

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: Céline Lapert

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: Jonathan Morin

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel
et Ingrid Leroy

Révisseuses: Anne-Rozenn Joubert et Maud Bruguère

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

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

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

PUBLICITÉ France

Stéphanie Jullien

stephanie.jullien@pourlascience.fr • Tél. 06 19 94 79 25

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 ; 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 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 : Italie

Taux de fibres recyclées : 0%

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

Ptot 0.008kg/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

« Laissez jouer la musique »

En 1966, Brian Wilson, leader du groupe américain The Beach Boys, s'enferme avec des kilomètres de bandes enregistrées dans divers studios californiens. Il en sortira avec, selon les spécialistes, l'une des meilleures chansons pop de tous les temps: *Good Vibrations*. Elle est particulière à plus d'un titre.

D'abord, elle est construite à partir de fragments, de modules interchangeable, que l'on peut déplacer à l'envi. C'est un peu le principe de la musique contemporaine élaborée quasi mathématiquement à partir de motifs répétés, inversés, transposés...

Ensuite, Brian Wilson a utilisé pour *Good Vibrations* les sons d'un étrange instrument, une sorte de thérémine (un des plus anciens instruments de musique électronique, inventé en 1919 par le Russe Lev Termen). Ce n'était pas suffisant. Le compositeur a affirmé qu'il voulait reproduire les sons qu'il avait « dans la tête » et qu'aucun instrument ne pouvait produire. Que n'a-t-il connu les instruments virtuels depuis peu disponibles!

Enfin, pourquoi ce titre? L'idée de la chanson lui aurait été inspirée par sa mère, selon qui les chiens seraient dotés d'un sens particulier leur révélant les « mauvaises vibrations ». Brian Wilson pensait quant à lui que les humains ressentent les bonnes vibrations!

Toujours est-il que le succès de la chanson a dépassé son créateur. Peu après sa sortie, il commença à souffrir d'une dépression dont il ne sortira qu'après plusieurs décennies. Les dernières techniques de musicothérapie auraient-elles pu accélérer sa guérison?

Mathématiques et musique, instruments virtuels, musique et cerveau... *Good Vibrations* réunit à elle seule plusieurs facettes de ce numéro dédié à la musique. Pourquoi la musique? Parce 25 ans et 100 numéros, ça se fête! Alors, comme le chante Barry White, *Let the music play!*

SOMMAIRE

POUR LA
SCIENCE
HORS-SÉRIE

N° 100

Août-septembre 2018

Good vibrations

DE LA PHYSIQUE DES ONDES
À LA MUSICOTHÉRAPIE

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

pourlascience.fr



P.6

La musique à la portée... de tous

Toutes les notions indispensables
pour apprécier ce numéro.

P.10

Avant-propos

**ANDRÉ
MANOUKIAN**

« La musique, dès son
apparition, a été une
manifestation du sacré »



© Eric Fougère / Gettyimages



VIBRER À L'UNISSON

P.16

La musique est-elle universelle ?

Barbara Tillmann

Le langage s'acquiert de façon tout aussi
spontanée que l'on apprend à parler.

P.24

Algèbre et géométrie : sont-elles inscrites dans le cerveau ?

Moreno Andreatta et Carlos Agon

Les mathématiques de la musique contemporaine
seraient inhérentes à notre cerveau.

P.32

Sur un air d'évolution

Emmanuel Bigand

La musique a une valeur adaptative : elle
favorise notamment la cohésion sociale.

P.40

Un anthropologue au pays de la musique

Victor A. Stoichita

Les pratiques musicales sont diverses,
mais toujours liées à la pensée métaphysique.

En couverture :
Aleksei Derin / Shutterstock.com ;
Pour la Science



ÉMETTRE LES BONNES VIBRATIONS

P. 48

L'holographie au secours des luthiers

Nancy Bertin, Laurent Daudet,
Rémi Gribonval et François Ollivier

Une technique d'analyse et de visualisation
des vibrations facilite la tâche des luthiers.

P. 56 *Portfolio*

Les trésors de la musique

Le musée de la Musique, à Paris, fête cette
année ses 20 ans. Morceaux choisis.

P. 64

Des instruments de musique... virtuels

Thomas Hélie et Christophe Vergez

Quel est le secret des instruments
de musique virtuels aux sonorités réalistes?

P. 72

Un son en trois dimensions

Olivier Warusfel

Essentielle aux jeux vidéo et aux home cinémas,
la spatialisation du son est en plein essor.

P. 80

Dans les cordes d'une harpe

François Gautier et Jean-Loïc Le Carrou

Comment accorder une harpe, instrument
complexe par excellence? Grâce à la physique.



FAIRE VIBRER LA CORDE SENSIBLE

P. 90 *Extraits*

La musicothérapie

Soigner grâce aux bienfaits de la musique:
c'est le sujet du livre de François-Xavier Vrait.

P. 94

Quand la musique est bonne

Hervé Platel et Sébastien Bohler

Personne – ou presque – n'est insensible
au pouvoir de la musique. Pourquoi?

P. 100 *Entretien*

« La beauté est dans les qualités sensibles, mais elle ne fait pas partie des qualités sensibles elles-mêmes »

Francis Wolff

P. 104

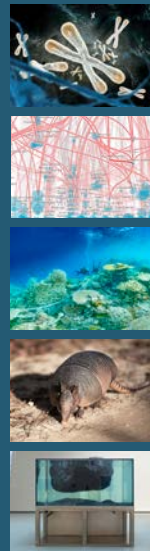
Oui, la musique rend intelligent

Nicolas Guéguen

L'apprentissage de la musique
demande des efforts, mais entraîne
une pluie de retombées positives.

P. 108

À lire en plus



RENDEZ-VOUS

par Loïc Mangin

P. 110

Rebondissements

L'immortalité n'est pas
éternelle • La matière noire
a refroidi l'ambiance • Plus
fort qu'un dermatologue •
L'oiseau et l'enfant...
momifiés •

P. 114

Données à voir

Le secret de l'association des
bons ingrédients en cuisine.

P. 116

Les incontournables

Des livres, des expositions,
des sites internet,
des vidéos, des podcasts...
à ne pas manquer.

P. 118

Spécimen

Contre la lèpre,
tatou compris?

P. 120

Art & Science

D'une explosion à l'autre