



Certifié PEFC

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

10-31-1282

pefc-france.org

**É
DITO**



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

UN TRÉSOR RUPESTRE DANS LE NOUVEAU MONDE

Chiribiquete. Ce nom, qui sonne en français comme un sobriquet affectueux, deviendra-t-il aussi célèbre que Lascaux, cette grotte découverte en 1940 dans le Sud-Ouest de la France et ornée de magnifiques peintures préhistoriques? Chiribiquete, mais aussi la Lindosa, deux sites en pleine forêt amazonienne, en Colombie, en ont en tout cas le potentiel: des dizaines de milliers de peintures, dont une partie datent de plus de 12 000 ans, décorent les parois rocheuses de plateaux s'élevant au-dessus de la jungle et offrent un spectacle saisissant aux visiteurs. Motifs géométriques, figures d'aspect humain, animaux stylisés, êtres hybrides et autres représentations énigmatiques recouvrent avec une grande densité d'immenses surfaces.

Ce spectacle, nous vous proposons dans ce numéro de le partager en compagnie de Stéphen Rostain, archéologue au CNRS et spécialiste de l'Amazonie (voir pages 24 à 35). Au-delà des images et de la beauté picturale, on comprendra l'importance scientifique de ces deux sites archéologiques et les interrogations qu'ils suscitent, ainsi que l'histoire de leur émergence dans la conscience collective.

En fait, Chiribiquete et la Lindosa sont des redécouvertes: ces deux endroits et leurs peintures rupestres ont été vus par des explorateurs occidentaux dès les années 1940. Mais le caractère très ancien des œuvres avait échappé aux premiers observateurs et ne s'est révélé que bien plus tard. Entre-temps, la guerre civile en Colombie, entre le gouvernement et les Farc, auxquels s'ajoutaient les narcotrafiquants, a empêché les chercheurs durant plusieurs décennies d'accéder à ces endroits et de les étudier. La paix conclue en 2016 a enfin ouvert la voie aux travaux scientifiques sur Chiribiquete et la Lindosa. Un exemple de plus qui montre que la guerre et la science ne font pas toujours bon ménage. ■

SOMMAIRE

N° 498 /
Avril 2019

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Des matériaux topologiques pas si rares
- Véhicules électriques: des batteries en Europe?
- Des nuages en voie d'extinction?
- Il y a 2,1 milliards d'années, la vie bougeait déjà
- Des montagnes sous nos pieds
- Des cellules reprogrammées pour combattre le diabète
- Les abeilles, fortes en maths

P. 16

LES LIVRES DU MOIS

P. 18

AGENDA

P. 20

HOMO SAPIENS INFORMATICS

Plus de technique, moins d'accidents?

Gilles Dowek

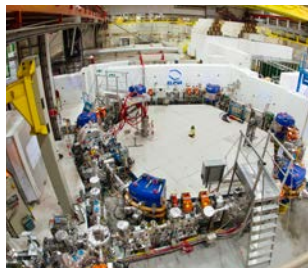
P. 22

QUESTIONS DE CONFIANCE

Ambiguïtés identitaires

Virginie Tournay

GRANDS FORMATS



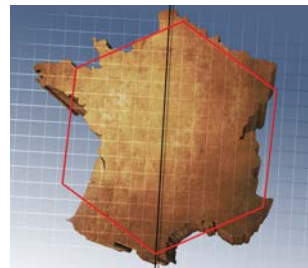
P. 36

PHYSIQUE DES PARTICULES

L'ANTIMATIÈRE TOMBE-T-ELLE VERS LE HAUT?

Gabriel Chardin

Et si l'antimatière était de masse négative? En faisant cette hypothèse, il est possible de construire un modèle cosmologique qui n'a besoin ni de matière noire, ni d'énergie noire, ni d'inflation. Une hypothèse osée que les physiciens pourraient bientôt tester au Cern.



P. 52

MATHÉMATIQUES

AUX QUATRE COINS DE L'HEXAGONE

K. Zimmermann, F. Rodolphe, T. Zharinova-Zimmermann et J. Pothier

Quel est le polygone régulier qui représente le mieux la carte de la France métropolitaine et continentale? Des calculs simples d'optimisation répondent à la question et montrent que le surnom d'«Hexagone» est plutôt usurpé.



P. 44

NEUROSCIENCES

RAGE: UN VIRUS POUR EXPLORER LE CERVEAU

Andrew J. Murray

Comment cartographier les circuits neuronaux et identifier leur fonction avec une précision inégalée? En utilisant le virus de la rage!



