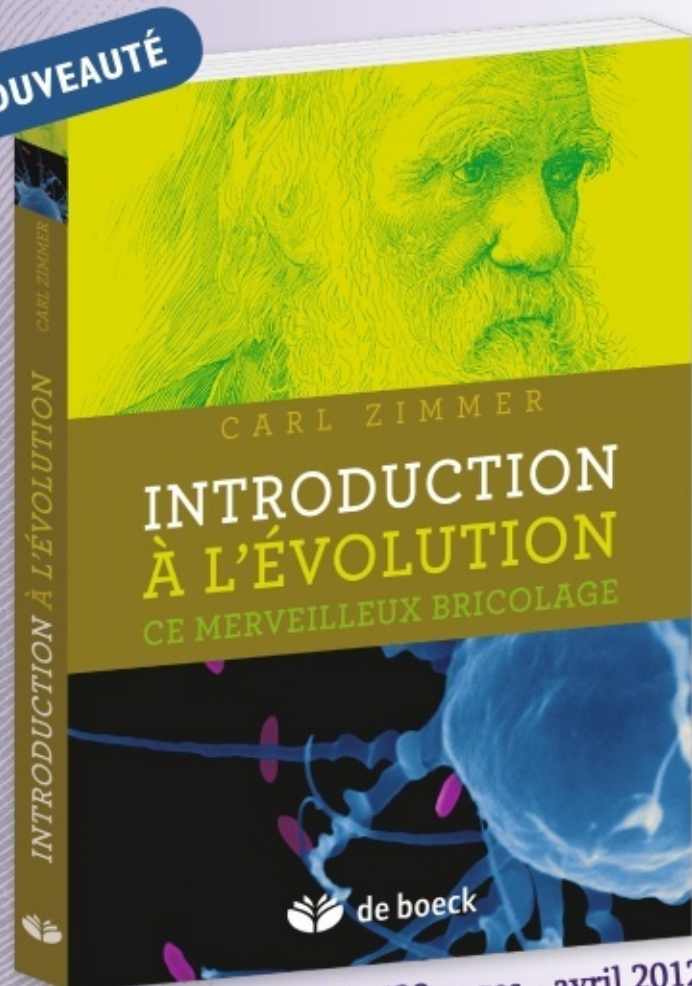


# INTRODUCTION À L'ÉVOLUTION

CE MERVEILLEUX BRICOLAGE  
CARL ZIMMER

NOUVEAUTÉ



47 € - 428 pages - avril 2012

L'évolution est davantage qu'une théorie : c'est une façon de comprendre le monde.

Cet ouvrage retrace les grandes lignes de la science de l'évolution, depuis les pré-darwiniens jusqu'aux derniers développements en génétique et en médecine évolutionniste.

L'étude des phénomènes du monde vivant, tels que la sélection naturelle, l'évolution et la disparition des espèces, n'est pas un champ réservé aux seuls chercheurs. En effet, les implications de ces phénomènes sur notre existence sont nombreuses et colossales.

Un livre abondamment illustré qui offre une introduction claire et complète à l'évolution.



En librairie et sur [www.deboeck.com](http://www.deboeck.com)



de boeck

**Groupe POUR LA SCIENCE**

Directrice de la rédaction : Françoise Pétry

**Pour la Science**

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,  
Philippe Ribeau-Gésippe, Guillaume Jacquemont, Sean Bailly

**Dossiers Pour la Science**

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

**Cerveau & Psycho**

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

**L'Essentiel Cerveau & Psycho**

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Annie Tacquet, Sylvie Sobelman, Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe assisté de Yoan Bassinet

Marketing : Élise Abib

Direction financière : Anne Gusdorf

Direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Jérôme Jalabert assisté de Marianne Sigogne

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Conseillers scientifiques : Philippe Boulanger et Hervé This

Ont également participé à ce numéro : Xavier Argout, Michel Barel, Xavier Delfosse, Barbara Demeneix, Anthony Hillairet, Vaughn Iverson, Claire Lanaud, Anne Masè, Lydie Morel, Patrick Peter, Christophe Pichon, Daniel Tacquet, Angela Taddei, Richard Taillet.

**PUBLICITÉ France**

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin

(jf.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Nada Mellouk-Raja  
Tél. : 01 55 42 84 28 ou 01 55 42 84 97 • Fax : 01 43 25 18 29

**SERVICE ABONNEMENTS**

Ginette Bouffaré. Tél. : 01 55 42 84 04

Espace abonnements :

http://tinyurl.com/abonnements-pourlascience

Adresse e-mail : abonnements@pourlascience.fr

Adresse postale :

Service des abonnements - 8 rue Férou - 75278 Paris cedex 06

Commande de livres ou de magazines :

0805 655 255 (numéro vert)

**DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE**

Contact kiosques : À juste titres ; Benjamin Boutonnet

Tel : 04 88 15 12 41

Canada : Edipresse : 945, avenue Beaumont, Montréal,  
Québec, H3N 1W3 Canada.

