

POUR LA SCIENCE

HORS-SÉRIE

MAI-JUIN 2020 - N° 107



GRAND TÉMOIN
Alain Aspect

LA NOUVELLE RÉVOLUTION QUANTIQUE...

... va changer
notre monde!

INFORMATIQUE
**DEMAIN,
L'ORDINATEUR
QUANTIQUE**

COMMUNICATION
**À QUOI RESSEMBLERA
L'INTERNET
DU FUTUR ?**

INTERPRÉTATION
**LE PROBLÈME DE
L'OBSERVATEUR
ÉVOLUE**

M 01930 - 107H - F: 7,90 € - RD



Édition française de Scientific American

GROUPE POUR LA SCIENCE

Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Révisseuses: Maud Bruguère, Anne-Rozenn Jouble

POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

Stagiaire: Lucas Gierczak

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe

Community manager: Aëla Keryhuel

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,
Ingrid Leroy

Révisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Charline Buché

Cheffe de produit: Eléna Delanne

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Secrétariat 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:
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

Acting editor in chief: Curtis Brainard

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



LOÏC MANGIN
Rédacteur
en chef adjoint

Le pantalon de Schrödinger

En juin 2001, un hebdomadaire vantait une invention des laboratoires Haggard, installés à Dallas, aux États-Unis: le «pantalon de Schrödinger». L'objet, quantique, serait simultanément un vêtement décontracté et une tenue de soirée. Pratique! Las, la parution était *The Onion*, un journal parodique américain. Nos pantalons resteront longtemps classiques. Cependant, qu'un tel média s'empare d'un sujet *a priori* difficile d'accès en dit long sur les promesses et les attentes que suscite la physique quantique.

Et cette fois, elles sont bien réelles. Nous sommes bien à l'aube d'une révolution quantique, la deuxième en fait. La première était fondée sur la meilleure compréhension du comportement des électrons, des atomes, de la lumière... et s'est traduite par la mise au point de toute l'électronique moderne, des GPS, de l'IRM, des lasers et des ordinateurs classiques, et même par la première détection d'ondes gravitationnelles.

Un bilan somme toute plus qu'honorable, mais peut-être bien mince par rapport aux espoirs mis en la seconde révolution quantique. Celle-ci se développe sur les propriétés les plus contre-intuitives de la physique quantique, la superposition d'états et l'intrication. Une fois maîtrisés ces phénomènes, et ils le sont de plus en plus, ce numéro en atteste, c'est, entre autres, tout le paysage de nos communications (le pilier de notre civilisation), ordinateurs et internet, qui en sera bouleversé. La face du monde en sera assurément changée.

À côté de ces applications annoncées, l'histoire nous rappelle que chaque révolution comporte son lot d'imprévus, de surprises, d'idées folles qui se concrétisent et envahissent notre quotidien. Alors pourquoi pas un «pantalon de Schrödinger»... ■

SOMMAIRE

POUR LA
SCIENCE
HORS-SÉRIE

N° 107

Mai-Juin 2020

La nouvelle RÉVOLUTION QUANTIQUE

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

pourlascience.fr



P. 6

Repères

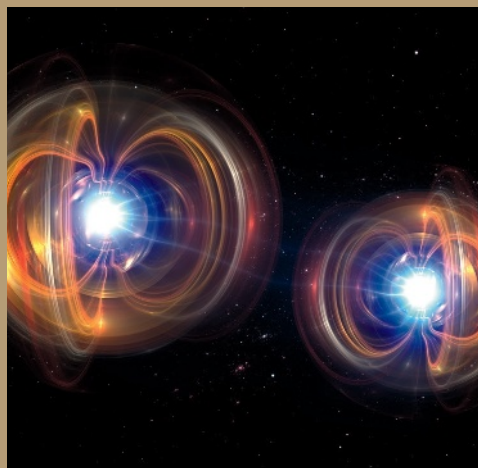
Définitions, grands principes, schémas...
l'indispensable pour apprécier ce numéro.

P. 10

Avant-propos

ALAIN ASPECT

« J'étais loin d'imaginer
cette explosion d'idées
d'applications autour
de l'intrication ! »



UN MONDE TOUJOURS PLUS QUANTIQUE...

P. 16

Une efficacité déraisonnable ?

Étienne Klein et Carlo Rovelli

Centenaire, la physique quantique
est au cœur des technologies modernes.

P. 26

Pas d'échappatoire pour l'intrication

Ronald Hanson et Krister Shalm

Selon Einstein, des variables cachées expliquent
l'intrication quantique. Il n'en est rien.

P. 36

Un pont entre deux mondes

Tim Folger

On comprend mieux la transition du monde
quantique à la réalité classique du quotidien.