

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

CLIMATOLOGIE
**UN GLACIER GÉANT
DE L'ANTARCTIQUE
MENACE LA PLANÈTE**

PHYSIQUE
**VOIR AU-DELÀ DE
L'HORIZON... SUR UNE
TERRE SPHÉRIQUE !**

PALÉONTOLOGIE
**IL Y A 600 MILLIONS
D'ANNÉES, L'ESSOR
DES ANIMAUX COMPLEXES**

AOÛT 2019
N° 502

Après les trous noirs La chasse aux **TROUS BLANCS**

TOUT EST AFFAIRE DE MOLÉCULES !



EN LIBRAIRIE
LE 11 SEPTEMBRE 2019

humenSciences



humensciences.com

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 0155428505

PUBLICITÉ France

stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS

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

Courriel: pourlascience@abopress.fr

Tél. 0367079817

Adresse postale: Service des abonnements –

Pour la Science, 19 rue de l'Industrie, BP 90053,

67402 Illkirch Cedex

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 ; Stéphanie Troyard

Tél. 04 88 15 12 48

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 adressés 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_{tot} 0,007 kg/tonne



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

LA LUMIÈRE AU BOUT DU TUNNEL?

En étudiant leurs équations censées décrire le monde réel, les physiciens découvrent parfois des solutions qui ne correspondent à rien d'observé. Puis, quelques mois ou des décennies plus tard, des chercheurs mettent en évidence un objet ou un phénomène qui est le pendant physique de la solution mathématique trouvée auparavant. Ce fut par exemple le cas avec le positron, identifié dans les rayons cosmiques en 1932. Ce sosie de l'électron, mais de charge opposée, était suggéré par l'une des solutions de l'équation que le Britannique Paul Dirac a proposée en 1928 pour tenter de décrire, en conformité avec la mécanique quantique et la relativité restreinte d'Einstein, l'électron.

Une telle prédiction théorique, suivie de la découverte correspondante, fait le bonheur des scientifiques. Cette situation n'est pas si rare et un autre exemple est celui des trous noirs. Ces objets astrophysiques dont rien, pas même la lumière, ne peut s'échapper sont apparus en filigrane des équations dès l'avènement de la théorie de la relativité générale d'Einstein, vers 1915. Mais il a fallu plusieurs décennies pour que les solutions des équations soient correctement interprétées, que la notion de trou noir s'éclaircisse et que les observations astrophysiques mettent hors de doute l'existence de ces astres.

Le même scénario se reproduira-t-il avec les trous blancs, sortes de sosies inversés des trous noirs, eux aussi suggérés par les équations d'Einstein? Tombés dans l'oubli, ces objets hypothétiques qui ne font qu'expulser de la matière et du rayonnement reviennent au goût du jour. Carlo Rovelli nous explique notamment (pages 26 à 35) que dans le cadre de la «gravité quantique à boucles», théorie quantique de la gravitation dont il est l'un des principaux bâtisseurs, les trous noirs pourraient se transformer en trous blancs par effet tunnel (un effet quantique connu par ailleurs). Et que l'existence des trous blancs résoudrait plusieurs énigmes de l'astrophysique et de la cosmologie. Bref, au bout du tunnel, on verrait la lumière... si toutefois ces objets étranges daignent un jour se montrer aux astrophysiciens. ■

SOMMAIRE

N° 502 /
Août 2019

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Comment la mort des cellules façonne les tissus?
- Comprendre l'origine de la chimiophobie
- Un saut quantique suivi à la trace
- Un banc d'alevins fossilisé
- Les comètes seraient bien la source de l'eau terrestre
- Arthrose: panser les cartilages
- Faible démographie néandertalienne
- La première BD d'Angoulême
- Une disposition des feuilles qui dépend de leur âge
- L'arbre des paresseux revisité

P. 18

LES LIVRES DU MOIS

P. 20

AGENDA

P. 22

HOMO SAPIENS INFORMATICS

Des algorithmes instinctifs

Gilles Dowek

P. 24

QUESTIONS DE CONFIANCE

Le frisson poétique de la science

Virginie Tournay



En couverture:
© pixelparticle/Shutterstock.com

Les portraits des contributeurs sont de Seb Jarnot

GRANDS FORMATS



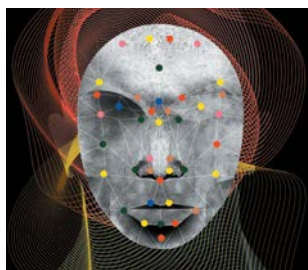
P. 36

ANTHROPOLOGIE

GUERRE ET CHASSEURS-CUEILLEURS, LE CAS DES ABORIGÈNES

Christophe Darmangeat

Contrairement aux agriculteurs-éleveurs, les chasseurs-cueilleurs étaient pacifiques, lit-on souvent. L'exemple des Aborigènes guerriers de l'Australie précoloniale bat en brèche cette hypothèse.



