

**POUR LA
SCIENCE**

www.pourlascience.fr
170 bis boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. 01 55 42 84 00

Groupe POUR LA SCIENCE
Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

POUR LA SCIENCE
Rédacteur en chef: Maurice Mashaal
Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier
Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE
Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe
assisté de Clément Dufrenne, Donovan Thiebaud

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,
Ingrid Leroy, assistés de Marie Marty

Révisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Laurence Hay et Arthur Peys

Direction financière et direction du personnel:

Marc Laumet

Fabrication: Marianne Sigogne et Olivier Lacam

Directrice de la publication et gérante: Sylvie Marcé

Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry

et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique: Hervé This

Ont également participé à ce numéro:

Lydéric Bocquet, Pierrick Bousseau, Maud Bruguière,

Bernhard Hesse, Capucine Jahan, Nicolas Kluger,

Sophie Saquin-Mora, Patrick Schultz, Martin Weik

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France

stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS

Abonnement en ligne: <http://boutique.pourlascience.fr>

Courriel: pourlascience@abopress.fr

Tél.: 03 67 07 98 17

Adresse postale: Service des abonnements –

Pour la Science, 19 rue de l'Industrie, BP 90053,

67402 Illkirch Cedex

Tarifs d'abonnement 1 an (12 numéros)

France métropolitaine: 59 euros – Europe: 71 euros

Reste du monde: 85,25 euros

DIFFUSION

Contact kiosques: À Juste Titres ; Benjamin Boutonnet

Tél. 04 88 15 12 41

Information/modification de service/réassort:

www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in chief: Mariette DiChristina

President: Dean Sanderson

Executive Vice President: Michael Florek

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 adressés par écrit à « Pour la Science S.A.R.L. », 162 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris. © 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).

Origine du papier: Autriche

Taux de fibres recyclées: 30 %

«Eutrophisation» ou «Impact

sur l'eau»: P_{tot} 0,007 kg/tonne



Certifié PEFC

Ce produit est issu
de forêts gérées
durablement et de
sources
contrôlées.

10-31-1282

pefc-france.org



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

DE L'UTILITÉ D'UN ANNIVERSAIRE

Imaginez ou rappelez-vous un monde où les microordinateurs n'existent pas, où les seuls téléphones que vous pouvez utiliser lors d'un déplacement sont ceux des cabines publiques, où vous ne pouvez régler vos achats qu'en espèces ou par chèque, où l'accès à une information précise ou spécialisée nécessite de consulter une bibliothèque parfois très distante, où la communication avec des amis ou des collègues à l'étranger est lente, laborieuse ou coûteuse... Ce monde appartient à un passé qui n'est pas si lointain: il suffit de remonter à l'an 1 avant la création de *Pour la Science*, soit il y a une quarantaine d'années.

Les mutations intervenues depuis dans les situations que l'on vient d'évoquer relèvent à première vue des techniques, mais que l'on ne s'y trompe pas: ces développements doivent leur existence aux progrès de la science fondamentale et aux activités de ses serveurs. Pour ne citer qu'un exemple, si les ordinateurs domestiques ont aujourd'hui des disques durs de plusieurs centaines de gigaoctets, et non des mémoires de quelques kilooctets, c'est grâce à des physiciens qui ont découvert l'effet de magnétorésistance géante, en 1988.

Les découvertes réalisées au cours des quarante années passées sont innombrables. Après un choix serré, *Pour la Science* vous en détaille quarante dans ce numéro. Toutes n'ont pas bouleversé la technologie ou la médecine, mais elles ont changé en profondeur l'état de la science: la différence entre ce qu'on sait aujourd'hui et ce qu'on savait dans les années 1970 est vertigineuse. Et dans bien des domaines, il est légitime de parler de révolution. Cet anniversaire des 40 ans de *Pour la Science* permet ainsi de faire une pause dans le maelstrom de l'actualité pour comprendre, avec du recul, ce que les scientifiques ont découvert au cours de ces décennies. Puisse cela nous aider à entrevoir ce que nous réserve le monde de demain – et à réfléchir au monde que nous souhaitons.

