

**CHLORDÉCONE
UN POLLUANT
INDESTRUCTIBLE ?**

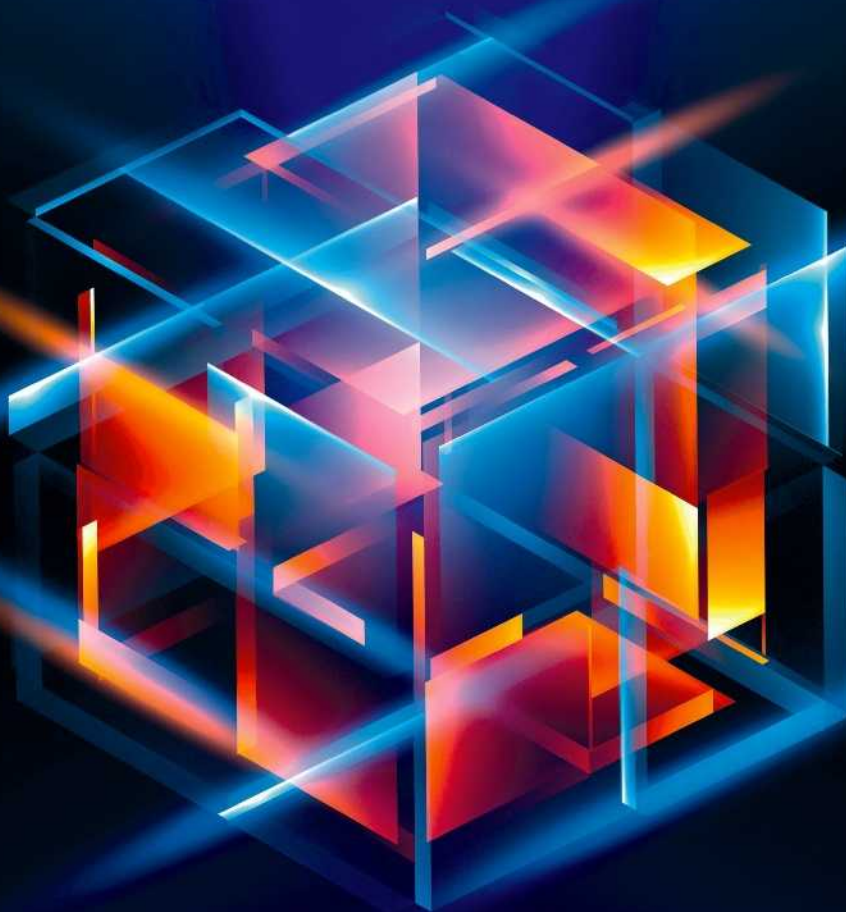
GÉOSCIENCES
**COMMENT
NAISSENT LES
TORNADES DE FEU**

BIOLOGIE
**HASARD ET GÈNES,
LA THÉORIE
QUI DÉRANGE**

MARS 2020
N° 509



Quelle réalité cache la **MÉCANIQUE QUANTIQUE?**





Tous les enfants font des rêves mais pour certains c'est vital de les réaliser.

*Depuis 1987, l'Association Petits Princes réalise les rêves
des enfants gravement malades.
Pour leur donner l'énergie de se battre contre la maladie,
nous avons besoin de vous.*



Devenez bénévole ou faites un don
www.petitsprinces.com - 01 43 35 49 00



Certifié PEFC

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

PEFC
10-31-1282

pefc-france.org

**É
DITO**



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

LA MESURE, UNE ÉPINE DANS LE PIED QUANTIQUE

La naissance de la mécanique quantique, dans les années 1920 à 1930, ne s'est pas faite sans douleur. L'étrangeté de ses lois avait suscité parmi les physiciens de vifs débats sur la nature de cette théorie et sur la réalité physique qu'elle est censée décrire. Une interprétation a fini par s'imposer, sous l'impulsion notamment du Danois Niels Bohr: c'est l'«interprétation de Copenhague», dite aussi «orthodoxe».

Cette interprétation a régné sans partage pendant plus de cinquante ans, mais elle n'en laissait pas moins un arrière-goût d'insatisfaction. Et depuis quelques années, à la faveur du renouveau des réflexions sur les fondements de la physique quantique, cette insatisfaction gagne du terrain. La principale pierre d'achoppement concerne la notion de mesure et le rôle de l'observateur, comme nous l'explique en détail le physicien et philosophe Hervé Zwirn (*voir pages 24 à 31*).