Suisse : Servidis : Chemin des châlets, 1979 Chavannes - 2 - Bogis

Belgique : La Caravelle : 303, rue du Pré-aux-oies - 1130 Bruxelles.

Autres pays : Éditions Belin : 8, rue Férou - 75278 Paris Cedex 06.

**SCIENTIFICAMERICAN** Editor in chief : Mariette DiChristina. Editors : Ricky Rusting, Philip Yam, Gary Stix, Davide Castelvecchi, Graham Collins, Mark Fischetti, Steve Mirsky, Michael Moyer, George Musser, Christine Soares, Kate Wong. President : Steven Inchcoombe. Vice President : Frances Newburg.

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. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© 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].



## Quelle dimension ?

Edwin Abbott (1838-1926) a publié, en 1884, un conte mathématique et une allégorie, *Flatland : une aventure à plusieurs dimensions*. On y suit le héros, le Carré, dans un monde plat peuplé de figures géométriques, droites, triangles, carrés et autres polygones, qui vivent sur cette immense feuille. La troisième dimension, l'altitude, n'existe pas. Ce monde bidimensionnel est le cadre d'une satire de la société victorienne. Mais le héros explore également les univers présentant d'autres dimensions. Ainsi, un jour, le Carré se retrouve en présence de la Sphère, et toutes ses croyances, tous ses repères sont ébranlés. Il existerait une troisième dimension de l'espace ! Et pourquoi pas d'autres dimensions encore ?

Faisant le chemin inverse, par la pensée, le calcul, la modélisation, mais aussi l'expérience, les physiciens oublient l'espace à trois dimensions, pour tenter de réconcilier, dans un nouveau *Flatland*, les deux théories qui restent incompatibles aujourd'hui : la physique quantique, qui s'applique à l'infiniment petit, et la relativité générale à l'infiniment grand. La théorie unificatrice – la théorie de la gravitation quantique – reste le Graal des physiciens, qui s'en approchent à deux dimensions (voir *La gravitation quantique à deux dimensions*, page 72).

## Envisager le monde sous diverses facettes.

Réduisons encore le nombre de dimensions et intéressons-nous aux automobilistes bloqués sur une file dans les embouteillages. Ne sont-ils pas confrontés aux affres d'un monde à une dimension, le *Line-land* envisagé par Abbott ? Ils sont toujours persuadés que leur file est plus lente que les autres. Est-ce la réalité, ou sont-ils victimes d'une illusion que n'importe quelle évaluation chiffrée pourrait démontrer ? Bien souvent, nous serions victimes d'un biais psychologique : nous retenons davantage les circonstances où nous n'avons pas de chance (nous sommes bloqués dans la mauvaise file), alors que nous oublions vite les circonstances heureuses, voire nous ne les remarquons même pas (voir *La malédiction de la mauvaise file*, page 84).

Envisager le monde sous diverses facettes, ne pas se laisser enfermer dans des certitudes. C'est sans doute cela aussi que suggère *Flatland*. C'est le moteur intellectuel des scientifiques (entre autres), celui qui leur permet de ne pas passer à côté d'une découverte. C'est ainsi qu'ils ont mis en évidence des virus géants. Non seulement ils existent bel et bien, mais ils seraient beaucoup plus autonomes pour leur reproduction qu'admis jusqu'à présent (voir *Les virus géants : une nouvelle forme de vie ?*, page 21). Auraient-ils un équivalent à deux dimensions ? ■

- 1 **ÉDITO**  
 4 **BLOC-NOTES**  
*Didier Nordon*

## Actualités

- 6 **La conjecture de fibration virtuelle démontrée**  
 7 **Un ptérosaure fossilisé avec son prédateur**  
  
 9 **L'ingénieuse catapulte des fougères**  
 10 **Obésité, diabète et perturbateurs endocriniens ... et bien d'autres sujets.**

- 13 **ON EN REPARLE**

## Opinions

- 14 **POINT DE VUE**  
**Aires marines protégées... sur le papier**  
*Joachim Claudet*



- 15 **ÉCONOMIE**  
**La fiscalité sur les très hauts revenus**  
*Alain Trannoy*  
 18 **VRAI OU FAUX**  
**Les épinards rendent-ils plus fort ?**  
*Jean-Marie Bourre*  
 20 **COURRIER DES LECTEURS**

## À LA UNE

### DOSSIER VIROLOGIE

## 21 Les virus géants : une nouvelle forme de vie ?

## 22 Les virus géants

*James Van Etten*

La découverte récente de virus plus gros que certaines bactéries bouleverse notre conception de la nature des virus et de l'histoire de la vie.

## 30 Les virus géants, vestiges d'organismes cellulaires ?

*Jean-Michel Claverie et Chantal Abergel*

Les virus géants tels que *Mimivirus* et *Megavirus* constituent des microbes d'un type nouveau. Ils ne se répliquent pas comme les virus classiques, en prenant le contrôle du noyau de la cellule hôte.

