

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

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice de la rédaction : Françoise Pétry

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Géssippe, Bénédicte Salthun-Lassalle,
Cécile Fourrage

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 Tacquenot,
Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Géssippe 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 :

Maxime Boulet-Audet, Jacques Boutet de Monvel, Christian Boyer,
Didier Despois, John Eades, Tristan Ferroir, Sophie Gallé-Soas,
Marie-Lise Gougeon, Masaki Hori, Évelyne Host-Platret, André
Lassoudière, Hervé Le Guyader, Jacqueline Levilliers, Pascale
Lherminier, Marie-Christine Maurel, Patrick Michel, Christophe
Pichon, Bernard Poulligny, Jean Schneider, Michel Zelvelder.

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 chalets, 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 Rus-
ting, 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 Ameri-
can », 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 Scien-
tific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science
S.A.R.L. ».

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



de Françoise Pétry directrice de la rédaction

Pas banal !

Selon Norbert Verdier, maître de conférences en mathéma-
tiques appliquées à l'IUT de Cachan et à l'Université Paris-Sud,
« À 15 ans, [Évariste Galois] rejette les traités élémentaires
d'algèbre, qui l'ennuient, et apprend l'algèbre dans Lagrange.
À 16 ans, il commence à inventer ». À 17 ans, il envoie son premier mémoire
à l'Académie. À 18 ans, il passe son baccalauréat. À 20 ans, il devient un
républicain actif dans une France révolutionnaire. À 20 ans, il adresse
son mémoire *Sur les conditions de résolubilité des équations par radi-
caux* à l'Académie, et il est arrêté et condamné à six mois de prison. Le
30 mai 1832, alors qu'il vient tout juste d'être libéré, il est provoqué en
duel près de l'étang de la Glacière, à Gentilly. Ayant reçu une balle dans
l'abdomen et laissé pour mort, il décède le 31 mai, à l'âge de 20 ans et
7 mois. « Je prie les patriotes mes amis, de ne pas me reprocher de
mourir autrement que pour le pays. Je meurs victime d'une infâme
coquette, et de deux dupes de cette coquette », écrivit-il dans l'une de
ses dernières lettres. Les découvertes de cette comète mathématique,
aussi éphémère que lumineuse, n'en finissent pas de nourrir les mathé-
matiques contemporaines (voir *De Galois aux corps finis*, page 24).

Comète mathématique...

Ce jeune mathématicien était tout sauf acratopège. Dans son *Bloc-
notes* (voir page 4), Didier Nordon évoque au détour d'une chronique
météorologique un temps acratopège, c'est-à-dire quelconque, ni
beau ni mauvais. Or ce qualificatif s'applique aussi aux nombres qui
n'ont aucune propriété particulière et que recherchent certains mathé-
maticiens. Pourtant, s'il a la propriété de ne pas avoir de propriété parti-
culière, un nombre acratopège a au moins celle-là... Dès lors, les nombres
acratopèges existent-ils vraiment ?

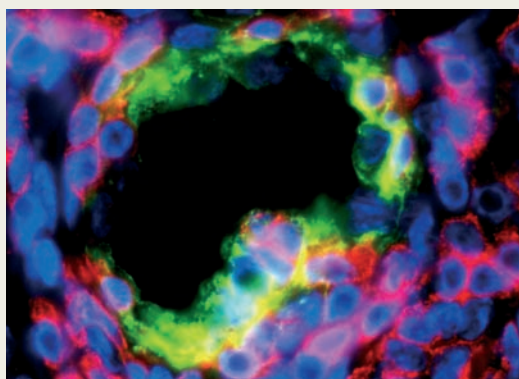
Les conditions de la vie sur la Terre ne sont pas quelconques non
plus. Elles semblent même si particulières que les astronomes qui
recherchent des signes de l'éventuelle présence d'une vie intelligente
dans l'Univers parviennent à la conclusion que ces contraintes ne
sont remplies sur aucune des planètes extrasolaires situées dans notre
région galactique (voir *Seuls dans l'Univers ?*, page 54).

