

POUR LA SCIENCE

Directrice de la rédaction - Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Pour la Science :

Rédacteur en chef adjoint : Maurice Mashaal
Rédacteurs : François Savatier, Marie-Neige Cordonnier,
Philippe Ribeau-Gésippe, Bénédicte Salthun-Lassalle,
Jean-Jacques Perrier

Dossiers Pour la Science :

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin
Rédacteur : Guillaume Jacquemont

Cerveau & Psycho :

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho :

Rédactrice : Émilie Auvrouin

Directrice artistique : Céline Lapert

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

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe

Marketing : Heidi Chappes

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 : Alban Bensa,
Pascal Derkinderen, Serge Jacquot, Aurélien Moncomble,
Didier Néraudeau, Christophe Pichon, Jean-Claude Rivierre,
Catherine Rougeot, Philippe Valet.

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 dossiers ou de magazines :

02 37 82 06 62 (de l'étranger : 33 2 37 82 06 62)

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

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.

SCIENTIFIC AMERICAN 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).



Une valse à... pas de temps

« Le temps s'en va, le temps s'en va, madame,
Las ! le temps non, mais nous nous en allons. »

Pierre de Ronsard, *Continuation des Amours*

Prendre son temps, perdre son temps, avoir le temps ou ne pas en avoir, le temps de vivre, le temps d'aimer... Le temps file, insaisissable, à peine perçu, déjà passé. Les expressions évoquant le temps sont légion, et cette omniprésence masque une difficulté déjà soulignée par saint Augustin, qui disait savoir fort bien ce qu'est le temps, jusqu'à ce qu'on lui demande de l'expliquer. Le temps est aisé à percevoir, mais difficile à définir.

Il est des évidences concernant cet objet indéfinissable. Le temps passe vite en bonne compagnie et s'étire quand on s'ennuie ; le temps d'avant est assimilé au « bon vieux temps », car le cerveau agit comme un filtre positif qui estompe les souvenirs des événements négatifs ; le temps semble se contracter quand on est très occupé, etc. Personne ne les remet en question. Mais il est aussi des évidences contestées. Non pas par quelque sceptique qui ferait profession de remettre en cause tout ce qu'on tient pour avéré, mais par les scientifiques eux-mêmes. Ainsi en va-t-il précisément de la notion même de temps qui, malgré la perception intuitive que nous en avons, ne serait qu'une illusion.

La relativité a condamné le temps.

Les physiciens le considèrent comme une grandeur *ad hoc* qui fut très utile à la physique newtonienne, pertinente dans notre environnement proche. Mais, dès 1915, la théorie de la relativité d'Einstein a condamné le temps... et nous n'en avons pas encore bien pris conscience. Pour certains, le temps n'existe pas. Il ne serait qu'une propriété émergente des ingrédients élémentaires du monde, tout comme la matière est solide bien qu'elle soit constituée d'atomes qui ne sont essentiellement que... du vide.

Le temps a un statut particulier par son omniprésence en physique, biologie, psychologie, ethnologie, musique, chacun en donnant sa propre définition. Cette multitude de temps renforce l'idée que l'on est incapable d'en donner une définition universelle. Mais ce flou est fécond, tant en sciences par les recherches qu'il suscite, qu'en littérature : de *À la recherche du temps perdu* de Marcel Proust au *Temps du mépris* d'André Malraux, le temps inspire les écrivains et les poètes qui chantent la fuite du temps. Aujourd'hui, nous sommes confrontés à une accélération de cette fuite du temps due à l'excès d'informations, d'images, de courriers électroniques, d'appels téléphoniques qui nous assaillent. Nous n'avons plus le temps... Mais qu'importe puisqu'il n'existe plus !

1 **ÉDITO**4 **BLOC-NOTES**

Didier Nordon

Actualités

6 **Le masque équestre de Crosby Garrett**6 **Détecter la maladie de Parkinson avant l'apparition des symptômes**8 **Le coucou joue la montre**10 **Un superamas de galaxies dans le fond diffus**12 **Les prix Nobel 2010 ... et bien d'autres sujets.**14 **ON EN REPARLE**

Opinions

18 **POINT DE VUE**
Pour une approche moins restrictive de la biodiversité
Guillaume Lecointre19 **ÉCONOMIE**
Perversités bancaires
Ivar Ekeland20 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
Réduire la pollution par les médicaments
Jean-Marie Haguenoer22 **COURRIER DES LECTEURS**24 **VRAI OU FAUX**
Les hommes ont-ils de la cellulite ?
Bénédicte Salthun-Lassalle26 **REPÉRAGE**
Les jalons du temps

Le temps

Est-il une illusion ?

28 **PHILOSOPHIE**
L'instant présent unique, mais banal

Étienne Klein

34 **PHYSIQUE THÉORIQUE**
Le temps est-il une illusion ?

