

POUR LA  Édition française de Scientific American

SCIENCE

HORS-SERIE

+14 ÉNIGMES
DIFFICILES
À RÉSOUDRE !



CRYPTO
**LES DERNIERS
RÉSULTATS
FABULEUX**

RÉCOMPENSES
**LES MATHS DES
MÉDAILLES
FIELDS**

SIMON PLOUFFE
**DES NOMBRES
PREMIERS ET
DES RECORDS**

NOMBRES STAR
**LES SURPRISES
DU NOMBRE
D'OR ET DE PI**

GRAND
TÉMOIN
**ÉTIENNE
GHYS**

L'ORDRE CACHÉ DES NOMBRES

Un champ mathématique en pleine effervescence

M 01930 - 103H - F: 7,90 € - RD



N° 103 MAI-JUIN 2019

Apprenez les mathématiques par les jeux !

NOUVEAUTÉ

Apprendre les mathématiques par les jeux. Cette idée vous paraît farfelue? Détrompez-vous : les jeux ont de tout temps contribué à la création et au développement des mathématiques et de l'informatique.

Mathématiques récréatives

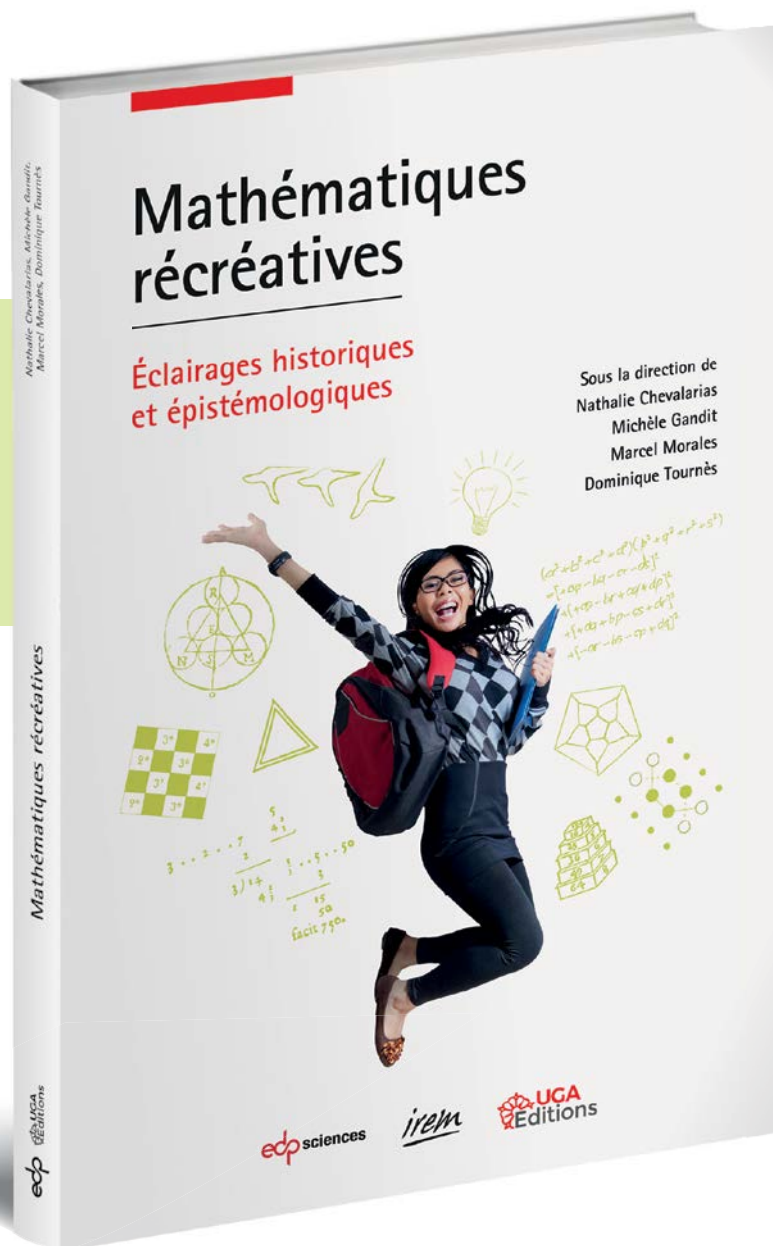
Éclairages historiques et épistémologiques

*Sous la direction de Nathalie Chevalarias,
Michèle Gandit, Marcel Morales, Dominique Tournès.*

ISBN : 978-2-7598-2318-5 – Prix : 25 €

Format : 16 × 24 cm – 256 pages

Public : enseignants du second degré et de l'université, curieux des mathématiques.



À PARAÎTRE

L'apprentissage de la critique

Développer l'analyse critique en physique

Laurence Viennot & Nicolas Décamp

Lisez ce livre si vous voulez (mieux) savoir à quoi vous en tenir sur les explications de phénomènes physiques qui vous sont livrées.

