

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 Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquenet,

Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Ifédayo Fadoju

Marketing : Élise Abib

Direction financière : Anne Gusdorf

Direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Jérôme Jalabert assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques : Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro :

Denis Ardid, Aurélien Barrau, Emmanuel Bourinet,
Louis Dubertret, Pierre Faournoux, François Féron,
François Forget, Claude Gronfier, Jean-François Julien,
Liliane Léger, Christophe Pichon, Michel Rausch.

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

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

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

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

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale :

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

Commande de livres ou de magazines :

0805 655 255 (numéro vert)

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

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'adap-
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).



Art et culture

*Grèce, Ô mère des arts, terre d'idolâtrie,
De mes vœux insensés éternelle patrie...*
Alfred de Musset, *Les vœux stériles*, 1831

Les statues grecques représentent pour beaucoup l'idéal de la beauté. Celles de la période archaïque (VIII^e-VI^e siècles avant notre ère) sont raides, l'homme est représenté debout, généralement nu, la femme est drapée. Au cours de la seconde moitié du VI^e siècle, les formes se font plus souples, plus élégantes. L'artiste ne représente plus des dieux ou des déesses, mais des hommes et des femmes. Puis le style évolue encore et, durant la période hellénistique, la sobriété des époques antérieures fait place à des œuvres plus réalistes, plus théâtrales, parfois monumentales. Paradoxalement, l'essentiel de nos connaissances sur la sculpture grecque nous vient de copies romaines. En effet, après avoir conquis le monde grec, au II^e siècle avant notre ère, les Romains se sont pris de passion pour les œuvres grecques du passé et en ont réalisé des milliers de copies. Les Romains peignaient-ils les sculptures qu'ils reproduisaient ? Car si l'on en croit les archéologues, les statues grecques étaient peintes. Les couleurs, qui plus est les couleurs vives, auraient été appréciées des Grecs anciens. Et l'on est surpris, voire

Les statues grecques étaient peintes.

choqué... et déçu, de constater d'après les reconstitutions en couleurs que la statue grecque n'avait pas la blancheur épurée du marbre poli [voir *Les couleurs oubliées de l'Antiquité*, page 21].

L'art est l'une des composantes de la culture. La littérature en est une autre. Et la surprise qu'offre la « culturomique » est à la mesure de celle que livre la redécouverte des couleurs dans l'Antiquité. Cette nouvelle discipline désigne l'étude linguistique de plus de cinq millions de livres qui ont été numérisés. Cela représente plus de 300 milliards de mots anglais, plus de 40 milliards de mots français et des dizaines de milliards de mots d'autres langues. Leur analyse statistique révèle des lois variées et inattendues : par exemple, *Dimanche* est le plus cité des jours de la semaine, les nombres commençant par le chiffre 1 sont les plus fréquents, etc. [voir *La culturomique*, page 82].

Dans le poème mentionné en ouverture, Alfred de Musset dit également : « La langue que parlait le cœur de Phidias / Sera toujours vivante et toujours entendue / Les marbres l'ont apprise, et ne l'oublieront pas ». Les spécialistes de la culturomique feront-ils un jour parler les statues grecques, afin d'appliquer leur méthode à ce nouveau corpus de mots ?

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

Actualités

- 6 **Des ultrasons pour voir fonctionner le cerveau**
 7 **Des cellules souches de nez pour la mémoire**
 9 **Le quasar le plus lointain**



- 10 **Pourquoi les doigts se fripent dans l'eau**
 ... et bien d'autres sujets.

- 12 **ON EN REPARLE**

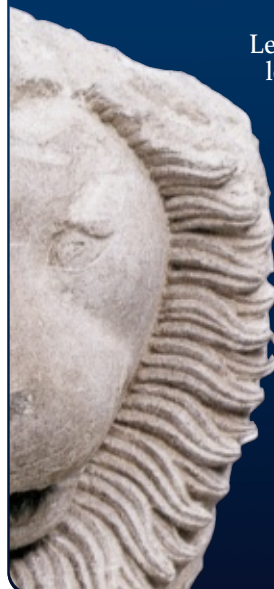
Opinions

- 14 **POINT DE VUE**
Farines animales : faut-il les réintroduire ?
Jeanne Brugère-Picoux
 15 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
La gestion énergétique des salles informatiques
Dominique Boutigny
 18 **VRAI OU FAUX**
Peut-on ne jamais rêver ?
Delphine Oudiette et Isabelle Arnulf