Et sans doute rien n'est-il quelconque ou anodin en sciences. Pas
même les sujets qui peuvent le paraître à première vue, telle l'attirance
des moustiques pour le sang humain. Ainsi, non seulement l'anophèle,
le moustique vecteur du paludisme, détecte spécifiquement l'odeur
humaine, mais il le fait avec une précision surprenante, puisqu'il repère
ses proies à plusieurs dizaines de mètres de distance (voir *Le mous-
tique, expert en odeur humaine*, page 48). La science nous livre sans
cesse des informations peu banales.

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

Actualités

- 6 **La physique des auréoles de café**
 9 **Prédire les taches solaires**
 11 **Morpion solitaire : record en 178 coups**
 12 **Des vaisseaux sanguins contre les tumeurs**



... et bien d'autres sujets.

- 15 **ON EN REPARLE**

Opinions

- 16 **POINT DE VUE**
Maladies mentales : les oubliées de la médecine et des pouvoirs publics !
Michel Hamon
 17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
Recycler le béton
Amaury Cudeville
 21 **COURRIER DES LECTEURS**
 22 **VRAI OU FAUX**
Tombe-t-on malade quand on prend froid ?
Luc de Saint-Martin Pernot

Ce numéro comporte deux encarts d'abonnement
 Pour la Science brochés sur la totalité du tirage, p. 25 et 80.
 En couverture : © Bruno Bourgeois

À LA UNE

24 MATHÉMATIQUES

De Galois aux corps finis

Antoine Chambert-Loir

Le 25 octobre 2011 marque le bicentenaire de la naissance d'Evariste Galois. Les découvertes du fougueux jeune homme, notamment sur les structures algébriques nommées corps finis, ont profondément marqué les mathématiques.



32 ÉVOLUTION

L'évolution de l'œil

Trevor Lamb

Nos lointains ancêtres auraient été dotés d'un proto-œil qui captait la lumière, mais ne permettait pas de voir. Ensuite, l'œil a acquis des caractéristiques qui lui ont conféré la vision. Cette évolution aurait été très rapide : à peine 100 millions d'années.

40 CLIMATOLOGIE

Le dernier grand réchauffement

Lee Kump

De nouveaux indices suggèrent que le plus brutal des réchauffements climatiques préhistoriques s'est fait à un rythme modéré comparé à celui que nous connaissons aujourd'hui. Cet épisode est riche d'enseignements pour notre futur.

48 BIOLOGIE ANIMALE

Le moustique, expert en odeur humaine

John Carlson et Allison Carey

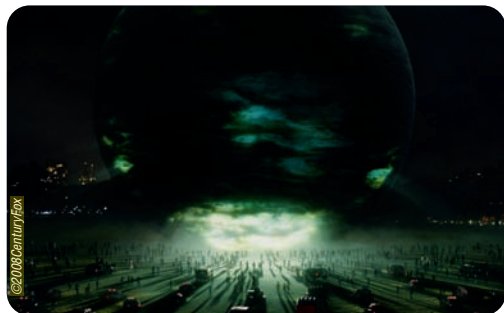
Le décryptage du mécanisme par lequel les moustiques flairent les humains pourrait conduire à des pièges et des produits antimoustiques plus efficaces pour lutter contre le paludisme.



54 **ASTRONOMIE** **Seuls dans l'Univers ?**

Howard Smith

Malgré la découverte de nombreuses planètes extrasolaires, l'existence d'une civilisation extraterrestre dans notre région de la Galaxie serait peu probable.



62 **IMMUNOLOGIE** **Concevoir plus rapidement des vaccins**

Alan Aderem

L'analyse simultanée de toutes les composantes du système immunitaire après une vaccination accélérerait la mise au point de vaccins efficaces, et porterait un coup fatal au virus du sida.

68 **ROBOTIQUE** **Les robots font de la science**

Ross King

Des machines peuvent-elles émettre des hypothèses, réaliser des expériences et évaluer les résultats, sans l'intervention de l'homme ? Des prototypes montrent que oui.



76 **ENVIRONNEMENT** **Un fléau mondial : la contamination de l'eau par l'arsenic**

R. Millot, L. Charlet et D. Polya

Dans plusieurs régions du monde, l'eau contient de l'arsenic. Cet élément y est naturellement présent, mais l'utilisation de puits profonds a fait augmenter sa concentration. Des solutions de dépollution sont à l'étude.