## 34 La diversité des virus aquatiques

*Stéphan Jacquet et Caroline Depecker*

Abondants et variés – on n'en connaît sans doute qu'une infime partie –, les virus aquatiques sont des acteurs clés des écosystèmes marins et d'eau douce.



## 42 PALÉONTOLOGIE

### L'Antarctique, terre promise des paléontologues

*Sébastien Steyer et Diego Gerez*

Les fossiles de l'Antarctique témoignent d'étapes clés de la vie. Le grand continent blanc a en effet plusieurs fois servi de refuge ou de pont entre l'Océanie et les Amériques, voire l'Afrique.

## 50 **GÉNÉTIQUE** Des interrupteurs cachés dans le cerveau

Eric Nestler

L'environnement et les expériences vécues contribueraient à l'apparition de maladies mentales par le biais des modifications épigénétiques, qui activent ou inhibent les gènes.

## 58 **AGRONOMIE** Assurer l'avenir du chocolat

Harold Schmitz et Howard-Yana Shapiro

Afin de répondre à la demande croissante en cacao, les scientifiques tentent d'augmenter le rendement des cultures, notamment en renforçant la résistance des cacaoyers aux maladies et aux insectes ravageurs.



## 64 **CHIMIE** Des polymères pour les panneaux solaires

Uwe Hahn et François Cardinali

Pour améliorer la performance et réduire le coût des panneaux photovoltaïques, une solution consisterait à remplacer le silicium par des polymères.

## 72 **PHYSIQUE** La gravitation quantique en deux dimensions

Steven Carlip

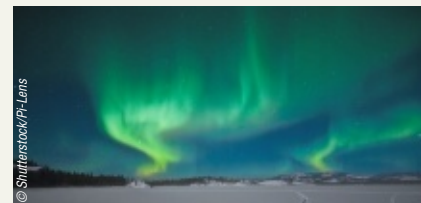
Quelle serait l'action de la gravitation si l'espace avait deux dimensions seulement, au lieu de trois? L'exploration de cette idée guide les physiciens vers une théorie unifiée des forces fondamentales.

## Regards

### 80 **HISTOIRE DES SCIENCES** Halley, Mairan et les aurores boréales

Stéphane Le Gars

Quelle est l'origine des aurores boréales? Le magnétisme terrestre proposé par le Britannique Halley en 1716 ou l'atmosphère solaire invoquée par le Français Dortous de Mairan en 1733?



### 84 **LOGIQUE & CALCUL** La malédiction de la mauvaise file

Jean-Paul Delahaye

Sur la route, quand vous êtes pris dans un ralentissement, la file voisine semble presque toujours plus rapide que la vôtre. Vérité ou impression?

### 90 **IDÉES DE PHYSIQUE** Le repassage, c'est physique

Jean-Michel Courty  
et Édouard Kierlik

### 93 **SCIENCE & GASTRONOMIE** Grillons les grillons !

Hervé This

### 94 **À LIRE**

Ce numéro comporte un encart Dialogue Marketing « First Voyage France » posé en 4° de couverture de l'édition abonnés France, deux encarts d'abonnement brochés sur la totalité du tirage, une offre d'abonnement Pour la Science p. 41 et une sélection de livres Pour la Science / Belin en p. 70.  
En couverture : © Angie Fox/World of Viruses Project/University of Nebraska State Museum/University of Nebraska-Lincoln

Rendez-vous sur **POURLA SCIENCE.fr**

### » Plus d'informations

- L'intégralité de votre magazine en ligne
- Des actualités scientifiques chaque jour
- Plus de 5 ans d'archives
- L'agenda des manifestations scientifiques

### » Les services en ligne

- Abonnez-vous et gérez votre abonnement en ligne
- Téléchargez les articles de votre choix
- Réagissez en direct
- Consultez les offres d'emploi

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

## → LE POIDS DES MYOPES

**O**n ne peut pas mesurer un phénomène sans l'altérer. Les physiciens savent cela. Les myopes aussi.

Supposons qu'un myope veuille se peser. S'il ôte ses lunettes avant de monter sur le pèse-personne, il est incapable de lire le poids qui s'affiche. S'il les garde, le pèse-personne indique le poids de l'ensemble myope + lunettes. Or le myope ignore le poids de ses lunettes puisque, s'il les met sur une balance, elles ne sont plus là où elles devraient être pour qu'il puisse lire leur poids. Bref, un myope ne saura jamais combien il pèse.

Les régimes minceur sont réservés à ceux qui ont la vue perçante.

nous sommes. Nous interrompons l'affaire qui nous occupait, et nous nous engageons dans la nouvelle affaire surgie inopinément à notre oreille.