Sur la totalité des numéros :
 deux encarts d'abonnement pages 24 et 25.
 Encarts commande de livres et abonnement pages 72 et 73.
 Pour les abonnés seulement, un encart « Turquie »
 posé en 4^e de couverture.
 En couverture : Avec l'aimable autorisation
 de U. Koch-Brinkmann et V. Brinkmann /
 Glyptothèque Ny Carlsberg de Copenhague

DOSSIER ARCHÉOLOGIE

LES COULEURS OUBLIÉES



Les découvertes des archéologues font renaître les couleurs qui ornaient les statues et bas-reliefs du monde antique, de Persépolis jusqu'à Pompéi. Un univers surprenant s'ouvre à l'œil moderne, loin du classicisme.

22 La polychromie dans la Grèce antique

U. Brinkmann et V. Brinkmann

28 Les dieux rouges de Mésopotamie

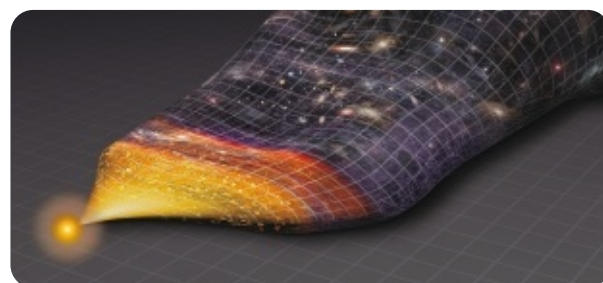
Astrid Nunn et Rupert Gebhard

44 BIOCHIMIE

Comment l'ADN réagit sous le soleil

T. Douki, J.-L. Ravanat, D. Markovitsi et É. Sage

Les rayons ultraviolets solaires provoquent des cancers de la peau, en modifiant l'ADN des cellules de ce tissu. Les mécanismes photochimiques en cause se précisent.



52 COSMOLOGIE

L'inflation cosmique en débat

Paul Steinhardt

Selon la théorie de l'inflation, proposée il y a 30 ans, l'Univers aurait connu une brève phase d'expansion vertigineuse juste après le Big Bang. Cependant, cette théorie qui est au cœur de la cosmologie moderne souffre de sérieuses difficultés.

DE L'ANTIQUITÉ

32 Bleu et or : des couleurs de roi

Alexander Nagel

38 Le bleu égyptien, premier pigment artificiel

François Delamare



60 MÉDECINE Les acides gras et la santé

J.-M. Lecerf et S. Vancassel

Omniprésents dans l'organisme, les acides gras oméga 3 et oméga 6 sont indispensables. Une alimentation variée et riche en poisson en assure un apport suffisant. Leur éventuel usage thérapeutique, pour lutter notamment contre certaines formes de dépression, est étudié.



70 MATHÉMATIQUES Des octonions pour la théorie des cordes

John Baez et John Huerta

D'après la théorie des cordes, l'Univers serait doté d'un espace-temps de dimension 10 ou 11. Un système de nombres découvert au XIX^e siècle et quelque peu oublié depuis en fournit peut-être l'explication la plus simple.

Regards

76 HISTOIRE DES SCIENCES

Du Trésor américain au projet Manhattan

Cameron Reed

En 1943, le Département américain de la Guerre a emprunté 13 000 tonnes d'argent au gouvernement pour mettre au point la première bombe atomique.



82 LOGIQUE & CALCUL

La culturomique

Jean-Paul Delahaye

L'étonnant corpus de textes créé récemment par une équipe internationale de chercheurs dévoile des phénomènes linguistiques insoupçonnés.

88 ART & SCIENCE

Le cerveau caché de Michel-Ange

Loïc Mangin

90 IDÉES DE PHYSIQUE

Les jetpacks ou l'homme-fusée

Jean-Michel Courty
et Edouard Kierlik

93 SCIENCE & GASTRONOMIE

Améliorer le pistou

Hervé This

94 À LIRE

Rendez-vous sur **SCIENCE.fr**

» Plus d'informations

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

» Les services en ligne

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

www.pourlascience.fr

→ SANS EFFET

La plupart des gens pensent peu à la catastrophe qui, demain peut-être, bouleversera leur vie – maladie, accident ou autre. Il sera toujours temps de réagir quand elle sera là. Mais certains, plus tracassés, ne peuvent chasser de leur tête l'idée que le malheur est sur le point de fondre sur eux. Comme aucune science objective n'est en mesure de garantir que tel ne sera pas le cas, ils recourent à la superstition pour atténuer leur mal-être. Ils se soumettent à des rites propitiatoires.

