

POUR LA

Édition française de Scientific American

# SCIENCE

POUR LA SCIENCE

ART ET SCIENCE

**LA JOCONDE  
CACHAIT BIEN  
SES POINTS NOIRS**

GÉOPHYSIQUE

**DES CYCLONES  
DE PLUS EN PLUS  
DESTRUCTEURS ?**

NEUROBIOLOGIE

**LES MOLÉCULES  
DU TOUCHER  
SE DÉVOIENT**

L 13256 - 518 - F : 6,90 € - RD



DÉCEMBRE 2020  
N° 518

# TROUS NOIRS

**Le paradoxe  
de l'information  
bientôt résolu ?**

# BRAINCAST

La voix des neurones

Le podcast de *Cerveau & Psycho*

**en partenariat avec l'Institut du Cerveau**

4<sup>ème</sup> épisode

**Notre cerveau est le maître  
de l'illusion**

[www.cerveauetpsycho.fr/sr/braincast/](http://www.cerveauetpsycho.fr/sr/braincast/)

4<sup>ème</sup> épisode

avec le Pr **Lionel Naccache**  
interviewé par Sébastien Bohler

Neurologue et chercheur  
en neurosciences



**POUR LA  
SCIENCE**

[www.pourlascience.fr](http://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

Stagiaire: Théo Torcq

**HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE**

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe  
Community manager: Aëla Keryhuël

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,

Ingrid Leroy, Charlotte Calament

Révisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Charline Buché

Chef de produit: Eléna Delanne

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Secrétaire général: Nicolas Bréon

Fabrication: Marianne Sigogne et Zoé Farré-Vilalta

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:

Julien Bobroff, Maud Bruguère, Isabelle Crèvecoeur,  
Jean-Louis Hilbert, Naomi Mazzilli, Christophe Pichon,  
Timo Rey, Antoine Tilloy, Teva Vernoux, Loïc Villain

**PRESSE ET COMMUNICATION**

Susan Mackie

[susan.mackie@pourlascience.fr](mailto:susan.mackie@pourlascience.fr) • Tél. 01 55 42 85 05

**PUBLICITÉ France**

[stephanie.jullien@pourlascience.fr](mailto:stephanie.jullien@pourlascience.fr)

**ABONNEMENTS**

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

Courriel: [pourlascience@next2c.io](mailto:pourlascience@next2c.io)

**Adresse postale:**

Pour la Science

Service Marketing

170bis boulevard du Montparnasse

75014 Paris

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 ; Alicia Abadie

Tél. 04 88 15 12 47

Information/modification de service/réassort:

[www.direct-editeurs.fr](http://www.direct-editeurs.fr)

**SCIENTIFIC AMERICAN**

Editor in chief: Laura Helmut

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 adressées 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<sub>tot</sub> 0,007 kg/tonne



Certifié PEFC

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

10-31-1282

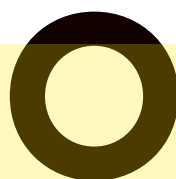
[pefc-france.org](http://pefc-france.org)

**DITO**



**MAURICE  
MASHAAL**  
Rédacteur  
en chef

# LES TROUS NOIRS, CHAUSSE-TRAPPE OU SALUT



Objet du prix Nobel de physique décerné cette année, les trous noirs ont été imaginés par les théoriciens avant que des décennies d'observations astronomiques fassent admettre leur existence. Une existence devenue encore plus tangible grâce à deux avancées récentes. D'une part, depuis 2015, on

détecte des ondes gravitationnelles émises lors de la coalescence de deux trous noirs, avec plusieurs dizaines de tels événements enregistrés à ce jour. D'autre part, il y a quelques mois, un réseau de radiotélescopes a produit la première image d'un trou noir: celui, supermassif, qui occupe le centre de la galaxie M87.

Les observations astronomiques de ces objets entrent ainsi dans une nouvelle ère. Elles fourniront, sur ces astres tellement massifs et compacts que leur gravité empêche jusqu'à la lumière de s'en échapper, des renseignements très attendus. Très attendus en particulier parce que les trous noirs posent aux théoriciens une grave difficulté.

En 1974, le célèbre chercheur britannique Stephen Hawking avait calculé qu'un trou noir doit émettre un faible rayonnement et donc que cette «évaporation» finit, au bout d'un temps très long, par le faire disparaître. Mais ce phénomène impliquerait que l'information relative à la matière engloutie par l'astre serait perdue à tout jamais, et cela contredit les lois de la physique quantique.

Comment résoudre ce paradoxe? Le physicien américain Steven Giddings nous présente dans ce numéro les principales pistes envisagées (voir pages 24 à 33). Certaines supposent de revoir des concepts fondamentaux de la physique. Pour faire le tri, les futures observations seront cruciales. De plus, la solution au paradoxe de l'information est probablement liée à celle d'un problème encore plus vaste: celui de l'incompatibilité actuelle entre la théorie de la relativité générale, qui décrit les trous noirs, et la théorie quantique. Ainsi, ces astres étranges constituent aujourd'hui une chausse-trappe pour la physique théorique, mais il est possible qu'ils lui apportent demain le salut. ■