Les moyens modernes nous poussent à zapper : plongés dans une séquence, nous plongeons d'un coup dans une autre. Si on définit le hasard comme la rencontre de séries causales indépendantes (suivant la formule de Cournot), les moyens modernes sont propices aux irruptions du hasard dans nos vies.



mentir pourrait avoir des effets pervers et apporter des déconvenues. L'enfer est pavé de bonnes intentions. Mais du strict point de vue de la curiosité scientifique, il serait dommage que l'humanité s'éteigne sans que jamais, nulle part, n'ait été tentée l'expérience consistant à se faire gouverner par des gens honnêtes. Juste pour voir ce que ça donnerait.

## → ET IL ZAPPERA PAR LÀ...

**A**utrefois, nous allions vider notre boîte aux lettres au moment choisi par nous, puis lisions le courrier qui nous attendait. Aujourd'hui, nous sommes avertis sitôt qu'un mail arrive, ce qui incite à le consulter sans tarder. L'esprit encore immergé dans ce que nous étions en train de faire, nous prenons connaissance de l'information qui nous est apportée.

Autrefois, quand nous n'étions pas chez nous, le téléphone pouvait sonner tant qu'il voulait, il ne nous atteignait pas. Aujourd'hui, le portable va nous chercher là où

## → L'HONNÊTOCRATIE, UN PARI SUR L'AVENIR

**L**e nombre de modes possibles de gouvernement est vertigineux. Principautés minuscules et empires gigantesques, despotismes éclairés et sombres tyrannies, dictatures militaires, dictatures civiles, tribus, triumvirats, consulats, autocraties, ploutocraties, démocraties (populaires ou non), républiques (bananières ou non), monarchies, dyarchies, oligarchies... : quelle anarchie ! Les hommes auront tout essayé.

Tout ? Non. « La tromperie, la falsification délibérée et le mensonge pur et simple employés comme moyens légitimes de parvenir à la réalisation d'objectifs politiques, font partie de l'histoire aussi loin qu'on remonte dans le passé. La vérité n'a jamais figuré au nombre des vertus politiques, et le mensonge a toujours été considéré comme un moyen parfaitement justifié dans les affaires politiques. » Ce n'est pas l'histoire récente qui infirmera ce constat établi par Hannah Arendt en 1972 (*Du mensonge à la violence*).

Ne soyons pas candides : un système politique dont les acteurs s'interdiraient de

## → NOUVEAUTÉ OBSOLÈTE

« **C'**est assez désagréable, s'écria Édouard, de ne pouvoir plus rien apprendre pour toute la vie ! Nos aïeux s'en tenaient aux enseignements qu'ils avaient reçus dans leur jeunesse : mais nous, il nous faut recommencer tous les cinq ans, si nous ne voulons pas être complètement démodés. »

Personnage de Goethe (*Les Affinités électives*), Édouard s'exprime en 1809. Ainsi, nous ne sommes pas plus bousculés qu'on ne l'était voici deux siècles ! Beaucoup parmi nous se permettent même de garder leurs objets technologiques plus de cinq ans avant de se sentir obligés de s'initier aux objets de la génération suivante.

Les observateurs qui proclament avec emphase que la vitesse d'évolution des techniques actuelles nous met aux prises avec du jamais vu ont, sans doute, l'impression d'être eux-mêmes très modernes, à leur façon : ils pensent avoir su repérer



un phénomène radicalement neuf, typique de l'extrême modernité.

Et pourtant... Répondre à la question « Quoi de neuf ? » est plus difficile qu'ils ne l'imaginent.

## → VASO... CONTRITION

**G**âce à l'habitude prise par les commerçants d'inscrire sur leurs sacs toutes sortes de devises et de slogans, le moindre achat peut se transformer en occasion d'enrichissement culturel.