Que leurs rites n'aient aucune espèce d'effet sur ce que l'avenir réserve, on peut le penser. Et cela prouve que la solution adoptée par ces gens est bonne. Leurs rites améliorent le présent en allégeant l'anxiété, et ils ne détériorent pas l'avenir, car ils n'y changent rien. Ce sont des remèdes dénués d'effets secondaires. Pour ceux qui ont eu la malchance de naître trop tourmentés, être superstitieux peut être une attitude raisonnable.



→ CHRONIQUE

Un roman de Vladimir Sorokine s'intitule *Roman*. Un roman de Duong Thu Huong a pour titre *Roman sans titre*. Une opérette de Gombrowicz s'appelle *Opérette* ; un film de Samuel Beckett, *Film*. Accuser ces écrivains d'être aussi plats que les anciennes gloires de la politique ou du

spectacle, qui publient leurs mémoires sous le titre de *Mémoires* ou leurs souvenirs sous le titre de *Souvenirs*, serait ne rien comprendre à l'art. Les écrivains atteignent au contraire un sommet. Ils parcourent la boucle complète de toutes les audaces possibles. Appeler *Roman* un roman ou *Film* un film, c'est imaginer que l'imagination peut aussi consister à ne rien imaginer.

Quant aux scientifiques qui, comme Lavoisier, intitulent un traité de chimie *Traité de chimie* ou, comme Laurent Schwartz, un cours d'analyse *Cours d'analyse*, ont-ils autant d'imagination qu'un écrivain, ou aussi peu qu'une ancienne gloire ? Gardons-nous de trancher ! Quoi qu'il en soit, il est dommage que leurs titres ne soient pas plus savoureux. On aurait plaisir à étudier la chimie organique dans un livre intitulé *Les liaisons dangereuses du carbone*. Des titres comme *Et plus dure sera la chute* ou *La grâce de la pesanteur* donneraient du relief à un cours sur la gravitation. Les textes d'analyse mathématique gagneraient à s'appeler *Le zéro contre l'infini* ou *Les tribulations d'Épsilon au pays des fonctions* ou encore *Histoire d'o et d'0*. Enfin, lorsque Descartes a nommé *Dioptrique* ses travaux sur la dioptrique, il a manqué une belle occasion de commettre un plagiat par anticipation. Il aurait dû adopter le titre que Victor Hugo lui soufflait : *Les Rayons et les Ombres*.

→ ÇA N'EXPLIQUE PAS CELA...

L'initiation aux fractions s'est longtemps appuyée sur des partages de tartes. Aujourd'hui, c'est plutôt sur des partages de pizzas. Cette substitution s'inscrit, je suppose, dans la vaste perspective de l'évolution des mœurs et de la diététique. En tout cas, les problèmes de pizzas ne sont pas moins difficiles que ceux de tartes. Dans un article sur l'insupportable thème du mauvais niveau, *Le Monde* (21 mai 2011) nous apprend que les élèves de CM₂ ne saisissent pas les intitulés. C'est tout juste s'ils comprennent la phrase suivante : « Si je découpe une pizza en quatre

et que j'en prélève le quart, combien cela représente-t-il ? » Malheur : je n'ai pas su ! J'ai hasardé la réponse « un seizième » (on prélève le quart du quart), mais des amis m'ont corrigé : « Mais non, la réponse est un quart, tout simplement. »

Admettons. Reste que la phrase contient un mot (« représenter ») dont le sens est confus, et un (« cela ») dont on ne sait s'il désigne un morceau de pizza ou une opération de découpe. Soit *Le Monde* a reproduit de travers la question posée, soit on entraîne les enfants à comprendre des textes mal rédigés.

J'ai souvenir d'un professeur de mathématiques dont les coups de talon sur l'estrade, lorsqu'un élève répondait mal, faisaient résonner la salle d'un bruit de tonnerre. Employer les termes « ce » ou « cela » suscitait cet éclat. Le professeur criait : « Les démonstratifs ne font pas partie du langage mathématique ! » Il avait tort de crier, mais raison sur le fond. Un démonstratif recèle du flou, donc déroge à la rigueur mathématique, puisqu'il désigne un objet selon sa place par rapport au locuteur. Or le sens d'un texte mathématique ne doit pas être conditionné par la position ou la gestuelle de son auteur, que l'auditeur (et encore moins le lecteur) n'a pas à connaître. Dans la phrase du *Monde*, on ne comprend à quoi réfère « cela » que si on sait ce que l'auteur a en tête.