Craig Callender

42 **PHYSIQUE THÉORIQUE**
La disparition du temps en relativité

Marc Lachièze-Rey

50 **PHYSIQUE THÉORIQUE**
S'affranchir du temps

Carlo Rovelli

56 **PHYSIQUE**
Le paradoxe de l'irréversibilité

Roger Balian

64 **PHYSIQUE DES PARTICULES**
Du sens du temps à la violation de la symétrie CP

Marie-Hélène Schune

72 **PHYSIQUE**
Mesurer le temps avec des atomes

Christophe Salomon

84 **LOGIQUE** Les paradoxes temporels

Philippe Boulanger

88 **PHYSIQUE THÉORIQUE** Peut-on créer une machine à remonter le temps ?

Paul Davies

94 **COSMOLOGIE** L'Univers aux limites de l'éternité

Alain Riazuelo

102 **BIOLOGIE** Les horloges de l'évolution

Emmanuel Douzery et Frédéric Delsuc

108 **BIOLOGIE MOLÉCULAIRE** Au rythme du jour et des saisons

P. Bourgin, É. Challet,
M.-P. Felder-Schmittbuhl et V. Simonneaux

116 **NEUROBIOLOGIE** Une horloge dans le cerveau

V. Pouthas, L. Casini et F. Vidal

122 **NEUROSCIENCES** Souvenirs et émotions façonnés par le temps

Marion Noughlani

128 **ETHNOLOGIE** Le temps, d'une culture à l'autre

Éric Navet

136 **ARCHÉOLOGIE** Le temps double de l'Égypte ancienne

Jan Assmann

Regards

142 **HISTOIRE DES SCIENCES** La mission jésuite en Chine : tempêtes, science et politique

Isaia Iannaccone

Au XVI^e siècle, le jésuite italien Matteo Ricci et 13 confrères embarquaient pour la Chine. S'ils ne convertirent pas les Chinois au christianisme, ils leur transmittent de nombreux savoirs occidentaux en astronomie, mathématiques et géographie.

146 **LOGIQUE & CALCUL** L'ensemble de tous les ensembles

Jean-Paul Delahaye

L'ensemble de tous les ensembles est généralement considéré comme un concept contradictoire. Il s'agit là d'une erreur, parmi les plus répandues au sujet des ensembles, que les logiciens dénoncent.

152 **ART & SCIENCE** Le Maître des jeans

Loïc Mangin

154 **IDÉES DE PHYSIQUE** Les hologrammes, du vrai 3D

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

157 **SCIENCE & GASTRONOMIE** Ces recettes parfois superflues

Hervé This

158 **À LIRE**

Rendez-vous sur **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

Sur la totalité des numéros :
deux encarts d'abonnement pages 24 et 25.
Encarts commande de livres et abonnement pages 136 et 137.
Encarts jetés La salamandre et encarts jetés Universalis
En couverture : © Shutterstock

→ DOPAGE PROFESSIONNEL

L'alchimie en a rêvé, les jeux Olympiques l'ont fait. Quand un vainqueur est déclassé pour dopage, les suivants voient se transmuter le métal de leur médaille : l'argent devient or, le bronze devient argent, l'accessit devient bronze.

En sport, les vrais perdants ne sont pas ceux à qui la coupe échappe, mais ceux qu'on bannit. Soit, comme jadis, pour professionnalisme. Soit, comme maintenant, pour dopage.

D'une époque à l'autre, demeure l'hypocrisie. La plupart des amateurs de haut niveau, jadis, exerçaient une profession plus ou moins fictive et étaient sportifs à temps plein. Pour donner du crédit à la fable de l'amateurisme, on débutsait de temps en temps un amateur qui avait gagné de l'argent au moyen de son sport, on faisait semblant de croire qu'il était seul en son genre, et on l'accablait du nom de tricheur. Aujourd'hui, l'hypocrisie porte sur le dopage. On fait semblant de croire que les sportifs sont « propres ». Pour donner du crédit à cette fable, on débutsait de temps en temps un sportif positif, et on l'accablait du nom de tricheur.

L'hypocrisie perdure parce qu'elle aide le sport à se sortir d'une contradiction. Le sport est un combat, donc doit être cruel. Mais c'est un combat qui se prétend policé. Il ne va pas jusqu'au bout. On ne met pas à mort ceux qui ont perdu, on ne pille pas leurs biens. C'est contre ceux qui sont pris que trouve à s'assouvir l'éternelle cruauté humaine : jadis, faux amateurs ; aujourd'hui, dopés. La maxime

« Malheur aux vaincus ! » garde ainsi son actualité.

→ DIALECTIQUE MOLÉCULAIRE

Pour être commercialisé avec succès, un produit (disons un cosmétique) doit contenir une molécule miracle.