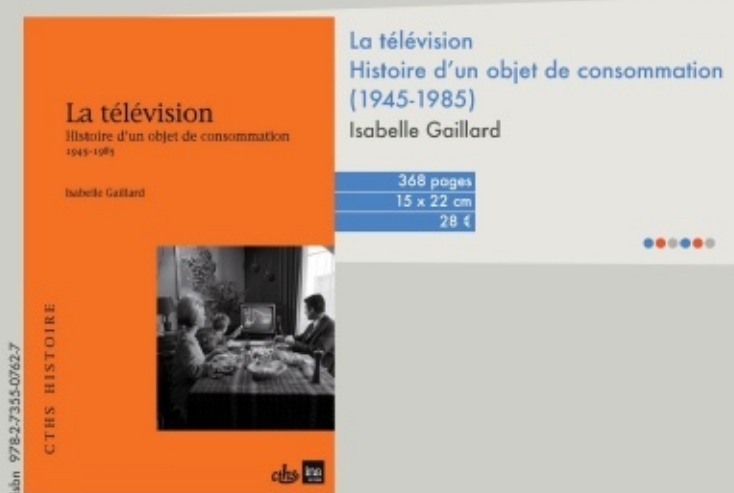
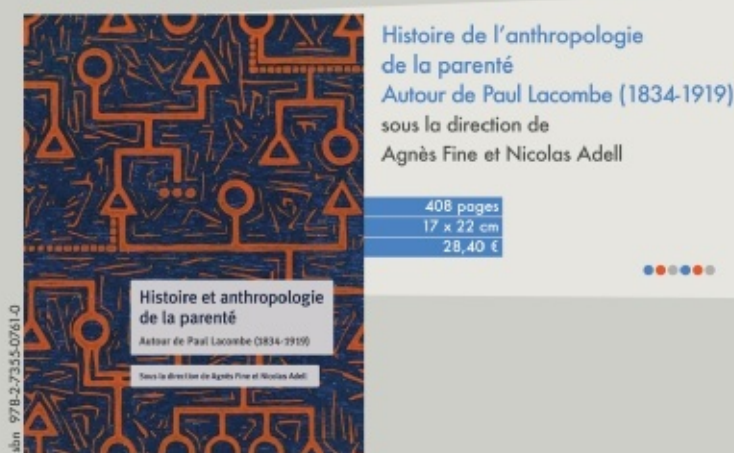
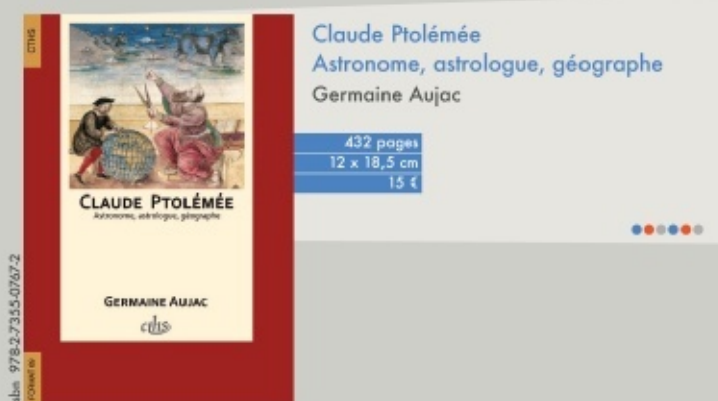
Information portée par le sac d'une pharmacie : « La vigne (*vit*) est riche en flavonoïdes et tanins. Les feuilles de vigne ont un effet vasoconstricteur remarquable pour votre corps. » Qui lit « feuille de vigne » pense « cache-sexe ». Et un mystère de l'histoire de l'art s'éclaire soudain ! Les peintures de la Renaissance représentent Adam et Ève voilés par une feuille de vigne. Or, selon la Bible, ceux-ci avaient couvert leur nudité d'une feuille non de vigne, mais de figuier. Pourquoi cette substitution ? La réponse est sur le sac. Parce que la feuille de vigne est un vasoconstricteur. Elle fait donc plus et mieux que cacher les organes : elle les rend, derrière elle, tout petits, petits. Double satisfaction pour les pudibonds.

Satanés peintres de la Renaissance, ils en connaissaient de ces particularités ! ■



## Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

la plus importante collection d'instruments de travail  
pour la recherche en sciences humaines



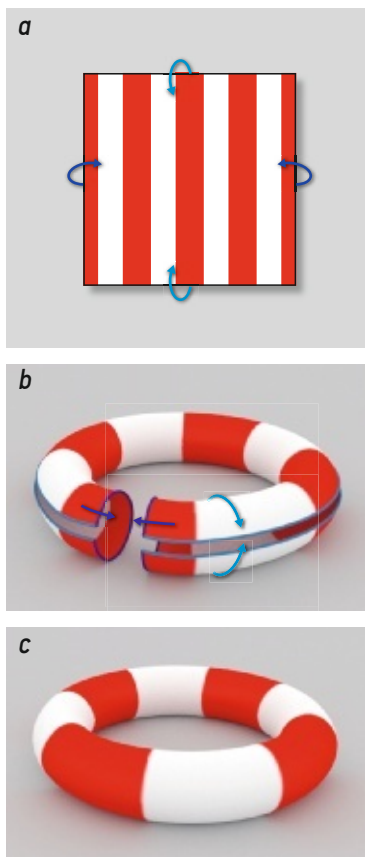
\* ventes@cths.fr \* vente en librairie ou sur notre site : www.cths.fr \* Distribution SODIS \*

## Mathématiques

### La conjecture de fibration virtuelle démontrée

L'Américain Ian Agol a prouvé une conjecture de géométrie énoncée en 1982 par William Thurston dans le cadre d'un vaste programme qui englobait notamment la conjecture de Poincaré.

On peut décrire le tore  $T^2$  comme un carré (a) dont on recolle les côtés deux à deux opposés (b) : on obtient ainsi une surface en forme de bouée (c). Ce tore constitue une variété de dimension 2.