Il faudrait même exclure les démonstratifs du langage scientifique en général. Je suis prêt à payer le prix : le *Bloc-Notes*, qui ne répugne pas aux démonstratifs, ne sera donc pas scientifique. Mais *cela*, on s'en doutait un peu...



→ MATHÉMATIQUES ALAMBIQUÉES

Lors de conférences prononcées en 1979-1981, et récemment publiées sous le titre *Le fondement philosophique des mathématiques*, Jean Beaufret (1907-1982) a parcouru un cercle vicieux d'une rare perfection. Si j'interprète bien sa prose alambiquée, les mathématiques ont, pour lui, une essence éternelle, découverte par les Grecs. Il les analyse donc à partir de ses seuls souvenirs scolaires, et ne fait pas jouer sur des résultats récents les concepts qu'il élabore. Il ne court ainsi aucun risque de tomber sur une nouveauté mettant à mal lesdits concepts. Ce qui confirme que les mathématiques ont une essence immuable et éternelle. Admirable logique.



Pour accéder à la pensée de Beaufret, le lecteur doit en passer par des phrases comme : « Le nombre est le schème du concept de quantité comme synthèse de l'homogène. » Poincaré, Hilbert, sont nommés, mais jamais leurs travaux mathématiques ne sont pris en compte. Gödel est à peine moins mal traité. Beaufret disserte sur les mathématiques sans prêter attention à l'œuvre des mathématiciens !

Indifférent au fait que les notions ont une histoire, donc évoluent, Beaufret, apparemment, n'a pas entendu dire que, au XX^e siècle, les paradoxes de la théorie des ensembles, les recherches sur l'incomplétude ou sur l'indécidabilité, ont terriblement compliqué la notion de vérité en mathématiques.

Plutôt que d'adopter le postulat d'une essence éternelle des mathématiques, que ne s'est-il penché sur ce qu'elles étaient à son époque ? ■

composition(s) urbaine(s)

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

Le congrès de Tours se déroulera du 23 au 28 avril 2012, dans les locaux de l'université de Tours François Rabelais, sur le thème « Composition(s) urbaine(s) ».

Date limite de réception des propositions de communications : 1^{er} novembre 2011.

Inscriptions en ligne sur notre site internet : www.cths.fr.

Pour tout contact

Comité des travaux historiques et scientifiques

137^e congrès

110, rue de Grenelle, 75357

Paris cedex 07

tél. : 33 (0) 1 55 95 89 64

fax : 33 (0) 1 55 95 89 66

congres@cths.fr

www.cths.fr



137^e Congrès
des sociétés historiques
et scientifiques

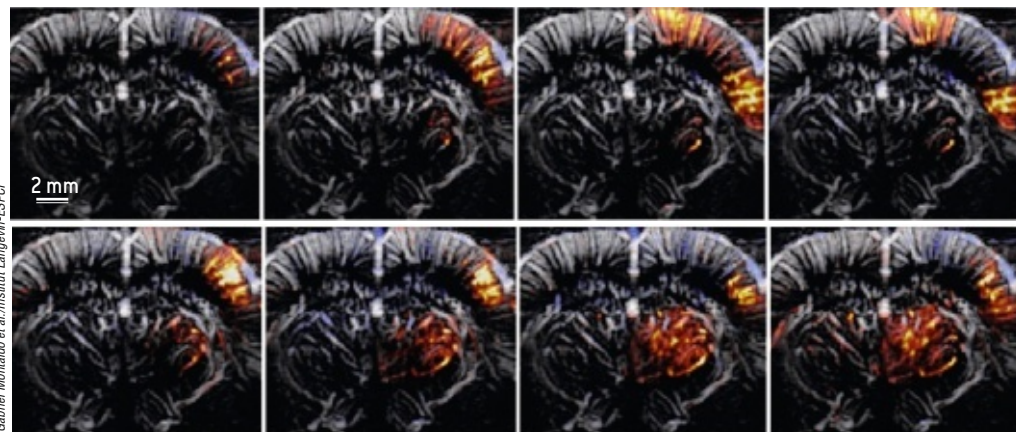
Tours

université de Tours François-Rabelais
site des Tanneurs
23-28 avril 2012

Imagerie

Des ultrasons pour voir fonctionner le cerveau

Une équipe parisienne a mis au point une technique d'imagerie cérébrale fonctionnelle utilisant l'échographie ultrasonore, avec une résolution spatiale et temporelle bien meilleure qu'avec les autres méthodes.