P. 56

CLIMATOLOGIE

CAPTER LE CO₂ POUR SAUVER LE CLIMAT

Richard Conniff

Pour limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C, il faudra probablement retirer de l'atmosphère quelque 1000 milliards de tonnes de dioxyde de carbone d'ici à 2100. Dans quelle mesure est-ce possible?



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

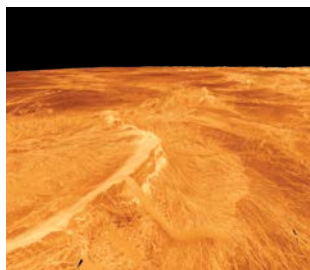


Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr



En couverture :
© Stéphen Rostain

Les portraits des contributeurs
sont de Seb Jarnot



P. 66

ASTROPHYSIQUE

VÉNUS : POURQUOI EST-ELLE SI DIFFÉRENTE DE LA TERRE ?

M. D. Dyar, S. E. Smrekar
et S. R. Kane

Alors que Vénus est née dans des conditions similaires à celles de la Terre, elle a évolué très différemment. Cette planète offre cependant un éclairage unique sur les débuts de la tectonique des plaques terrestre ainsi que sur les chances d'apparition de la vie ailleurs dans l'Univers.



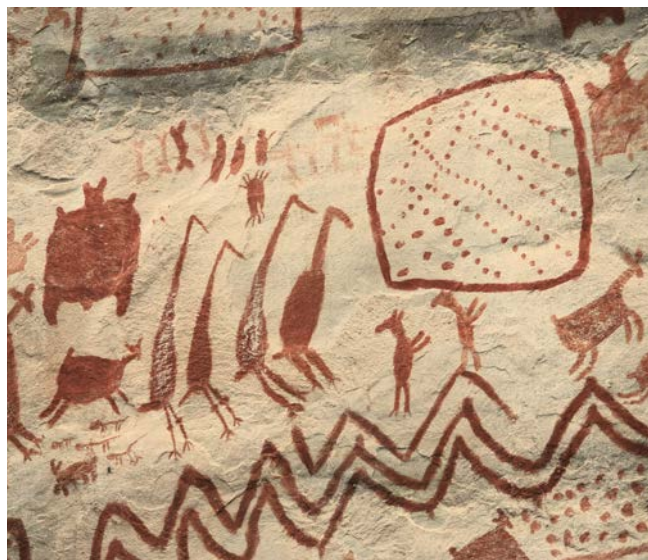
P. 74

HISTOIRE DES SCIENCES

DANS LES JARDINS CHIMIQUES DE STÉPHANE LEDUC

Raphaël Clément

Et si la physique et la chimie suffisaient à expliquer les formes du vivant ? Tombée dans l'oubli, cette idée défendue par le médecin Stéphane Leduc dans les années 1910 revient en force.



P. 24

PRÉHISTOIRE

UN LASCAUX EN AMAZONIE

Stéphen Rostain

Des dizaines de milliers de peintures rupestres ornent les parois de deux sites perdus dans la forêt colombienne.

À cause de la guerre civile, ce trésor archéologique probablement vieux de 12 000 ans est longtemps resté méconnu du public comme des chercheurs. Son étude scientifique commence enfin.

RENDEZ-VOUS

P. 80

LOGIQUE & CALCUL

LE POTENTIEL DANGER DES INTELLIGENCES SURHUMAINES

Jean-Paul Delahaye

Entre l'idée de superintelligences menaçantes et celle, plus sympathique, de machines qui ne seraient que notre prolongement, laquelle est la plus vraisemblable ?