En fait, la question de ce qu'est exactement une mesure constitue un angle mort de la mécanique quantique. Du coup, l'idée que cette dernière donne de la réalité reste aussi contre-intuitive que problématique. Pour remédier à cette difficulté et à d'autres, plusieurs chercheurs ont proposé des visions différentes de la théorie quantique. Ce numéro vous en présente deux, radicalement opposées.

Le «solipsisme convivial» que prône Hervé Zwirn considère la mesure comme un acte perceptif propre à chaque observateur, dans lequel le système mesuré n'est pas modifié. Dans cette interprétation pour le moins surprenante, chacun a sa réalité, mais des observateurs qui communiquent entre eux ne peuvent constater de désaccord. Le chercheur Ward Struyve, lui, décrit la théorie due à Louis de Broglie et David Bohm (*voir pages 32 à 39*), proposée il y a longtemps et qui continue de se développer. Cette théorie conduit aux mêmes prédictions que la mécanique quantique, mais avec l'avantage de reposer sur une conception classique de la réalité physique.

L'enjeu de ces réflexions et travaux n'est pas seulement philosophique: une nouvelle théorie pourrait un jour en émerger et conduire à la résolution d'énigmes plus palpables. La question de la gravitation quantique, par exemple? ■

SOMMAIRE

N° 509 /
Mars 2020

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Les lymphocytes B, nouveaux alliés dans l'immunothérapie
- Starlink, un cauchemar pour les astronomes
- Une percée dans la conjecture de Collatz
- Marcher sur les nageoires
- La structure intime des axones révélée
- Des indices sur le passé des populations africaines
- Les rayures de tigre d'Encelade expliquées
- Lumière sur les elfes célestes
- Le stress donne bien des cheveux blancs

P. 16

LES LIVRES DU MOIS

P. 18

AGENDA

P. 20

HOMO SAPIENS INFORMATICS

Le pari
du tournant éthique
Gilles Dowek

P. 22

QUESTIONS DE CONFIANCE

Une viralité parfois utile
Virginie Tournay

GRANDS FORMATS



P. 40

CHIMIE

LA CHLORDÉCONE, UN POLLUANT EN TRANSFORMATION

Oriane Della-Negra
et Pierre-Loïc Saaidi

On considérait comme indestructible la chlordécone, un insecticide toxique utilisé pendant plus de vingt ans dans les bananeraies des Antilles françaises. On vient de découvrir qu'en fait une dégradation naturelle est à l'œuvre. Reste à étudier les produits de transformation mis en évidence.



P. 56

BIOLOGIE

« IL FAUT RENONCER AUX LOIS DE MENDEL »

Entretien avec
Jean-Jacques Kupiec

Et si le vivant naissait d'un comportement aléatoire des molécules et des cellules ? Voilà une quarantaine d'années que Jean-Jacques Kupiec défend ce principe avec force arguments théoriques et expérimentaux. Les explications de ce biologiste hors norme à l'occasion de la sortie de son dernier livre, *Et si le vivant était anarchique*.



P. 48

PORTFOLIO

L'UNIVERS RADIOGRAPHIÉ PAR CHANDRA

Belinda J. Wilkes

Cela fait deux décennies que *Chandra*, un télescope spatial sensible aux rayons X, scrute le cosmos. L'occasion de revenir, en images, sur quelques-unes de ses découvertes les plus marquantes.



P. 62

GÉOSCIENCES

COMMENT NAISSENT LES TORNADES DE FEU

Jason Forthofer

Lorsque des vents tournoyants se combinent à un incendie, ils forment une tornade de feu. Un phénomène très dangereux et imprévisible, mais dont on comprend mieux aujourd'hui la physique.



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



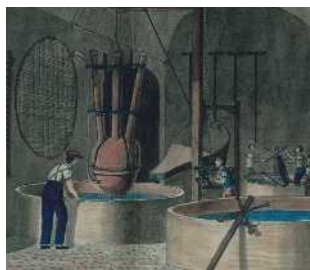
Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr



En couverture :
© Shutterstock.com / Dmitriy Rybin

Les portraits des contributeurs
sont de Seb Jarnot

Ce numéro comporte un encart
d'abonnement *Pour la Science*, jeté en
cahier intérieur, sur toute la diffusion
kiosque en France métropolitaine.



