisent une conduite cylindrique conçue pour accélérer le fluide à une vitesse supersonique. Les trajectoires suivies par les ondes sonores dans ce dispositif correspondent à celles des ondes lumineuses dans les régions internes et externes d'un trou noir (voir *Les trous noirs acoustiques*, *Pour la Science*, mai 2002).

Des physiciens chinois viennent de créer en laboratoire des trous noirs artificiels électromagnétiques (*Journal of Applied Physics*, novembre 2010). Ils ont utilisé cinq métamatériaux isotropes – des matériaux artificiellement structurés aux propriétés inhabituelles, absentes dans la nature –, disposés en couches, de sorte que, grâce à leurs propriétés magnétiques, ils piègent les ondes électromagnétiques. Et ce trou noir électromagnétique ne laisse pas s'échapper les micro-ondes qui y pénètrent. Ce dispositif permettra peut-être de mieux comprendre comment la lumière est absorbée dans un trou noir.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

→ LE CERVEAU DES BÉBÉS NE S'ARRÊTE JAMAIS

Depuis une dizaine d'années, on sait que le cerveau humain adulte reste actif lorsqu'il est au repos, par exemple en état de somnolence. Et de façon étonnante, l'énergie alors consommée est environ 20 fois supérieure à celle utilisée quand le cerveau réagit consciemment (lors d'une tâche par exemple). Cette activité cérébrale de repos, nommée le mode par défaut, serait indispensable à la planification de tâches et à la prise de décision, et assurerait la cohérence des pensées et l'introspection, qu'il s'agisse de se souvenir du passé ou d'imaginer le futur. Elle repose sur un réseau de régions cérébrales, notamment le cortex préfrontal médian, les cortex pariétaux médian et latéral et le cortex temporal latéral (voir *Un cerveau jamais au repos*, *Pour la Science*, juillet 2010, <http://bit.ly/plsoer393>). On pensait jusqu'alors que ce réseau du mode par défaut était inexistant chez les bébés et se mettait en place dans la petite enfance. Il n'en est rien. Des neurobiologistes à Londres ont enregistré l'activité cérébrale de 70 bébés inactifs, nés entre 29 et 43 semaines de grossesse, sous sédatifs ou non (*PNAS*, novembre 2010). Au repos, leur cerveau est actif et le réseau du mode par défaut est déjà présent quand le bébé à 30 semaines de développement; ce réseau est complet à 40 semaines (au moment où la plupart des bébés naissent). Et ce, que les bébés soient sous sédatifs ou non. Le cerveau des bébés est donc plus développé qu'on ne l'imaginait, et soit les bébés sont déjà capables d'imaginer le futur et de planifier des tâches – ce qui est peu probable ! –, soit d'autres fonctions du réseau du mode par défaut restent à découvrir...

VOS PRIVILÈGES AU SOMMET

1 an • 12 numéros

56 € seulement
au lieu de 74,70 €



Recevez chaque mois votre magazine en version papier
et consultez sa version numérique en format PDF sur www.pourlascience.fr

POUR LA
SCIENCE

BULLETIN D'ABONNEMENT

À retourner accompagné de votre règlement à :
Service Abonnements • Pour la Science
8, rue Férou • 75278 Paris cedex 06

☐ **Oui, je m'abonne à *Pour la Science* seul** (12 n°s et leur version numérique)

1 an • **56 €** au lieu de ~~74,70 €~~ • Participation aux frais de port : Europe (hors France métropolitaine) 12 € par an, autres pays 25 € par an.

☐ **Oui, je m'abonne à *Pour la Science* version web** (12 n°s)

1 an • **48 €**

☐ **Oui, je m'abonne à *Pour la Science*** (12 n°s et leur version numérique) + **les *Dossiers*** (4 n°s et leur version numérique)

1 an • **76 €** au lieu de ~~102,50 €~~ • Participation aux frais de port : Europe (hors France métropolitaine) 16 € par an, autres pays 35 € par an.

☐ J'accepte de recevoir par e-mail des informations de *Pour la Science*

☐ J'accepte de recevoir par e-mail des informations des partenaires commerciaux de *Pour la Science*

Mes coordonnées (à remplir) :

Nom, prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. : _____

E-mail : _____

Je règle par :

☐ Chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Carte bancaire

Numéro de la carte _____

Date d'expiration _____

Code de sécurité*** _____

Signature obligatoire



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-contre sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès de Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres organismes. En cas de refus de votre part, il vous suffit de nous prévenir par simple courrier.
* prix en kiosque ** facultatif *** Merci d'inscrire les 3 chiffres figurant au dos de votre carte

PLS400

POINT DE VUE

Le Mont-Saint-Michel restera une île. À quel prix ?