Regards

84 **HISTOIRE DES SCIENCES** **L'art de la navigation dans le Pacifique**

Emmanuel Desclèves

Sans cartes ni instruments d'aucune sorte, les peuples océaniques ont conquis le Pacifique bien avant les Européens, grâce à une connaissance exceptionnelle des mers et de la navigation qui n'a rien à envier aux pratiques occidentales.

88 **LOGIQUE & CALCUL** **La maîtrise des nombres premiers**

Jean-Paul Delahaye

Comme l'eau et le feu, les polynômes et les nombres premiers se rencontrent et donnent naissance à un violent bouillonnement... mathématique.

94 **ART & SCIENCE** **Donner à voir les mathématiques**

Loïc Mangin

96 **IDÉES DE PHYSIQUE** **Juste une mise au point**

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

101 **SCIENCE & GASTRONOMIE** **Mijotons**

Hervé This

102 **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

→ UN TEMPS QUELCONQUE OU ACRATOPÈGE ?

« **T**emps pluvieux au Nord, plus jeune au Sud ». À part ce jeu de mots, je ne vois d'autre moyen, pour atténuer l'ennui des conversations obligées sur la pluie et le beau temps, que de renouveler le vocabulaire.

Ne dites pas que la sécheresse vous inquiète. Dites que le stress hydrique aggravé risque d'avoir des conséquences négatives à court et/ou moyen terme.

Laissez les enfants s'écrier, tout excités : « Il neige ! » Quant à vous, soyez posé : « Nous affrontons actuellement un épisode neigeux exceptionnel. »

Les jours où le vulgaire s'exclame : « Quel temps de chien ! », plaignez-vous de la canicule. Personne ne comprendra, ce qui apportera une plaisante touche d'imprévu dans un type de dialogue voué à ne rien dire. Pourtant, vous aurez parlé juste, puisque le mot canicule dérive du latin *canis*, chien. (À Rome, la constellation du Grand Chien était bien visible en été.)

Si le temps est trop froid, faites observer que les températures sont en dessous des normales saisonnières. Même chose, *mutatis mutandis*, si le temps est trop chaud. En ce cas, ajouter une dissertation alarmiste sur le réchauffement climatique sera apprécié.

Enfin, si le temps n'est ni chaud ni froid, ni sec ni humide, ni agréable ni désagréable,

ne vous découragez pas. Il y a quand même moyen d'en parler. À cas rare, mot rare. Un adjectif existe, qui sert à qualifier les objets dépourvus de propriété particulière, objets sans autre caractéristique que de ne pas en avoir. Déclarez : « Quel temps acratopège, aujourd'hui ! »

→ PROFONDEURS AMBIGÜES

L'expression « une idée profonde » a beau être fréquente dans la bouche des chercheurs, ceux-ci précisent rarement ce qu'ils entendent par « profond ». Sachons gré à William Byers de l'avoir fait. Sa conclusion surprendra : ce mathématicien soutient, non sans arguments, que la profondeur d'une idée réside dans son ambiguïté.

Il est en effet dans la nature du monde d'être ambigu. L'équation $E=mc^2$ montre que la réalité physique peut être pensée comme matière ou comme énergie ; l'électron est, irréductiblement, onde et particule. De même, le hasard est trop ambigu pour qu'on puisse le définir. Chaque définition du hasard produit sa propre réalité, qui doit ensuite être comprise. Le nombre, ambigu lui aussi, relève du discontinu (les entiers) et du continu (les réels). Quant aux mathématiques, elles sont « l'art de donner le même nom à des choses différentes » (Poincaré) : un même objet prend donc l'aspect de choses différentes selon le regard qu'on porte sur lui. Ambiguïté toujours !

Formaliser une situation ouvre une porte permettant une exploration, mais on perd quelque chose : la situation initiale est multiple, et on la réduit à des concepts univoques. Plus fidèles à la nature que les idées précises, les idées ambiguës en embrassent une part plus grande. Dynamiques, elles s'appliquent à différents contextes. En cela, elles sont profondes (William Byers, *The Blind Spot. Science and the Crisis of Uncertainty*, Princeton University Press, 2011).