Gabriel Montaldo et al./Institut Langevin-ESPCI

Ces images du cerveau d'un rat sont extraites de deux séquences d'imagerie fonctionnelle par ultrasons, chaque séquence montrant la propagation de l'activité cérébrale lors d'une crise d'épilepsie [déclenchée par l'injection d'un produit dans le cortex cérébral de l'animal]. Les images successives sont séparées ici de 15 secondes (rangée du haut) et 10 secondes (rangée du bas).

Sous la direction de Mickaël Tanter et Mathias Fink, une équipe de l'Institut Langevin à l'ESPCI Paris Tech (CNRS, INSERM), en collaboration avec le Centre hospitalier universitaire Pitié-Salpêtrière, a conçu une technique d'échographie ultrasonore qui permet de visualiser et suivre l'activité cérébrale d'un rat.

Sa résolution spatio-temporelle est inégalée : 0,1 millimètre dans le plan de l'image et 0,2 millimètre dans la profondeur pour la résolution spatiale, 0,2 seconde pour la résolution temporelle. En comparaison, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la tomographie par émission de positrons (TEP) ont une résolution spatiale de l'ordre du millimètre et une résolution temporelle de plusieurs secondes.

L'échographie classique est fondée sur un balayage point par point d'ondes ultrasonores focalisées. Elle est trop lente pour obtenir les cadences, de l'ordre du millier d'images par seconde, nécessaires pour visualiser et suivre la microcirculation sanguine, grandeur directement liée à l'activité cérébrale (quand une région du cerveau s'active, il y a afflux de sang dans cette région).

Le dispositif de l'équipe de M. Tanter consiste, lui, à envoyer à très haute cadence des ondes planes ultrasonores (et non pas focalisées) et à traiter par « retournement temporel » les échos recueillis pour former l'image. En d'autres termes, les échos sont électroniquement inversés et renvoyés comme si l'on voyait un film à l'envers, ce qui permet, en répétant l'opération, de bien localiser les sources des échos et ainsi de construire une image de résolution élevée.

En pratique, la sonde ultrasonore est une barrette de 128 transducteurs piézo-électriques espacés de 0,1 millimètre, placée au-dessus d'une ouverture pratiquée dans la boîte crânienne des rats. Une cadence de 1 000 images par seconde à très haute résolution est obtenue, sur un champ de deux centimètres de côté et de profondeur. Chaque image est construite en combinant celles obtenues avec 17 illuminations différentes (ondes planes d'angles différents). La procédure complète consiste à enregistrer 200 images composites en 0,2 seconde, de façon à obtenir, par un effet de moyenne, une image des flux sanguins avec une haute résolution spatiale.

L'amplitude du signal recueilli pour chaque pixel de l'image fluctue dans le temps avec une fréquence caractéristique qui dépend du mouvement des globules rouges du sang, ce mouvement entraînant un effet Doppler. De ce signal, on peut extraire une grandeur proportionnelle au volume de sang présent dans la région correspondant au pixel considéré. L'image globale est donc une cartographie, à un instant défini avec une résolution de 0,2 seconde, de la répartition du sang dans la « tranche » de cerveau explorée par la sonde.

L'équipe de l'Institut Langevin a ainsi pu visualiser l'activité cérébrale de rats dont on stimulait les moustaches. Les images montrent même l'activation d'une seule colonne neuronale dans le cortex, quand on stimule un seul poil de moustache. De même, les chercheurs ont visualisé la propagation, dans l'espace et le temps, de l'activité cérébrale associée à une crise d'épilepsie (déclenchée en injectant en un point du cortex cérébral un produit approprié).

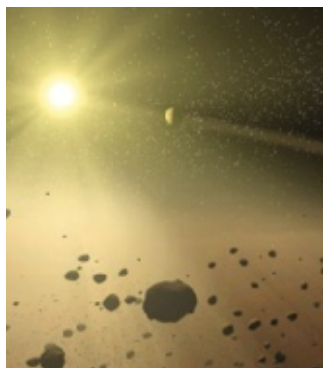
Cette technique d'imagerie fonctionnelle est prometteuse pour l'étude des petits animaux, l'appareillage étant simple, très peu encombrant et bon marché par rapport aux équipements d'IRM ou de TEP. On devrait aussi pouvoir l'adapter pour réaliser de l'imagerie cérébrale sans ouvrir la boîte crânienne, si l'épaisseur de cette dernière n'est pas trop importante. De même, on pourrait l'appliquer à l'homme, par exemple aux bébés à travers les fontanelles, régions peu ossifiées de leur crâne, ou aux adultes lors d'opérations neurochirurgicales à crâne ouvert.