SOMMAIRE

N° 481 /
Novembre 2017

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Un paria mathématique rentre dans le rang
- Effet cocktail de perturbateurs endocriniens
- Le cristallin du calmar
- Des gouttes superrapides
- Agitation dans les synapses
- Les prix Nobel 2017

P. 12

LES LIVRES DU MOIS

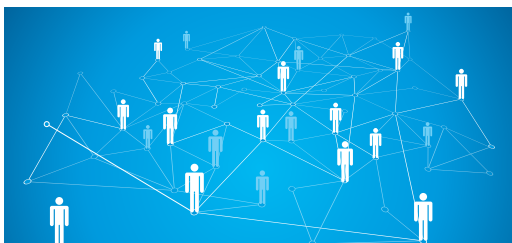
P. 13

AGENDA

P. 14

HOMO SAPIENS INFORMATICS

L'accès au réseau,
un droit fondamental?
Gilles Dowek



P. 16

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES

Ce néoanimisme qui vient
Gérald Bronner

40 ANS DE



1987 - 1996 P. 38

1977 - 1986 P. 18

P. 20 # 1977
Premier génome séquencé
La saga de l'ADN
Pierre Tambourin

P. 23 # 1977
Théorème des 4 couleurs
René Cuillierier

P. 23 # 1978
La cryptographie
à clé publique
R. C.

P. 24 # 1979
La théorie des perspectives
Gérald Bronner

P. 28 # 1980
L'astéroïde qui extermina
les dinosaures
Eric Buffetaut

P. 30 # 1982
Intrication quantique
Alain Aspect

P. 34 # 1983
Les bosons W et Z
R. C.

P. 35 # 1983
L'homéoboîte
R. C.

P. 35 # 1983
Le virus du sida identifié
R. C.

P. 36 # 1985
Les fullerènes
Annick Loiseau

P. 40 # 1987
« L'épigénétique
s'est enfin imposée »
Edith Heard

P. 42 # 1987
La supraconductivité
à haute température
René Cuillierier

P. 44 # 1990
L'IRM fonctionnelle dévoile
les secrets du cerveau
Olivier Houdé

P. 48 # 1993
Le Web, une utopie
à défendre
Serge Abiteboul et Gilles Dowek

P. 50 # 1994
Le gène BRCA1
et le cancer du sein
R. C.

P. 51 # 1994
La grotte Chauvet
R. C.

P. 52 # 1995
« Il y a un roman
derrière le grand
théorème de Fermat »
Cédric Villani

P. 54 # 1995
Détection d'exoplanètes
R. C.

P. 54 # 1995
Condensats
de Bose-Einstein
R. C.

P. 56 # 1996
Récepteur Toll : une nouvelle
vision de l'immunité
Jean-Claude Ameisen



POUR LA
SCIENCE.FR

LETTRE D'INFORMATION

NE MANQUEZ PAS
LA PARUTION DE
VOTRE MAGAZINE
GRÂCE À LA NEWSLETTER

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque



Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr

Les portraits des contributeurs
sont de Seb Jarnot

DÉCOUVERTES

1997 - 2006 P.60

P.62 # 1998
L'interférence à ARN
Jérôme Cavaillé

P.64 # 1998
« La plasticité est l'essence du cerveau »
Alain Prochiantz

P.68 # 1998
La conjecture de Kepler enfin prouvée
René Cuillierier

P.68 # 1998
L'oscillation des neutrinos
R. C.

P.69 # 1999
Simulations multiagents pour effets de groupe
R. C.

