

■ POUR LA
SCIENCE

Novembre 2011 - n° 409

www.pourlascience.fr

Édition française de Scientific American

L'univers des **ONDES**

Quand la physique
dépasse ses limites

Remonter le temps
Prévoir les tsunamis
Explorer le cerveau
Sonder la Terre
Écouter les étoiles
Scruter la matière

M 02687 - 409 S - F: 6,70 €



Allemagne : 10,- € - Belgique : 7,70 € - Canada /S: 12,40 CAD - Grèce /S: 8,20 € - Guadeloupe/St Martin /S: 7,90 € - Guyane /S: 7,90 € - Italie : 7,80 € - Luxembourg : 7,80 € - Maroc : 68 MAD - Martinique /S: 7,90 € - Nlle Calédonie Wallis /S: 1100 XPF - Polynésie Française /S: 1100 XPF - Portugal : 7,80 € - Réunion /A: 10,- € - Suisse : 12,90 CHF.

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-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 Tacquet,
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 :

Marie-Annick Billon-Galland, Philippe Ciofi,
Emmanuel Douzery, Thierry Fournier, Sophie Gallé-Soas,
Éric Gourgoulhon, René Habert, Anne Masé,
Laurence Plévert, David Quéré, Lin Shao, Johannes Steiger,
Frédéric Thomas.

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.

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 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).



Un monde d'ondes

Les ondes ? Des ronds qui se propagent à la surface lisse de l'étang où l'on a jeté un petit caillou, ou la houle d'une mer déchaînée ; la lumière et les couleurs du soleil cou-
chant ou de l'arc-en-ciel ; les signaux qui permettent d'écou-
ter la radio, de regarder la télévision ou de téléphoner. Ces exemples
sont tellement familiers qu'on en oublie l'essence : les ondes. Elles se
propagent dans les profondeurs de la Terre – les ondes sismiques –, à
sa surface – les ondes des océans –, dans le cosmos – les ondes au
cœur des étoiles. Elles se manifestent à courte distance – celle de
l'atome – ou à des distances gigantesques dans l'Univers – les ondes
gravitationnelles. Le vivant n'est pas exclu, puisque des ondes élec-
triques sont présentes dans le cerveau de toutes les espèces, y com-
pris quand il ne s'agit que d'ébauches de centres nerveux.

Omniprésentes, elles sont également complexes. L'image des ronds
dans l'eau qui s'écartent régulièrement du centre où a eu lieu la pertur-
bation est un cas d'école. Dans la réalité, les réverbérations, les interac-
tions, les changements de la profondeur de la mare, la présence de vent,
d'obstacles ou de pluie perturbent la belle ordonnance initiale. Et cela s'ap-
plique à toutes les ondes, quel que soit le milieu où elles se propagent.

La complexité devient un atout.

Toutefois, malgré ces difficultés, certaines limites considérées comme
infranchissables sont aujourd'hui repoussées. Impossible de focaliser
la lumière dans un milieu diffusant, le brouillard par exemple, disait-on.
Les physiciens y parviennent désormais. Impossible d'obtenir une réso-
lution meilleure que la demi-longueur d'onde du rayonnement utilisé ! Là
encore, les physiciens se jouent de cette limite. Impossible d'extraire des
informations du bruit de fond des ondes sismiques. Pourtant, celui dû
aux vagues qui se brisent sur les côtes ou aux trains de houle dont la
collision se répercute sur le fond, loin d'être parasite, permet aux sis-
mologues de mieux comprendre les humeurs de la Terre et sa structure.

Non seulement la complexité n'est plus un obstacle, mais elle devient
un atout. C'est le cas pour une méthode consistant à faire revivre aux
ondes le film de leur vie passée. Dans ces conditions, plus le milieu qu'elles
traversent est complexe, plus le signal recueilli après l'opération sera pré-
cis. Enfin, l'activité globale du cerveau est plus que la simple somme
des activités de ses neurones pris individuellement. Un tel phénomène
d'émergence sous-tendrait l'apparition de la conscience. La complexité
réinterprétée des ondes bouscule les frontières de toute la physique qui
nous entoure. Et ces exemples n'étaient qu'une mise en bouche ! ■