→ Maurice Mashaal

É. Macé et al., *Nature Methods*, en ligne, 2011

Astronomie

Aller-retour vers Mars... pour Jupiter



En migrant jusque dans le Système solaire interne, Jupiter aurait participé à la formation des planètes telluriques et à celle de la ceinture principale d'astéroïdes.

Jupiter à la place de Mars ? C'est le scénario envisagé par Alessandro Morbidelli, de l'Observatoire de la Côte d'Azur, et ses collègues pour expliquer les caractéristiques du Système solaire interne. Quelques millions d'années après la naissance du Système solaire, Jupiter, encore en formation, aurait migré vers le Soleil depuis une orbite de trois ou quatre unités astronomiques de rayon (l'unité astronomique, ou UA, est la distance Terre-Soleil) jusqu'à la position actuelle de Mars (1,5 UA). En éjectant la matière sur son chemin, la planète géante aurait tronqué à 1 UA le disque protoplanétaire, lui-même tronqué à 0,7 UA par le Soleil. La région centrale de l'anneau restant, plus dense, aurait formé Vénus et la Terre ; les bords, moins fournis, auraient engendré Mercure et Mars. Dans un deuxième temps, Saturne, une fois formé, aurait à son tour migré vers le Soleil. Son influence aurait fait revenir Jupiter jusqu'à sa position actuelle (5 UA). Ce scénario, testé par des simulations numériques, apparaît compatible avec la formation des planètes telluriques et explique celle de la ceinture d'astéroïdes, entre 2 et 4 UA.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

K. J. Walsh et al., *Nature*, en ligne, 5 juin 2011

En bref

LES AVIONS FONT NEIGER

Des physiciens américains ont expliqué pourquoi les avions provoquent dans les nuages un trou ou un canal plus gros que l'appareil, et des chutes de neige. Dans une couche nuageuse surfondue (où l'eau reste liquide jusqu'à -40°C), le passage de l'avion déclenche une baisse de température. Des cristaux de glace naissent dans le nuage refroidi, grossissent et finissent par tomber. De plus, ils libèrent assez de chaleur pour réchauffer l'air autour d'eux et créer un trou pouvant atteindre 100 kilomètres de longueur.

PUNAISE, QUEL VACARME !

Le niveau sonore du chant émis par la punaise d'eau *Micronecta pygmaea*, insecte de deux millimètres de long, peut atteindre 99 décibels ! Par rapport à sa taille, cela en fait le plus bruyant du règne animal, dépassant même celui des grands mammifères tels les éléphants et les baleines. Ce sont les mâles de cette espèce qui produisent ce chant pour attirer les femelles, grâce au frottement de leurs appendices génitaux sur une petite surface.

SE MUSCLER AU VIN ROUGE

L'atrophie des muscles guette les cosmonautes en impesanteur, condition qui réduit les efforts mécaniques fournis par l'organisme. Y a-t-il un remède autre que l'exercice physique ? L'équipe de Stéphane Blanc (CNRS, Strasbourg) a montré chez des rats dont les pattes postérieures ont été maintenues inactives qu'un apport quotidien en resvératrol (un antioxydant contenu notamment dans le vin rouge) enrayer la perte de masse musculaire et la baisse de densité osseuse...

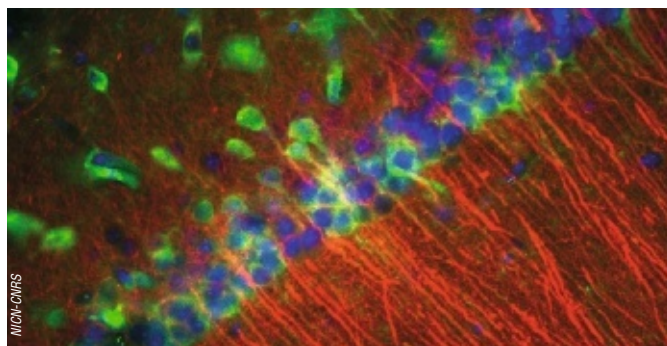
Neurobiologie

Des cellules souches de nez pour la mémoire

Comment limiter les pertes de mémoire, voire restaurer cette capacité ? Dans une nouvelle approche, des chercheurs de Marseille et de Montpellier montrent que des cellules souches prélevées sur les muqueuses nasales rendent la mémoire à des souris amnésiques.