**E**n 1982, l'Américain William Thurston posait 24 problèmes. L'un d'eux était la « conjecture de géométrisation », démontrée en 2003 par le Russe Grigory Perelman et qui prouvait du même coup la conjecture de Poincaré (l'équivalent en dimension 3 du fait que toute surface fermée et sans trou peut être déformée continûment en une surface sphérique). L'un des deux problèmes qui restaient en suspens vient d'être résolu par Ian Agol, de l'Université de Californie à Berkeley. Il s'agit de la conjecture dite de fibration virtuelle, qui affirme que toute variété de dimension 3 dont la géométrie est de type hyperbolique peut être dépliée en une variété fibrée. Expliquons-nous.

Une variété est une généralisation de la notion de surface. La surface d'un tore est un exemple en deux dimensions que l'on peut imaginer « plongé » dans un espace de dimension supérieure, où il devient une bouée dont seule la surface importe. On peut aussi se dispenser de cette plongée. La surface d'un tore, noté  $T^2$ , peut alors

être représentée par un carré muni d'instructions de recollement des côtés opposés deux à deux (voir la figure). Avec une dimension supplémentaire, un tore  $T^3$  correspond à un cube dont on recolle les faces deux à deux opposées.

On obtient une classe intéressante de variétés en épaississant une surface quelconque sans bord de façon à former un objet tridimensionnel ayant comme bords une surface intérieure et une autre extérieure. Le recollement de ces deux surfaces conduit à une variété de dimension 3 – un empilement de surfaces – que l'on peut balayer tout au long de l'épaisseur. La variété est dite fibrée en surfaces.

Toutes les variétés de dimension 3 sont-elles fibrées en surfaces ? Non, c'est justement l'enjeu de la conjecture de fibration virtuelle que l'on peut reformuler ainsi : toute variété hyperbolique de dimension 3 est fibrée quand elle est dépliée de façon adéquate. Pour comprendre cette étape, revenons au tore vu comme un carré recollé. Une autre façon de le voir est d'imaginer un quadrillage infini

du plan euclidien dont chaque carré est une copie du carré initial.

Dans cette configuration, deux points sont équivalents quand on peut passer de l'un à l'autre par une combinaison finie de pas (vers la droite, vers la gauche...) de longueur égale au côté du carré. Le dépliage consiste à ne s'intéresser qu'à un sous-groupe de ces transformations qui obéit à certaines contraintes (notamment, la composition de deux transformations doit aussi appartenir à ce sous-groupe). On sait désormais que pour toute variété hyperbolique, il existe une façon de la déplier pour obtenir une variété fibrée que l'on comprend particulièrement bien.

Les mathématiciens se réjouissent de cette preuve, car les travaux qu'elle a nécessités ont conduit à de nombreux développements dans divers champs des mathématiques. En outre, elle utilise des idées issues de branches inattendues telles que l'algèbre, les systèmes dynamiques et les probabilités. C'est à cela que l'on reconnaît un résultat important.

→ Loïc Mangin

## Astrophysique

## Des collisions d'étoiles aux supernovae

**L**es supernovae de type Ia se produisent dans des systèmes binaires et l'étoile qui explose est une naine blanche. En revanche, la nature de la seconde étoile n'est pas connue. Ce pourrait être une géante rouge, dont la naine blanche absorbe la matière progressivement, ou une autre naine blanche; les deux naines, en rotation rapide l'une autour de l'autre, se rapprochent progressivement jusqu'à entrer en collision. Pour tester cette seconde hypothèse, Carles Badenes et Dan Maoz, de l'Université de Tel-Aviv, en Israël, ont utilisé une approche statistique. Ils ont sélectionné dans le catalogue spectroscopique du *Sloan Digital Sky Survey* des systèmes binaires de deux naines blanches.

Ils ont alors estimé la fréquence des coalescences de ces étoiles dans notre Galaxie: environ une tous les 300 ans. Or ce nombre est comparable à celui des supernovae de type Ia, ce qui appuie l'hypothèse que les binaires de naines blanches sont à l'origine de ces explosions très énergétiques.

→ Sean Bailly

C. Badenes et D. Maoz, *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 749, L11, 2012



Simulation numérique d'un système binaire de deux naines blanches se rapprochant et créant des ondes gravitationnelles.

Tod Strohmayer, GSFC/CXC/NASA

## En bref

## LA SCIE DU POISSON-SCIE

Le poisson-scie se sert-il de sa scie? Oui, répond une équipe australienne, mais pas pour fouiller le fond sableux en quête d'une proie, comme on le pensait. L'étude de jeunes poissons-scies *Pristis microdon* montre que l'appendice sert de capteur électrique et d'arme. L'animal repère sa proie à l'aide de récepteurs électriques qui recouvrent sa scie. Puis, avec celle-ci, il frappe à grands coups sa victime avant de la retourner pour l'avaler la tête la première.

En vidéo sur [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

## INVISIBILITÉ MAGNÉTIQUE

Des physiciens slovaques et espagnols ont réalisé un dispositif qui constitue une cape d'invisibilité au champ magnétique. La cape de Fedor Gömöry et ses collègues est un cylindre dont la couche interne est formée d'un matériau supraconducteur, et la couche externe d'un matériau ferromagnétique. Avec ce dispositif, un champ magnétique extérieur uniforme reste perturbé, comme si le cylindre et l'objet qu'on peut placer à l'intérieur n'existaient pas.

