

Solidarité

Engagement

Proximité

Confiance



casden



BANQUE POPULAIRE

Humaine et contemporaine
notre identité reflète
nos valeurs

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 Mashaal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

Dossiers Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

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

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Yoan Bassinet

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 : Françoise Combes,
Didier Demolin, Mohammad Heydari-Malayeri,
Évelyne Host-Platret, Nunzio Lanotte, Philippe May,
Christophe Pichon, Patrice Pomey, Sevet Sen,
Rossana Tazzioli, Jean-Philippe Uzan.

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pourlascience.fr)

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

Contact kiosques : À juste titres : Benjamin Boutonnet

Tel : 04 88 15 12 41

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal,
Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

SCIENTIFICAMERICAN 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 contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science » doivent être adressées par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».

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



de **Françoise Pétry** directrice de la rédaction

Magie et complexité

« Même quand nous comprenons ce [que les magiciens] font, le processus par lequel ils y sont arrivés nous est inaccessible. Ils n'ont que très rarement, voire jamais, d'élèves, car [...] il doit être terriblement frustrant pour un jeune esprit brillant d'être confronté aux voies impénétrables de l'esprit d'un magicien. Richard Feynman est un magicien d'un niveau exceptionnel. »

Pourquoi Richard Feynman, qui, en 1965, partagea le prix Nobel de physique avec Julian Schwinger et Sin-Itiro Tomonaga, fut-il qualifié de magicien par le mathématicien Mark Kac qui travailla avec lui ? Un magicien réalise ce qui semble impossible avec une apparente facilité. C'est ainsi qu'avec ses colauréats, il travailla à l'élaboration de l'électrodynamique quantique, théorie qui décrit l'interaction électromagnétique des particules chargées. Pour ce faire, il élaborait notamment des figures – les diagrammes qui portent son nom – permettant de représenter et de calculer ces interactions. Toutefois, aussi puissants soient-ils, les diagrammes de Feynman sont devenus insuffisants pour traiter, par exemple, la complexité des interactions des particules dans le LHC, le grand collisionneur de hadrons. Une nouvelle méthode, dite d'unitarité, prolonge celle de Feynman (voir *Boucles et arbres, à la recherche d'une nouvelle physique, page 72*).

La complexité est parfois un atout.

Mais la complexité est parfois un atout, car des propriétés nouvelles peuvent en émerger. C'est le cas notamment dans les sociétés d'insectes sociaux – fourmis ou termites, par exemple –, où le chaos semble régner, mais d'où naissent des constructions dont les plans n'ont rien à envier à ceux d'architectes rigoureux et organisés (voir *L'art de la construction chez les insectes sociaux, page 28*). Dans un autre domaine, celui de l'Univers, l'étude des interactions complexes du trou noir situé au centre de la Voie lactée avec son environnement révèle que ce monstre, ni trop vorace ni trop repu, aurait favorisé l'apparition de conditions propices à la vie sur Terre (voir *Les bienfaits des trous noirs, page 22*). La vie serait-elle une propriété émergente des systèmes cosmiques complexes ?

Le cerveau est aussi un système complexe, et la conscience en est une propriété émergente. Sans doute en est-il de même pour les pièges de la conscience, les illusions. Et, pour revenir à Richard Feynman, s'il fut un magicien de la complexité, sa contribution à la physique fut loin d'être une illusion.

1 **ÉDITO**4 **BLOC-NOTES**

Didier Nordon

Actualités

6 **Premiers succès pour *Curiosity***7 **Vers la pilule pour les hommes ?**9 **Des mémoires ferroélectriques pour bientôt ?**13 **L'aile optimale du criquet ... et bien d'autres sujets.**14 **ON EN REPARLE**

Opinions

16 **POINT DE VUE**
L'imagerie cérébrale au tribunal ?
Olivier Oullier17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
L'eau comptabilisée à l'échelle européenne
Philippe Crouzet21 **VRAI OU FAUX**
Les Mac résistent-ils mieux aux virus que les PC ?
Jean-Yves Marion

Ce numéro comporte deux encarts d'abonnement *Pour la Science* et un encart « lunettes 3D » brochés sur la totalité du tirage ; une édition spéciale comportant un courrier posé en 4^e de couverture est envoyée à 700 lycées en France métropolitaine.
En couverture : © Kenn Brown, Mondolithic Studios

À LA UNE

22 **ASTROPHYSIQUE**
Les bienfaits des trous noirs

Caleb Scharf

Le monstre supermassif qui engloutit de la matière au centre de la Voie lactée a peut-être joué un rôle clef dans l'apparition de conditions propices à la vie dans notre région de la Galaxie.

28 **ÉTHOLOGIE**
L'art de la construction chez les insectes sociaux

Guy Théraulaz, Andrea Perna et Pascale Kuntz

Les termitières et les fourmilières sont des prouesses architecturales. Pourtant, chaque ouvrier bâtisseur n'a qu'une perception locale du nid qu'il construit. Des modèles simples révèlent leurs secrets.

Portfolio 3D

Lunettes en page 28

36 **ÉTHOLOGIE**
Voyage au centre des termitières et des fourmilières

G. Théraulaz, F. Picarougne et Ch. Jost

Grâce à la tomographie à rayon X et à une reconstitution informatique, des éthologues visitent virtuellement les galeries de ces nids à l'architecture remarquable. Voici les premières images de leur voyage. À vos lunettes 3D !

44 **ARCHÉOLOGIE**
Les mégalithes de Sumatra

Dominik Bonatz

Les mégalithes des hautes terres de Sumatra, que l'on croyait néolithiques comme ceux d'Europe, témoignent en fait des intenses échanges entre les tribus de la forêt et les royaumes bouddhiques du Moyen Âge indonésien.