P. 72

HISTOIRE DES SCIENCES

CRÉER DES COULEURS AU SIÈCLE DES LUMIÈRES

Dominiq Cardon

En 1744, Antoine Janot, audacieux teinturier du Languedoc, composa le tout premier recueil de recettes pour teindre des draps de laine et doté d'échantillons. Tombé dans l'oubli, ce mémoire est enfin publié et inspire les teinturiers d'aujourd'hui.

À LA UNE

P. 24

PHYSIQUE

L'OBSERVATEUR, UN DÉFI POUR LA PHYSIQUE QUANTIQUE

Hervé Zwirn

La théorie quantique est-elle compatible avec l'existence d'une réalité objective, indépendante de l'observateur? Cette question reste en suspens depuis la naissance de la mécanique quantique. Une interprétation récente, le « solipsisme convivial », propose une réponse originale, qui confère à l'observateur un rôle essentiel.

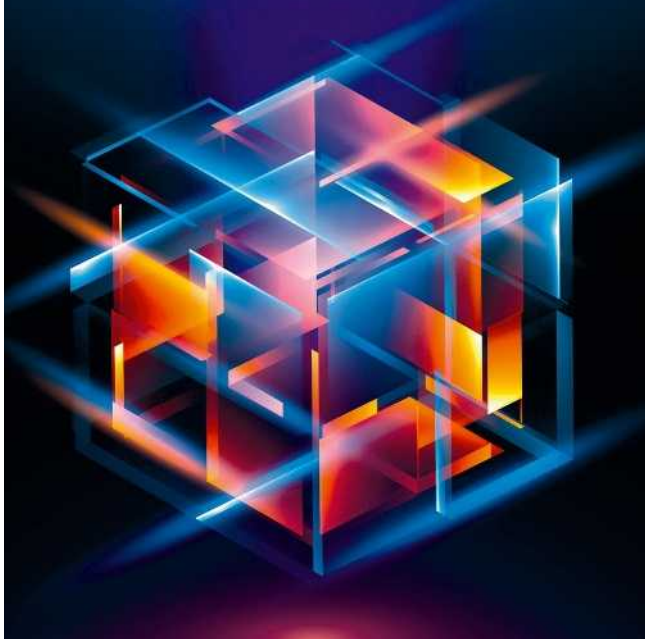
P. 32

PHYSIQUE

UNE RÉALITÉ CLASSIQUE DERRIÈRE L'ÉTRANGÉTÉ QUANTIQUE?

Ward Struyve

Les lois de la mécanique quantique défient l'intuition et l'idée que nous avons de la réalité physique. Mais la théorie de De Broglie-Bohm, proposée il y a plusieurs décennies et revenue dans l'actualité, a l'ambition de les réconcilier.



RENDEZ-VOUS

P. 80

LOGIQUE & CALCUL DES BALISES QUI ÉMETTENT DU BON HASARD

Jean-Paul Delahaye

Des sources publiques de nombres aléatoires, infalsifiables et contrôlables *a posteriori*, sécuriseraient de nombreux protocoles, comme les tests de médicaments, les tirages au sort du loto ou le choix des jurés d'assises.



P. 86

ART & SCIENCE

Où se cache
le trifluorométhyle?