## LES GÈNES D'ÖTZI

Ötzi, cet homme du Néolithique retrouvé dans un glacier à la frontière italo-autrichienne, a des « cousins » en Corse et en Sardaigne. Le séquençage de son génome a montré qu'il portait les gènes des premiers paysans néolithiques méditerranéens, arrivés en Europe et dans les îles tyrrhéniennes il y a quelque 8 000 ans. Le marqueur génétique de ces premiers paysans est aujourd'hui présent chez moins de un pour cent des Européens continentaux, mais chez 9 pour cent des Sardes et 25 pour cent des Corses.

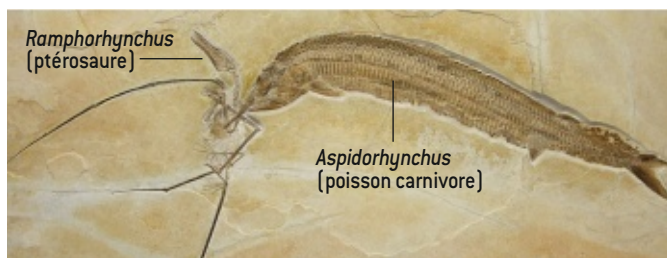
## Paléontologie

## Un ptérosaure fossilisé avec son prédateur

**S**on métabolisme est rapide; son vol battu vif et stable; le temps de deux battements d'ailes, et le cerveau du ptérosaure a déjà évalué la proie aperçue. Si la taille de cette dernière convient, le bec pointu, la tête, le cou puis le corps plongeront dans l'eau. Quelques instants plus tard, l'animal émergera et s'envolera, un poisson au bec...

Effectuée par Eberhard Frey et Helmut Tischlinger, deux paléontologues du Muséum d'État de Karlsruhe (Allemagne), l'analyse d'une scène de prédation fossilisée montre qu'il y a 120 millions d'années, les ptérosaures du genre *Ramphorhynchus* chassaient comme les martins-pêcheurs aujourd'hui.

L'un de ces petits reptiles, venant juste d'émerger de l'eau, s'élevait en l'air tout en avalant un petit poisson, quand un poisson carnivore – un *Aspidorhynchus* de 60 centimètres de long – l'attrapa et l'entraîna sous l'eau. Il n'aurait pas dû. Le *Ramphorhynchus* se mit à se débattre si vivement que son aile gauche s'accrocha fermement aux dents du poisson. Oppressé



La fossilisation a figé trois animaux dans une scène exceptionnelle: un poisson carnivore du genre *Aspidorhynchus* saisissant un ptérosaure *Ramphorhynchus*, lequel était en train d'avaler un petit poisson, ici difficilement visible (flèche).

d'être attaché à une proie aussi vive, celui-ci se mit aussi à secouer sa tête pour se libérer, mais sans parvenir à se décrocher sa gueule de la membrane de l'aile – un tissu probablement résistant en raison de son adaptation au vol.

Quand le ptérosaure, noyé, cessa de se débattre, l'*Aspidorhynchus* avait encore la force de le porter, mais de moins en moins celle de se détacher. Petit à petit, il fut entraîné vers les profondeurs anoxiques du lac. En l'absence totale d'oxygène, aucune bactérie ni organisme nécrophage ne vinrent consommer les cadavres, de sorte que la scène a été figée pour l'éternité... géologique.

→ François Savatier

PLoS One, vol. 7(3), e31945, 2012

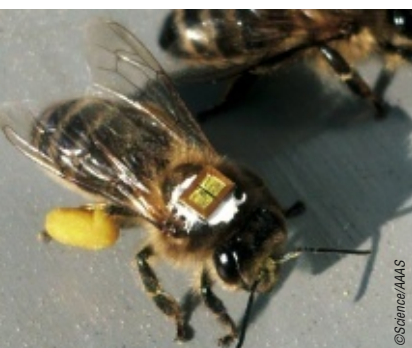
## En bref

## PRIX ABEL 2012

Le prix Abel, créé par l'Académie norvégienne des sciences et attribué pour la première fois en 2003, est un prix de mathématiques qui se veut un équivalent du prix Nobel. Cette année, le lauréat est Endre Szemerédi, de l'Institut Alfréd Rényi à Budapest (Hongrie) et de l'Université de l'État du New Jersey (États-Unis). Il est récompensé « pour ses contributions fondamentales aux mathématiques discrètes et à l'informatique théorique, et en reconnaissance à son impact profond et durable sur la théorie additive des nombres et la théorie ergodique ».

## BRIQUES DE VIE

Une équipe franco-allemande a fabriqué, dans des conditions semblables à celles de l'espace, une microcomète artificielle. Au bout de dix jours d'irradiation par des ultraviolets, quelques microgrammes de matière organique ont été obtenus. Leur analyse a révélé 26 acides aminés et, surtout, six acides diamminés dont l'un était peut-être un constituant majeur de l'ancêtre supposé de l'ADN sur Terre, l'APN (acide peptidique nucléique).