ISBN : 978-2-7598-2355-0 – Prix : 25 €

COLLECTION
Enseigner les sciences

EN VENTE EN LIBRAIRIE ET SUR laboutique.edpsciences.fr

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

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Maquettiste: Patrick Cœur

POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe

Community manager: Aëla Keryhuel

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,
Patrick Cœur

Révisseuse: Anne-Rozenn Joubert

Marketing & diffusion: Arthur Peys

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Direction financière: Cécile André

Fabrication: Marianne Sigogne et Olivier Lacam

Directeur de la publication et gérant: Frédéric Mériot

Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry et
Philippe Boulanger

Conseiller scientifique: Hervé This

Ont également participé à ce numéro:

Nils Berglund, Jean-François Colonna, Chantal Ducoux,
Sébastien Kernivinen, Philippe Michel et William Rowe-Pirra

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 (16 numéros)

France métropolitaine: 79 euros – Europe: 95 euros

Reste du monde: 114 euros

DIFFUSION

Contact kiosques: À Juste Titres ; Stéphanie Troyard

Tél. 04 88 15 12 48

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: Italie

Taux de fibres recyclées: 0%

« Eutrophisation » ou « Impact sur l'eau » :

Prot 0,008 kg/tonne

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



10-32-2813

/ Certifié PEFC / pefc-france.org

ÉDITORIAL



LOÏC MANGIN
Rédacteur
en chef adjoint

Happy *pi*-day!

Le 14 mars dernier, que faisiez-vous? Plus précisément à 1 heure 59? Vous avez oublié? D'autres s'en souviennent parfaitement: ils mangeaient une *pi*-zza, buvaient une *pi*-ñacolada... Tout leur était bon pour fêter la Journée de pi, le célèbre nombre dont les premiers chiffres sont connus de tous. 3,14159... Ce même jour, Google Cloud annonçait qu'une de ses informaticiennes, Emma Haruka Iwao, avait calculé 31415926535897 décimales de π (soit $\pi \times 10^{13}$). Elle battait un record. Le précédent, obtenu en 2016, était de $2,2 \times 10^{13}$.

Ainsi, en 2019, un nombre connu depuis plusieurs millénaires continue de faire parler de lui et de mettre le monde en émoi. Cette effervescence illustre le pouvoir de fascination des nombres, π en tête, sur le grand public. Les mathématiciens ne sont pas en reste, eux qui n'en finissent pas de révéler les propriétés insoupçonnées de ce nombre.

C'est même tout l'univers des nombres qu'ils explorent, en quête d'une compréhension intime des lois qui y règnent, à commencer par celle de la répartition des nombres premiers parmi les entiers. Cela passe souvent par la mise au jour de liens avec d'autres domaines, un passage qui semble désormais obligé pour obtenir de beaux résultats, parfois récompensés par les prix les plus prestigieux.

Si vous avez manqué le 14 mars, vous pourrez vous rattraper le 22 juillet, une « journée de π approximatif », car le nombre $22/7$ est assez proche de la valeur de π . D'ici là, après la lecture de ce *Hors-Série*, vous en saurez plus sur ce nombre, et les autres.



SOMMAIRE

POUR LA
SCIENCE
HORS-SÉRIE

N° 103

Mai-Juin 2019

L'ordre caché des nombres

UN CHAMP MATHÉMATIQUE EN PLEINE EFFERVESCENCE

Constituez
votre collection
de *Hors-Séries*
Pour la science
Tous les numéros
depuis 1996

pouirlascience.fr



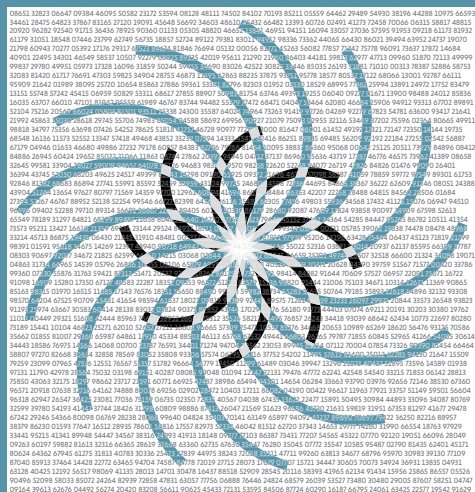
En couverture :
© Patrick Cœurui

P. 6 Repères

Glossaire, schémas...
l'indispensable pour apprécier ce numéro.

P. 10 Avant-propos ÉTIENNE GHYS

« Les mathématiques sont
jubilatoires quand
des branches indépendantes
se rencontrent pour
en faire une nouvelle »



DES NOMBRES D'EXCEPTION

P. 16

Le nombre π est partout

Jean-Paul Delahaye

L'ubiquité de π ne cesse d'étonner. Récemment,
il est apparu là où personne ne l'attendait !

P. 24

Jouons avec les palindromes

Jean-Paul Delahaye

Faciles à identifier, les nombres palindromes
offrent des problèmes de tous niveaux.

P. 30

Élémentaire, mais redoutable

Shalom Eliahou

La conjecture de Syracuse, accessible à tous
dans son énoncé, défie les chercheurs.

P. 38

Des centenaires plein d'avenir

Shalom Eliahou

Les nombres de Schur sont si mystérieux que
l'on ne sait encore rien sur eux... ou presque.

P. 44

Le nombre d'or fait (encore) parler de lui

Jérôme Buzzi

On pensait en avoir fini avec nombre d'or. C'était
sans compter sur ses propriétés de symétrie.

+ 14
**ÉNIGMES
DIFFICILES
À RÉSOUDRE !**

pages 49, 81 et 105

Réponses et solutions
pages 106 et 107