→ JUGEMENTS À LA HACHE

Lancé dans cette jungle qu'est l'humanité, chacun est constamment amené à pressentir qui va pouvoir être son ami, qui risque d'être son ennemi. Face à une nouvelle rencontre, les formules « Il a une bonne tête » ou « Quelle sale gueule ! » viennent facilement à l'esprit. Ces jugements sont d'ailleurs assez fiables, parce qu'ils ont quelque chose d'une prophétie autoréalisatrice : si je trouve quelqu'un antipathique, mon attitude envers lui s'en ressentira, et son attitude envers moi s'en ressentira à son tour.

Les théories qui, jadis, ont prétendu établir des relations entre l'apparence physique et le caractère passent aujourd'hui pour ridicules (la physiognomonie, la phrénologie), ou ont engendré des horreurs (l'opposition entre brachycéphales et dolichocéphales). La morphopsychologie, comme on dit désormais, court les mêmes risques. L'homme est un animal dangereux. Lui mettre entre les mains une théorie censée révéler la vérité des gens d'après leur mine est imprudent. Il est des domaines qu'il vaut mieux laisser à la subjectivité plutôt qu'essayer de les rendre objectifs.



→ PAS DE PYTHIES

On en fait souvent le compliment – après coup – aux romanciers : mieux que d'autres, ils anticipent l'évolution d'une société. Kafka, par exemple, a pressenti le rôle des bureaucraties. Les essayistes passent pour moins perspicaces. Les scénarios qui se réalisent ne sont jamais ceux qu'ils avaient envisagés.

C'est que les romanciers disposent d'un avantage décisif : on n'attend pas de démonstration de leur part. Pourvu qu'ils aient une intuition et sachent la mettre en scène, le lecteur est satisfait. Les essayistes, eux, sont astreints à la rigueur déductive. Ils ne doivent pas laisser libre cours à leur imagination, mais étayer leurs prévisions par l'analyse d'indices. C'est justement cela qui augmente leurs risques d'erreurs ! Il y a en effet plus d'indices trompeurs que d'indices fiables. Tel phénomène objectivement négligeable jusqu'à maintenant peut, du jour au lendemain, prendre une importance majeure. Tel autre phénomène dont « tout » laisse prévoir qu'il va occuper de plus en plus de place peut, sans crier gare, se dégonfler et disparaître. Il y a trop d'irrationnel dans le comportement d'une société, trop de créativité, trop d'interactions imprévisibles, pour qu'elle suive des règles permettant de dire où elle va. Un romancier est plus à l'aise qu'un essayiste pour accorder du crédit à une sensation fugitive qu'il est à peu près seul à éprouver.

Pour ce qui est de deviner l'avenir, la démonstration est plus hasardeuse que l'intuition. ■



Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

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

La paléopathologie

La paléopathologie

Olivier Dutour

ISBN 978-2-7355-0750-4

176 p., ill. couleur, 15,5 x 20 cm

23 €

Ce petit volume n'est ni un manuel ni un traité. Son propos est d'aborder la paléopathologie, née dans le berceau de la préhistoire et de la paléontologie, de la rencontre des sciences médicales et archéologiques, sous la forme de réponses à dix questions simples.

Il est destiné aux étudiants de master de différentes filières en sciences humaines, biologiques, médicales ou de l'environnement, désireux d'approfondir leurs connaissances dans le cadre de leur cursus ou simplement curieux de découvrir cette discipline particulière, et plus largement à tous ceux qui s'intéressent aux sciences du passé et de la santé.

Deux siècles de géographie française

Deux siècles de géographie française

Une anthologie

sous la direction de Marie-Claire Robic, Jean-Louis Tissier et Philippe Pinchemel

ISBN 978-2-7355-0735-1

560 p., 21,5 x 26 cm

45 €

Cette anthologie rassemble près de cent textes attestant de la manière de faire des géographes français et des multiples questions qu'ils posent sur le monde. Géographes-voyageurs, encyclopédistes, universitaires, fondateurs ou rénovateurs, théoriciens ou praticiens de l'espace : on a cherché ici à rendre compte de la curiosité qui, toujours, les anime. Comment ce monde est-il habité, transformé, vécu, imaginé, mais aussi construit par la réflexion, par le discours et par l'image ? Partie prenante des sciences sociales, la géographie développe ses méthodes et ses styles pour interroger les rapports des individus et des sociétés à la nature, à l'espace et aux Autres. Dans une visée pédagogique, les textes proposés à l'analyse sont accompagnés de notices qui contextualisent à la fois l'auteur et l'œuvre de référence.

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