Le barrage qui retient l'eau d'écoulement du Couesnon et des marées hautes est périodiquement vidé pour évacuer les sédiments qui menacent l'insularité du Mont. Après un an d'utilisation, le bilan est plutôt positif... sauf pour les touristes.

Fernand VERGER

« Le Mont-Saint-Michel est pour la France ce que la grande pyramide est pour l'Égypte. Il faut que le Mont-Saint-Michel reste une île. Il faut conserver à tout prix cette double œuvre de la nature et de l'art. »

Cette requête véhémement de Victor Hugo date de 1884, cinq ans après la construction d'une digue qui fit du Mont-Saint-Michel une presqu'île. Depuis lors, se pose une question récurrente : comment faire pour que le Mont reste une île ? De nombreux projets ont échoué, jusqu'à ce que des travaux visant à préserver cette insularité soient décidés en mars 1995.

D'immenses volumes de sédiments charriés par la mer s'accrurent inéluctablement, menaçant l'insularité du Mont. Les récents travaux entrepris visent à utiliser le Couesnon, un petit fleuve côtier qui se jette dans la baie, pour entraîner les sédiments vers le large. Le Couesnon a un débit moyen annuel de 10 mètres cubes par seconde, ce qui est insuffisant pour dégager les abords du Mont de la tange qui s'accumule. Pour y parvenir, il faudrait des débits de l'ordre de 100 mètres cubes par seconde, ce qui représente les rares débits de crue. Afin d'obtenir des chasses puissantes, un nouveau barrage a été construit à l'endroit où le Couesnon se jette dans la baie. Il a été achevé en 2009.

Après une année de fonctionnement — partiel comme nous le verrons —, dressons un premier bilan. En ce qui concerne l'évacuation du sable, elle est conforme aux

prévisions, et l'impact sur la biodiversité locale est positif. En revanche, force est de constater que les courants modifient le lit des rivières qui sillonnent la baie, en augmentent notablement le débit, et perturbent les randonneurs de la baie.

Avant de revenir sur ces différents aspects, rappelons en quoi consiste le dispositif. Le barrage construit sur le Couesnon retient l'eau du fleuve et emmagasine des eaux de mer à marée haute. Les eaux ainsi retenues sont libérées à marée basse. Il est prévu deux bras d'évacuation passant de part et d'autre du Mont, mais aujourd'hui

LE FONCTIONNEMENT DU BARRAGE assure aujourd'hui un déblaiement efficace du chenal.

seul le plus important des deux, qui assurera 70 pour cent du débit lorsque le projet sera achevé, fonctionne. Il passe à l'Ouest du Mont. La digue qui unit le Mont au continent fait encore obstacle à l'écoulement du bras coulant à l'Est du Mont. Vers 2015, la digue qui supporte la route sera remplacée par un pont qui permettra l'écoulement du bras oriental du Couesnon et l'accès au Mont par un court gué submersible lors des plus grandes marées, qui présentera un intérêt symbolique : garantir le caractère insulaire du monument.

Le fonctionnement du barrage sur le seul bras occidental assure aujourd'hui un déblaiement efficace du chenal jusqu'en aval du Mont. Les chasses sont beaucoup plus violentes qu'auparavant. Leur vitesse est cependant volontairement limitée à 100 mètres

cubes par seconde, d'une part, parce que le dispositif est encore en phase d'étude et, d'autre part, pour limiter les risques pour les touristes de la baie (nous y reviendrons).

Le volume actuel de la retenue est de l'ordre de 300 000 à 500 000 mètres cubes. Pour accroître ce volume et pratiquer des chasses plus importantes lorsque les deux bras du Couesnon seront en service, l'anse de Moidrey, une ancienne boucle de méandre du Couesnon aujourd'hui comblée, sera creusée, tout comme le lit du Couesnon en amont du barrage. Dans les études préliminaires, on avait envisagé que ce volume atteindrait jusqu'à 1 700 000 mètres cubes.

Par son ampleur, un tel projet retentit inévitablement sur l'environnement. Contrairement à l'ancien barrage, le nouveau ne constitue pas une cloison entre le milieu marin et le milieu fluvial puisque les eaux de mer s'accumulent dans la réserve, entraînant une salinisation du cours inférieur du Couesnon. Le franchissement du nouveau barrage par les poissons anadromes, qui doivent remonter les fleuves pour s'y reproduire, a été facilité par deux passes à poissons ménagées aux deux extrémités du barrage qu'utilisent notamment les saumons atlantiques. Le même franchissement est possible pour les poissons catadromes, telles les anguilles, qui pénètrent à l'état de civelles dans le Couesnon où elles vont grossir avant de franchir une nouvelle fois le barrage et rejoindre la mer des Sargasses pour y frayer.

L'anse de Moidrey a dû être débarrassée de sa peupleraie avant que n'y soient