P. 44

NEUROSCIENCES

COMMENT LE CERVEAU CODE LES VISAGES

Doris Y. Tsao

Nous repérons et distinguons très facilement des milliers de visages. Comment notre cerveau réussit-il cet exploit? L'étude de l'activité neuronale chez le singe suggère que cette étonnante faculté repose sur des opérations assez simples.



P. 54

CLIMATOLOGIE

LE GÉANT THWAITES VA-T-IL FONDRE?

Richard Alley

Grand comme un tiers de la France, le glacier de Thwaites, en Antarctique, est menacé par le réchauffement climatique. Sa fonte ferait monter le niveau des mers de plus de 3 mètres en quelques décennies.



P. 62

PALÉONTOLOGIE

L'ESSOR DES PREMIERS ANIMAUX

Rachel A. Wood

La découverte de nouveaux fossiles d'animaux complexes et l'analyse de la chimie des anciens océans révèlent les racines étonnamment lointaines de l'explosion cambrienne.



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



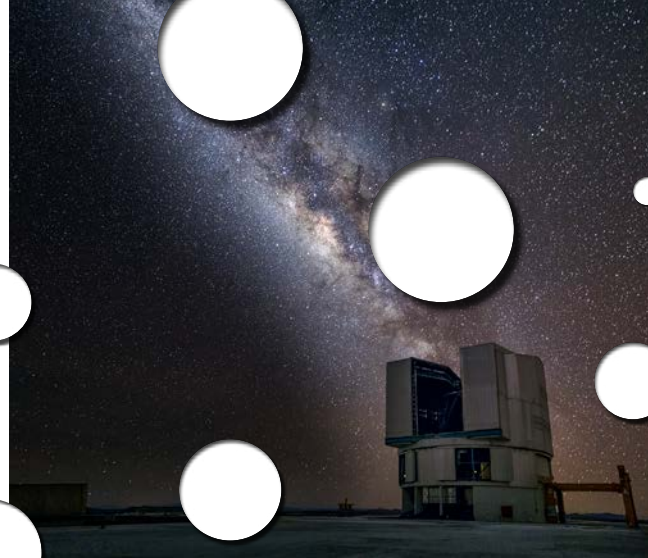
P.72 PORTFOLIO
HISTOIRE DES SCIENCES

LES FOLLES INVENTIONS DE L'ANCÊTRE DU CNRS

Luce Lebart

Électrification des plantes, hangar gonflable, projecteur sur nuage... En France, entre 1915 et 1938, la Direction des inventions intéressant la défense nationale, ancêtre lointain du CNRS, a recensé des milliers de fabuleuses trouvailles. Et les a photographiées. Les images les plus étonnantes sont exposées cet été à Arles.

À LA UNE



P.26
PHYSIQUE THÉORIQUE

LA CHASSE AUX TROUS BLANCS

Carlo Rovelli

Les trous blancs ? Des sosies inversés des trous noirs qui expulsent la matière sans jamais en absorber. Ces astres correspondent à certaines solutions des équations de la relativité générale et pourraient être le destin ultime des trous noirs. Leur détection ouvrirait une fenêtre inédite sur la gravitation quantique.

RENDEZ-VOUS

P.80
LOGIQUE & CALCUL

LA PSYCHOLOGIE DE LA COMPLEXITÉ

Jean-Paul Delahaye

En s'appuyant sur une définition algorithmique de la complexité, des expériences de psychologie explorent nos capacités à percevoir le hasard et la complexité, ainsi que la modification de ces capacités avec l'âge.