Équiper les abeilles d'une radio-étiquette (RFID), comme l'a fait l'équipe française de Mickaël Henry, permet de dénombrer leurs entrées et sorties de la ruche.

## Archéologie

## Le trésor du Keltenblock

L'an 590 avant notre ère, près des sources du Danube : des Celtes parent une défunte de haut rang, puis la couchent dans une chambre en bois qu'ils protégeront d'un tertre. Mars 2012 : des archéologues dégagent les bijoux de la « Dame de la Heuneburg ». Après 2600 ans, ils luisent à nouveau, mais sous les néons.

Le Keltenblock, c'est-à-dire le « bloc celte », est en effet la première chambre funéraire fouillée... en chambre. Connu dans toute l'Allemagne, car ses 80 tonnes ont été prélevées en bloc devant les caméras, il provient de la première tombe d'apparat découverte intacte à la Heuneburg, citadelle celte surplombant le Danube en Forêt-Noire, qui est non seulement un haut lieu de la civilisation du Hallstatt (du VIII<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> siècles avant notre ère), mais la meilleure candidate au rôle de la ville de Pyrène que Hérodote a mentionnée.

Confrontés à un tel trésor scientifique, Dirk Krausse et Nicole Ebinger-Rist, des Monuments historiques du Baden-Wurtemberg, ont tenu à bénéficier pendant la fouille des moyens d'un laboratoire de restauration. Et, à chaque découverte d'une partie des bijoux d'or, de bronze et d'ambre de la Dame de la Heuneburg, cela leur a permis de convoquer la presse... Ces bijoux proviennent manifestement d'un atelier étrusque de haut niveau, ce qui illustre l'influence du monde méditerranéen sur la classe dominante celte. De la datation des cernes de croissance des planches de la chambre, les archéologues infèrent



Une partie des bijoux d'or et de bronze de la « Dame de la Heuneburg » dégagés de sa chambre funéraire, prélevée d'un bloc pour être transportée et analysée.

que la princesse a été enterrée vers 590 avant notre ère. La tomographie des débris de son crâne a révélé son âge : entre 30 et 40 ans. Une suivante l'accompagnait dans la mort. Y fut-elle contrainte ? Probable vic-tuaille pour son voyage pour l'au-delà, un cochon entier était aussi présent dans la tombe, ainsi que des pots peut-être remplis d'aliments. Des restes de tissus et d'autres textiles ont aussi été découverts, ainsi que des peaux qui comportaient des anneaux. Même si l'étude du Keltenblock va encore durer des années, il est déjà clair qu'il s'agit de la mieux conservée des tombes d'apparat hallstattiennes connues.

→ F.S.

## Environnement

## Abeilles, bourdons et insecticides

Les populations d'abeilles et de bourdons, pollinisateurs importants, subissent depuis plusieurs années un déclin rapide et inexplicable. Plusieurs facteurs sont probablement à l'œuvre, mais l'impact négatif des pesticides répandus sur les cultures devient de plus en plus évident. Trois études récentes l'illustrent.

Mickaël Henry, de l'INRA à Avignon, et ses collègues ont soumis des abeilles domestiques à des doses faibles, non létales, de thiaméthoxam, une substance de la famille des néonicotinoïdes, des insecticides largement utilisés depuis les années 1990. Le suivi à l'aide de radio-étiquettes de 653 abeilles a montré que jusqu'à

43,2 pour cent des abeilles traitées ne retournaient pas à la ruche : l'intoxication se traduit par une diminution de leur sens de l'orientation.

Quant à l'étude de Penelope Whitehorn et ses collègues, de l'Université de Lancaster, elle a porté sur des bourdons (*Bombus terrestris*) exposés à des doses non létales d'imidaclopride, un autre néonicotinoïde courant. Les biologistes ont constaté que les colonies traitées se développent moins (les bourdons ont recueilli moins de nourriture ou il y avait moins de bourdons ouvriers). Surtout, elles produisent beaucoup moins de reines : une ou deux en moyenne, contre 13 pour les colonies non traitées.

Enfin, l'équipe de Nicolas Blot, du CNRS et de l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, a montré que l'effet combiné sur les abeilles domestiques d'un insecticide (le fipronil) et d'un parasite (*Nosema ceranae*, un organisme unicellulaire) est plus important que la somme des deux effets pris séparément. Cette synergie confirme plusieurs études précédentes et est, de plus, indépendante de l'ordre dans lequel les abeilles subissent les deux stress : d'abord une infection parasitaire puis une exposition à l'insecticide, ou l'inverse, ou les deux simultanément.

→ Maurice Mashaal

Science, prépublications en ligne, 29 mars 2012 ; Scientific Reports, vol. 2, 326, 2012