Les cellules souches sont des cellules indifférenciées pouvant donner naissance à différentes lignées cellulaires de l'organisme. François Roman, à l'Université de Provence, François Féron, à l'Université Aix-Marseille II, et leurs collègues se sont intéressés aux cellules souches de la muqueuse nasale. Au sein de cette muqueuse, les neurones olfactifs se renouvellent fréquemment. Par conséquent, les cellules souches dont ils sont issus sont nombreuses chez l'adulte et, de plus, faciles à prélever.

Une étude sur des rats servant de modèle de la maladie de Parkinson avait montré que des cellules souches de muqueuse nasale humaine, greffées dans la région cérébrale qui dégénère dans cette pathologie, réduisaient les troubles



Cellules souches nasales humaines (en vert) après migration dans l'hippocampe lésé de souris (en rouge). Une partie des cellules humaines greffées se sont différenciées en neurones (en jaune vert ; en bleu, le noyau des cellules).

moteurs chez ces animaux. Pour tester l'effet de ces mêmes cellules sur les troubles de la mémoire, les neurobiologistes en ont injecté chez des souris, notamment dans un centre essentiel de la mémoire, l'hippocampe, qu'ils avaient préalablement lésé.

Des tests comportementaux ont révélé que les souris ont recouvré en quelques semaines leurs capacités d'apprentissage et de mémoire. Les cellules souches nasales greffées s'étaient différenciées en neurones et avaient même

stimulé la différenciation des cellules souches encore présentes dans l'hippocampe endommagé.

Les neurobiologistes vont maintenant réaliser un essai clinique où des cellules souches nasales seront greffées sur des personnes victimes d'amnésie post-traumatique due à des pertes neuronales. Ils étudieront aussi le potentiel thérapeutique de ces cellules souches dans des modèles animaux de la maladie d'Alzheimer.

→ Cécile Fourrage

E. Nivet et al., *The J. of Clinical Invest.*, 2011

En bref

D'OÙ VIENT LE PALUDISME ?

Des chercheurs français et américains ont découvert *Plasmodium falciparum*, l'agent du paludisme, chez le cercopithèque – un petit singe africain d'une lignée différente de celle de l'homme et des grands singes. On savait déjà qu'il pouvait infecter le gorille (un grand singe). Cette découverte suggère que l'origine du parasite serait antérieure aux débuts de la lignée humaine. En étudiant le génome du parasite extrait du cercopithèque, on espère comprendre comment il s'est adapté à l'homme... pour mieux le combattre.

L'IMPACT DES PRÉDATEURS

Les populations des grands prédateurs (lions, ours, loups, requins, etc.) déclinent. Selon l'équipe de l'écologue américain James Estes, ces animaux, derniers maillons des chaînes alimentaires, sont aussi essentiels à l'équilibre global des écosystèmes. En étudiant et en comparant de nombreux cas en divers endroits dans le monde, elle a montré que la raréfaction des prédateurs a un fort impact : elle rend les proies plus sensibles aux maladies, diminue la biodiversité, modifie la composition des sols, etc.

Physiologie

Les neurones de l'intestin irritable

Maux de ventre, constipation, diarrhée, ballonnements : voilà quelques symptômes du syndrome de l'intestin irritable ou colopathie fonctionnelle. Les douleurs abdominales qui l'accompagnent sont désagréables, souvent handicapantes. Des chercheurs de l'Institut de génomique fonctionnelle à Montpellier et de l'Unité Pharmacologie fondamentale et clinique de la douleur à Clermont-Ferrand auraient découvert la cause de ces douleurs.

Plus de dix pour cent des Français, surtout des femmes, souffriraient de cette maladie. Une modification de la vitesse de transit des aliments dans le côlon – engendrant une constipation ou une diarrhée – et une sensibilité excessive de la paroi intestinale couplée à des ballonnements sont en cause, d'où les douleurs du côlon.