P.86
ART & SCIENCE
UN HAVRE POUR LES ABEILLES
Loïc Mangin



P.88
IDÉES DE PHYSIQUE VERS L'HORIZON, ET AU-DELÀ!
Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

P.92
CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION ET L'ÉVOLUTION FRAPPA DEUX FOIS
Hervé Le Guyader

P.96
SCIENCE & GASTRONOMIE DÉLICIEUX OXYMORES THERMIQUES
Hervé This

P.98
À PICORER

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.18 Livres du mois

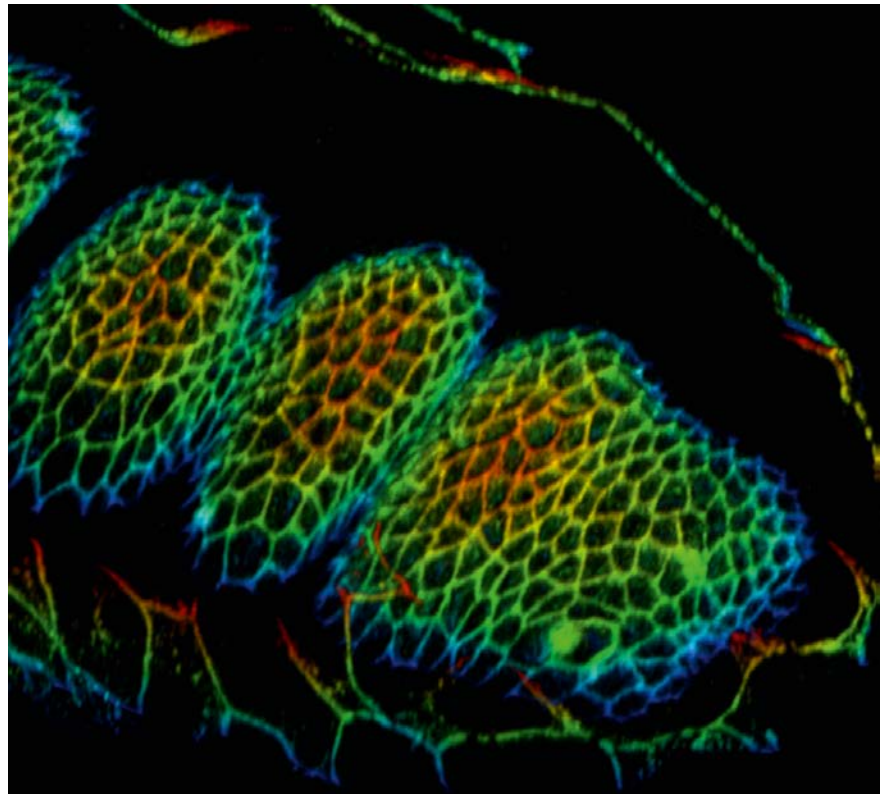
P.20 Agenda

P.22 *Homo sapiens informaticus*

P.24 Questions de confiance

BIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT

COMMENT LA MORT DES CELLULES FAÇONNE LES TISSUS



Lors de la formation des pattes de la drosophile, les tissus cellulaires de la larve se plissent peu à peu en des endroits précis qui donneront les articulations.

Lors du développement animal, des cellules sur le point de mourir produisent une force qui déforme le tissu alentour. Leur noyau joue un rôle essentiel dans ce processus.

Comment un embryon, au départ rond comme une bille, se plisse-t-il progressivement au fil de son développement, jusqu'à former les différents organes? Nombre de biologistes se sont penchés sur cette question et, peu à peu, ces dernières années, un mécanisme s'est dessiné: à l'endroit d'un futur pli, les cellules constituant un tissu se rétractent à l'aide du même type de couple de protéines qui contracte les muscles: l'actine, un constituant du squelette des cellules, et une myosine, un moteur moléculaire

capable de se déplacer le long de l'actine polymérisée en filaments. Ce faisant, ces cellules entraînent leurs voisines *via* les molécules qui les lient les unes aux autres, et créent ainsi un creux dans le tissu.

Toutefois, on s'est aussi aperçu que ce mécanisme n'est pas le seul à l'œuvre. En 2015, notamment, Magali Suzanne et Bruno Monier, du Centre de biologie intégrative (CNRS, université de Toulouse), à Toulouse, et leurs collègues ont observé chez la drosophile que dans le tissu qui deviendra une patte, l'apoptose – la mort programmée des cellules – produit sur les cellules alentour une force similaire de

contraction qui les déforme et est nécessaire à la formation de la patte. La même équipe vient à présent de déterminer comment cette force est produite.

Depuis longtemps, les biologistes savent que l'apoptose intervient à des stades précis du développement et contribue au façonnage des organes. Chez les vertébrés, notamment, les doigts se dessinent grâce à la mort des cellules situées entre ceux-ci. L'apoptose est aussi impliquée dans le repliement sur lui-même du tube neural, le système nerveux primitif. On pensait alors que l'élimination des cellules suffisait à remodeler les tissus. Mais en 2015, en se concentrant sur le rôle de l'apoptose dans la formation d'un pli précis – qui devient une articulation d'une patte – lors du développement de la drosophile,