P. 86

ART & SCIENCE

Alangui sur un champignon

Loïc Mangin



P. 88

IDÉES DE PHYSIQUE

Rouler sans être secoué

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

P. 92

CHRONIQUES
DE L'ÉVOLUTION

La rose dévoile son génome

Hervé Le Guyader

P. 96

SCIENCE & GASTRONOMIE

La couleur des limonades

Hervé This

P. 98

À PICORER

A

CTUALITÉS

P. 6 Échos des labos

P. 16 Livres du mois

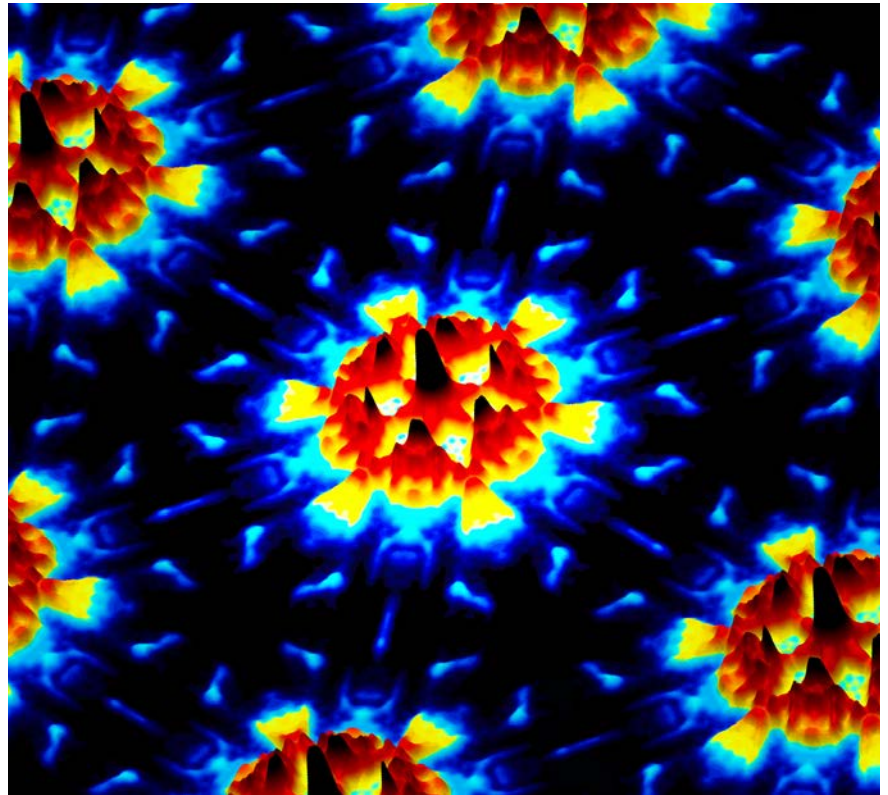
P. 18 Agenda

P. 20 Homo sapiens informaticus

P. 22 Questions de confiance

PHYSIQUE

DES MATÉRIAUX TOPOLOGIQUES PAS SI RARES



Dans ce matériau à base de bismuth, le comportement des électrons, illustré par ce motif, est typique d'un isolant topologique.

Seule une centaine de ces matériaux aux propriétés exotiques étaient connus. Grâce à deux analyses systématiques, ce nombre pourrait être porté à plusieurs milliers. Une révolution !

Au début du **xxi^e** siècle, les physiciens ont découvert des matériaux aux propriétés très exotiques, nommés matériaux topologiques.

Deux équipes, dont l'une menée par Andrei Bernevig, de l'université Princeton, à laquelle a participé Nicolas Regnault, chercheur CNRS à l'École normale supérieure, à Paris, viennent de montrer que ces matériaux topologiques seraient plus nombreux dans la nature qu'on ne le pensait.

La topologie est la partie des mathématiques qui s'intéresse aux propriétés globales d'un objet, celles qui ne varient pas quand on le déforme de façon

continue (en l'étirant, par exemple). Dans un matériau topologique, ce n'est pas la forme de l'objet qui compte, mais certains aspects de la description quantique et ondulatoire des électrons qu'il contient.

Du fait de l'agencement régulier des atomes dans la structure cristalline du matériau, les ondes associées aux électrons interfèrent. Les énergies que peuvent prendre ceux-ci sont alors restreintes à des intervalles continus, ou « bandes », séparées par des « gaps », des bandes interdites. Les électrons remplissent d'abord les bandes de plus basses énergies. La dernière bande complètement remplie est celle dite de valence. Si un électron passe dans la bande supérieure, la bande de conduction,

l'électron est libre de circuler dans le matériau. Si le gap qui sépare la bande de valence de la bande de conduction est grand, l'électron ne peut jamais y parvenir : le matériau est alors isolant. Si le gap est petit, c'est un semi-conducteur : il faut fournir un peu d'énergie pour que des électrons puissent circuler. Si la bande de conduction est déjà partiellement remplie, ses électrons circulent facilement : on a un métal conducteur. La compréhension de ces propriétés a permis le développement de toute l'électronique moderne.

Dans les années 2000, le paysage des propriétés électroniques s'est enrichi. Les physiciens ont découvert des matériaux isolants en volume, mais conducteurs sur leur surface : les isolants topologiques. Ce caractère particulier est lié à des symétries dans la structure des bandes du matériau. De tels matériaux sont prometteurs en électronique car ils sont de très