Imaginons, par exemple, un emballage annonçant : « Contient de l'arkaben. » Sauf erreur, il n'existe rien portant ce nom-là. On ne risque donc pas de se voir contredire si on prête à l'arkaben des vertus miraculeuses : personne ne peut faire d'expérience montrant qu'il ne les a pas. Personne non plus ne peut prouver que le produit ne contient pas d'arkaben. L'expressivité du terme [mélange d'exotisme, avec son *k*, et de sérieux chimique, avec sa finale en *ben* comme paraben] et la force de conviction émanant du texte sur l'emballage assureront le succès du produit. Inventer une molécule nouvelle et efficace est difficile, mais rédiger un texte dithyrambique pour vanter les mérites d'une molécule inexistante est facile (ce qui prouve au passage que la littérature est la plus simple de toutes les activités).

Au bout de quelques années, inévitablement, des rumeurs naîtront sur la nocivité de l'arkaben ; la presse mentionnera une étude scientifique ayant établi un lien possible entre cette molécule et telle forme de cancer ; les autorités se feront rassurantes et affirmeront qu'il faut attendre des études plus poussées. Le fabricant, lui, n'attendra pas. Sans rien

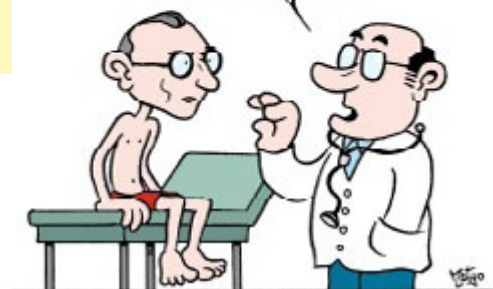
changer à la composition de son produit, mais en lui donnant un nouveau nom, il fera imprimer sur l'emballage, en grosses lettres : « Garanti sans arkaben. » Et le public se précipitera pour l'acheter.

→ QUEL SAVOIR-MOURIR !

La moindre des choses, quand on a du savoir-vivre, est de le conserver jusqu'à la mort. En l'occurrence, le savoir-vivre consiste à faire tout son possible pour atténuer le chagrin des proches. Voici, à titre de suggestions, cinq façons de s'y prendre. Drôles ou instructives, elles ont de quoi distraire les proches endeuillés.

Craignant de se faire empoisonner, le logicien Gödel s'abstint de toute nourriture et mourut d'inanition.

Il faut que vous compreniez une chose, monsieur Gödel. Au niveau nutritif, l'ensemble vide est un poison mortel.



L'empereur chinois Xianzong (IX^e siècle) s'attacha à la recherche de drogues d'immortalité ; sa mort est attribuée aux conséquences des substances qu'il absorba dans cette perspective (voir *Spectacles curieux d'aujourd'hui et d'autrefois*, Pléiade, note 1, p. 113).

Le philosophe Chrysippe de Tarse « mourut, à la lettre, de rire en voyant un âne manger des figues dans un bassin d'argent » (Victor Hugo, *L'Art et la science*, IV).

Le mathématicien Chasles mourut étouffé par de la guimauve – à moins que ce ne soit d'indigestion pour en avoir trop mangé (les versions diffèrent).

Toi, tu vas te prendre un contrôle anti-dopage, ça va pas traîner !!



Citons enfin Stendhal, mû par une ironie vengeresse contre les savants : « Le célèbre Legendre, géomètre de premier ordre, recevant la croix de la Légion d'honneur, l'attacha à son habit, se regarda au miroir et sauta de joie. L'appartement était bas ; sa tête heurta le plafond, il tomba à moitié assommé. Digne mort c'eût été pour ce successeur d'Archimède ! » (*Vie de Henry Brulard*, chap. 24).

→ GÉNÉRALITÉS :

ATTENTION AUX EXCÈS !

Quand j'énonce une généralité, je parle de ce que je ne connais pas. Par exemple, si je dis (généralité scientifique) : « Lorsqu'on lâche une pierre, elle tombe », je n'ai pas assisté aux milliards et milliards de fois où des gens ont lâché, lâchent, lâcheront, une pierre. Je prétends pourtant savoir à quoi leur geste mène. De même, si je dis (généralité philosophique) : « L'homme naît bon, la société le pervertit », j'affirme ce qu'il en est d'hommes que je n'ai jamais vus.

Quand j'énonce une généralité, je révèle les limites de mon imagination : à force de voir les pierres tomber, je n'imagine plus qu'elles puissent ne pas le faire ; attendri par les bébés, je n'imagine pas que le mal soit déjà en eux. Dans le premier cas, mon défaut d'imagination ne restreint pas ma prise sur la réalité. (Sur Terre, du moins : peut-être existe-t-il, aux confins de l'Univers, un astre où les lois de la physique sont autres et où les pierres lévitent.) Dans le second cas, il est vraisemblable, au contraire, que mon imagination insuffisante me joue un tour. La généralité qu'elle m'amène à énoncer est douteuse, et n'aide ni à agir ni à comprendre.

Les généralités philosophiques sont souvent contestables, parce qu'elles semblent dictées par le manque d'imagination de leur auteur. Les généralités scientifiques sont moins sujettes à cette limitation. Si bien que la science pourrait être caractérisée comme un domaine où parler de ce qu'on ne connaît pas est légitime. ■