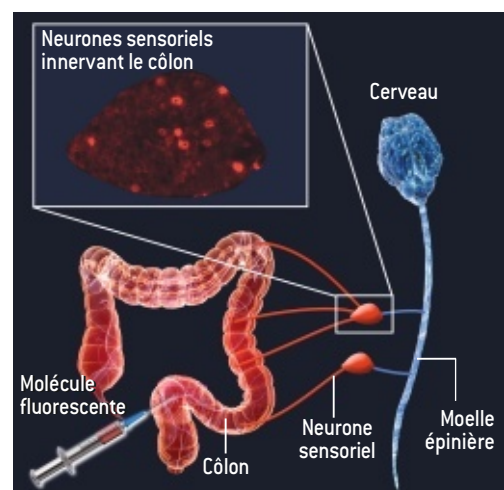
En injectant des molécules fluorescentes dans la paroi intestinale de rats, les physiologistes français ont identifié les neurones sensoriels (impliqués dans la douleur) qui innervent la muqueuse du côlon : les terminaisons nerveuses connectées au côlon captent les molécules fluorescentes, qui remontent jusqu'à la moelle épinière *via* les axones des neurones sensoriels. L'analyse de ces neurones révèle qu'ils portent davantage de canaux ioniques Cav3.2, comparés à d'autres neurones non impliqués dans ce mécanisme. Ces canaux permettent aux ions calcium de traverser la membrane cellulaire : quand ils s'ouvrent, ils augmentent l'excitabilité des neurones.

En outre, les chercheurs ont confirmé le rôle de ces canaux sur des rats servant de modèles pour l'étude du syndrome de l'intestin irritable. En bloquant l'ouverture des canaux calciques ou en empê-

chant leur synthèse, ils ont soulagé les rats. On ignore si ces canaux sont plus nombreux ou suractivés dans la pathologie, mais ces modifications dans les neurones innervant le côlon expliqueraient les douleurs. Les molécules inhibant l'activité de ces canaux représenteraient peut-être des molécules anti-douleurs efficaces dans cette maladie invalidante.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

F. Marger et al., PNAS, en ligne, 20 juin 2011



En injectant un traceur fluorescent dans la paroi intestinale de rats, les physiologistes ont identifié les neurones sensoriels associés à la douleur dans le côlon. Des coupes (voir le cartouche) des ganglions proches de la moelle épinière chez le rat révèlent ces neurones sensoriels (en rouge vif).

Physique des particules

Neutrinos : de muoniques en électroniques

Les neutrinos, particules qui interagissent très peu avec la matière, existent sous trois espèces : électronique, muonique et tauique. Si les neutrinos ont des masses non nulles, ils peuvent se transformer spontanément d'une espèce à l'autre – phénomène nommé oscillation (les probabilités correspondantes étant des fonctions périodiques du temps). L'existence des oscillations de neutrinos a été confirmée pour la première fois en 1998. Les résultats de l'expérience internationale T2K, au Japon, sont en

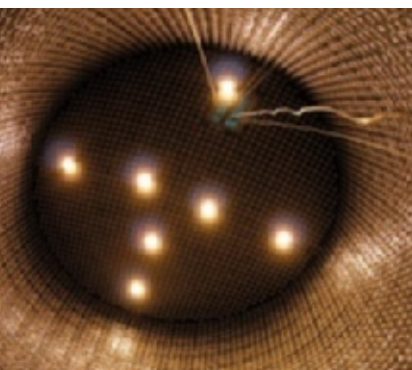
train d'apporter une des dernières pièces du puzzle des neutrinos.

En 1998, le détecteur Super-Kamiokande avait mesuré, dans les particules produites par le rayonnement cosmique, moins de neutrinos muoniques que prévu, ce que l'on a pu interpréter comme une conséquence de la transformation d'une partie des neutrinos muoniques en neutrinos tauiques. Depuis, diverses expériences ont mis en évidence des disparitions de neutrinos, interprétées comme le résultat d'oscillations.

L'expérience T2K, où Super-Kamiokande capte un faisceau de neutrinos muoniques produits à 300 kilomètres de distance, est la première qui semble avoir détecté une « apparition » de neutrinos d'une autre espèce (ici électronique). La mesure de telles transformations devrait permettre de compléter le tableau des paramètres décrivant les oscillations de neutrinos. Parmi les projets expérimentaux ayant cet objectif, T2K est le premier à fournir des résultats.

→ M. M.

K. Abe et al., soumis à Physical Review Letters



L'intérieur du détecteur de neutrinos Super-Kamiokande, avant sa mise en service.