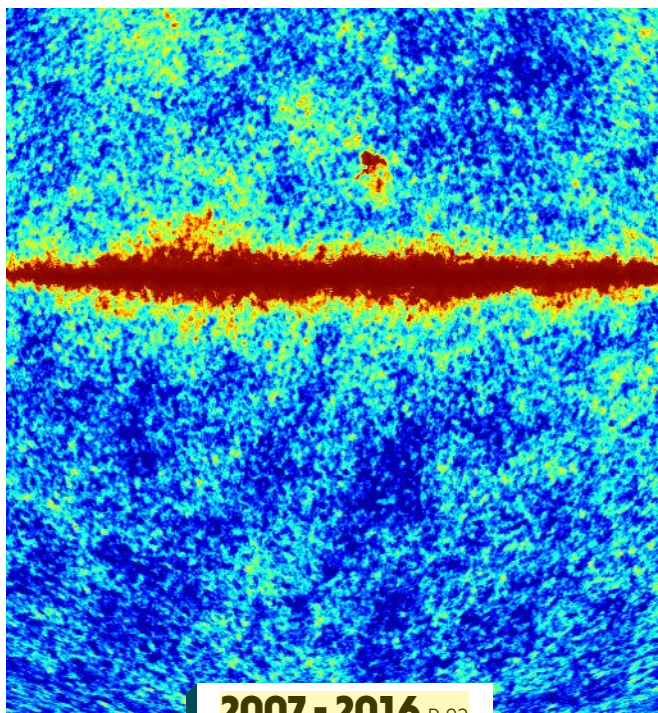
P.70 # 2002
Toumaï confirme que nous sommes tous des Africains
Michel Brunet

P.74 # 2002
La conjecture de Poincaré vaincue
Étienne Ghys

P.76 # 2003
Le premier virus géant
R. C.

P.76 # 2004
Un plan de carbone : le graphène
R. C.

P.78 # 2006
Le microbiote, un organe à part entière
Hervé Blottière et Joël Doré



2007 - 2016 P.82

P.84 # 2007
Des cellules adultes reprogrammées en cellules souches
René Cuillierier

P.85 # 2010
Une première cellule artificielle
R. C.

P.85 # 2011
La plume avant le vol
R. C.

P.86 # 2011
Planck sonde les débuts de l'Univers
Étienne Klein

P.90 # 2012
Le boson de Higgs
Pierre Fayet

P.92 # 2012
CRISPR-Cas9
R. C.

P.92 # 2013
Le génome néandertalien
R. C.

P.94 # 2013
L'humanité modifie le climat
Valérie Masson-Delmotte

P.98 # 2015
L'astronomie gravitationnelle est née
Nathalie Deruelle et Jean-Pierre Lasota

P.100 # 2016
Apprentissage profond
Yoshua Bengio

P.104
Quel âge a vraiment Pour la Science ?
Roland Lehoucq et Sébastien Steyer

RENDEZ-VOUS

P.108
LOGIQUE & CALCUL

COÏNCIDENCES SURPRENANTES, MAIS BANALES

Jean-Paul Delahaye

Des erreurs de jugement nous conduisent à voir dans certaines coïncidences des phénomènes incroyables et à leur rechercher d'impossibles explications.