Loïc Mangin

P. 88

IDÉES DE PHYSIQUE

De la profondeur
avec du rouge et du bleu

*Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik*

P. 92

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION

La mouche de l'aubépine
s'est pommée

Hervé Le Guyader

P. 96

SCIENCE & GASTRONOMIE

Astringence
contre amertume

Hervé This

P. 98

À PICORER

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.16 Livres du mois

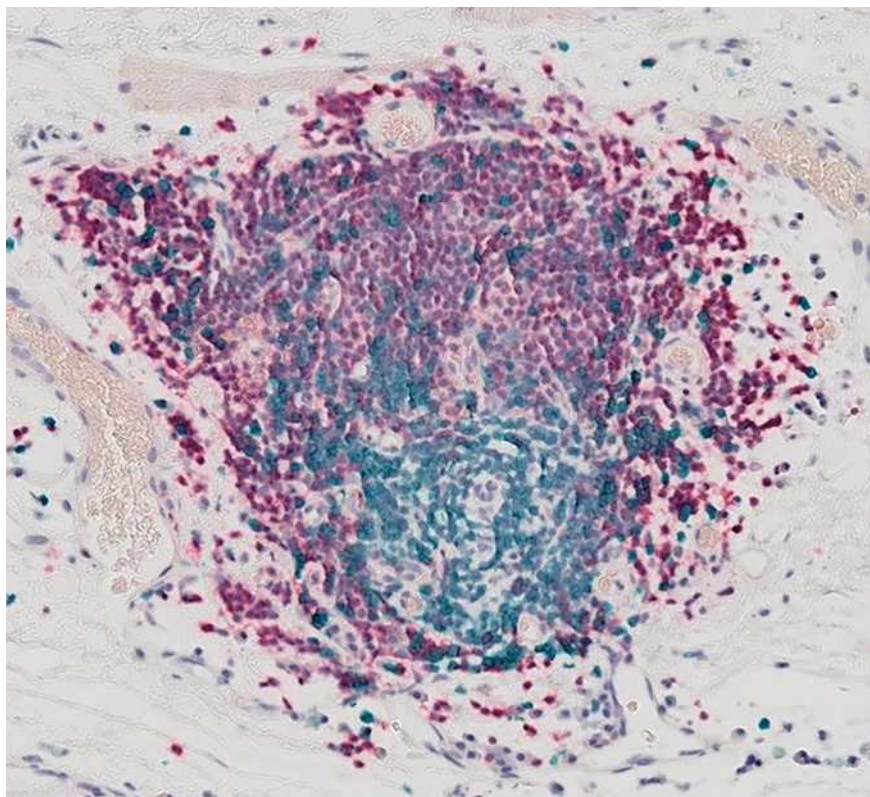
P.18 Agenda

P.20 Homo sapiens informaticus

P.22 Questions de confiance

CANCÉROLOGIE

LES LYMPHOCYTES B, NOUVEAUX ALLIÉS DANS L'IMMUNOTHÉRAPIE



Les structures lymphoïdes tertiaires (SLT) sont des agrégats cellulaires riches en lymphocytes B (violet) trouvés à proximité des tumeurs.

Des agrégats de cellules riches en lymphocytes B dans certaines tumeurs seraient un facteur prédictif de la survie du patient et de sa réponse à l'immunothérapie.

L'arsenal de lutte contre le cancer comporte différentes armes. Certaines, comme la radiothérapie et la chimiothérapie, visent directement les cellules tumorales pour les détruire. D'autres agissent de façon indirecte. C'est le cas de l'immunothérapie, dont l'objectif est de stimuler le système immunitaire du patient afin que celui-ci s'attaque aux cellules anormales.

Dans cette dernière approche, les chercheurs s'étaient jusqu'à présent surtout focalisés sur les lymphocytes T, des cellules immunitaires connues pour leurs

capacités à détruire des virus ou des cellules cancéreuses. Trois équipes viennent cependant de mettre en avant l'intérêt de prendre en compte les lymphocytes B, une autre classe de cellules immunitaires qui intervient dans la mémorisation des nouveaux agents pathogènes rencontrés et module les réponses immunitaires.

Actuellement, sans que l'on sache encore précisément pourquoi, seuls certains patients répondent bien à l'immunothérapie contre le cancer. « Par exemple, dans le cas des sarcomes des tissus mous, qui sont des cancers rares, agressifs et résistants à la chimiothérapie,

seuls 15% des patients environ répondent à l'immunothérapie », explique Hervé Fridman, professeur d'immunologie à l'université de Paris. Son équipe s'est précisément intéressée à ces cancers, qui s'attaquent par exemple aux muscles ou aux vaisseaux sanguins. Les chercheurs ont classé 608 tumeurs en fonction des caractéristiques de leur microenvironnement tumoral (les éléments biologiques qui entourent la tumeur) : les tumeurs pauvres en cellules immunitaires et peu vascularisées; les tumeurs fortement vascularisées; les tumeurs riches en cellules immunitaires.