P.114
IDÉES DE PHYSIQUE

Voir la nuit comme en plein jour

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik



P.118
CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION

Le ver, l'escargot et l'amibe

Hervé Le Guyader

P.122
SCIENCE & GASTRONOMIE

Diviser pour mieux se régaler

Hervé This

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.12 Livres du mois

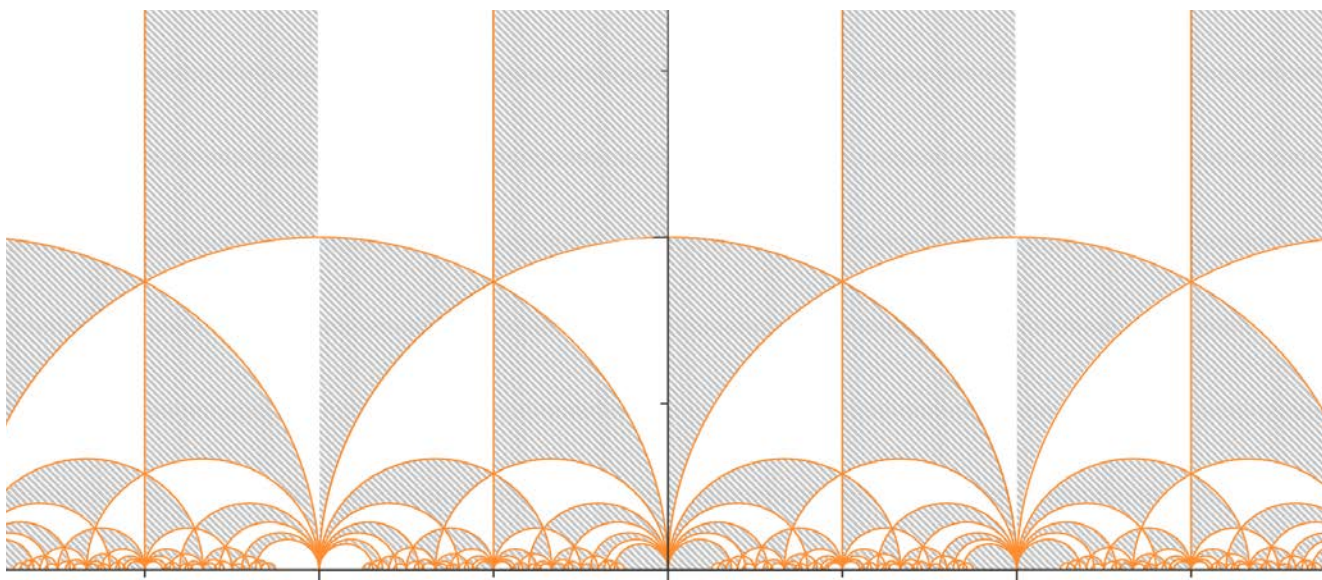
P.13 Agenda

P.14 Homo sapiens informaticus

P.16 Cabinet de curiosités
sociologiques

UN PARIA MATHÉMATIQUE RENTRE DANS LE RANG

Des mathématiciens ont établi des connexions, nommées *moonshines*, entre un groupe de symétries particulier et d'autres objets mathématiques, des formes modulaires.



Derrière l'expression *moonshine* se cache une collection de découvertes mathématiques énigmatiques. Ces résultats établissent des relations étonnantes entre des objets *a priori* sans lien issus de domaines mathématiques très éloignés, les groupes finis de symétrie et les formes modulaires. Depuis la découverte du premier *moonshine* en 1979, une vingtaine de ces connexions ont été mises en évidence. Ken Ono, de l'université Emory, à Atlanta, et ses collègues viennent d'en découvrir une d'autant plus spectaculaire qu'elle met en jeu l'un des groupes de symétrie les plus mal connus : le groupe O'Nan, appartenant aux groupes dits parias.

En mathématiques, une symétrie d'un objet est une transformation qui laisse cet objet intact. Les exemples les plus simples de la symétrie sont ceux que l'on rencontre en géométrie à l'école, les rotations ou les symétries axiales. Au XIX^e siècle, les mathématiciens ont montré que l'on pouvait formaliser ces symétries à partir de la théorie des groupes.

Il existe une grande diversité de groupes de symétrie. Est-il possible de les organiser en familles ? En 1972, Daniel Gorenstein, de l'université Harvard, a proposé un programme conjectural destiné à finir la classification des « groupes finis simples ». Le résultat de la classification est qu'il existe un nombre restreint de familles de groupes finis simples pouvant être construits systématiquement

Les fonctions modulaires sont définies de manière naturelle sur le « demi-plan de Poincaré », dont la géométrie est non-euclidienne (hyperbolique). Elles présentent des symétries particulières comme celle ci-dessus.

ainsi que 26 autres groupes, ne se rattachant pas à ces familles. Ces 26 groupes, ceux qui nous intéressent ici, sont dits sporadiques. Le plus grand est le « groupe monstre », avec plus de 10^{53} éléments, soit le nombre d'atomes dans la planète Jupiter ! Il forme, avec 19 groupes sporadiques qui lui sont liés, la *happy family*. Les 6 derniers sont nommés les groupes parias.

Le groupe monstre est au cœur d'une curieuse découverte. En 1978, John McKay,