

POUR LA

SCIENCE

Septembre 2013 - n° 431

www.pourlascience.fr

Édition française de Scientific American

Étranges neutrinos

Expliquent-ils pourquoi l'antimatière a disparu ?

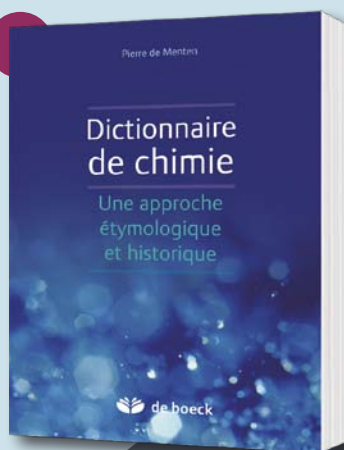
DOSSIER

L'université sur Internet

Les meilleurs cours accessibles à tous et partout dans le monde



Nouveauté



DICTIONNAIRE DE CHIMIE

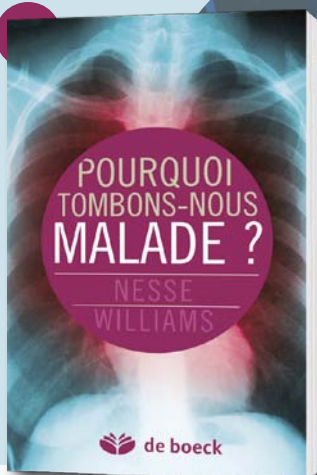
Une approche étymologique et historique

Pierre de Menten de Horne

Septembre 2013 • 400 p. • 34 €

■ Un dictionnaire de plus de 1500 entrées, destiné à apporter des compléments étymologiques et historiques aux notions de base en chimie. Il intéressera l'étudiant ou l'enseignant en chimie ou en histoire des sciences ainsi que tout curieux des sciences. Illustrations, synonymes, traduction en allemand et en anglais.

Nouveauté



POURQUOI TOMBONS-NOUS MALADE ?

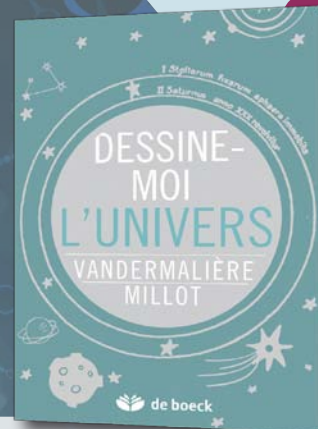
Randolph M. Nesse, George C. Williams

Traduction de Maude Bernardet

Septembre 2013 • 302 p. • 29 €

■ Savoir comment nos lointains ancêtres ont vécu et ce qu'ils ont affronté nous permet de comprendre les faiblesses de nos corps et nos mécanismes de défenses actuels.

Nouveauté



DESSINE-MOI L'UNIVERS

Cédric Millot, Julien Vandermarlière

Septembre 2013 • env. 100 p. • 15 €

■ Comment les hommes se sont-ils représenté l'Univers à travers les âges ? Ce livre expose de façon simple et claire les mécanismes qui ont permis à la pensée scientifique de naître et d'évoluer de l'antiquité à nos jours.

LA RENTRÉE DES SCIENCES

Nouveauté



CONCEVOIR ET RÉALISER DES EXPÉRIENCES DE PHYSIQUE

Initiation à la recherche. Application aux TIPE, TPE et MPS.

Projets L1 et L2

François Petit-Gosgnach

Avril 2013 • 320 p. • 37 €

■ Cet ouvrage unique présente un grand nombre de matériel et matériaux courants, de système de mesure, d'outillage, de **techniques de confection et de lois physiques** permettant de **concevoir ses propres** expériences dans un simple laboratoire de physique de lycée, voire de collège.

Public : élèves et étudiants scientifiques de bac-2 à bac+2, prépas scientifiques toutes filières, enseignants.

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 H.S. Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Cerveau & Psycho

Rédactrice en chef : Françoise Pétry

Rédacteur : Sébastien Bohler

L'Essentiel Cerveau & Psycho H.S.

Rédactrice : Bénédicte Salthun-Lassalle

Directrice artistique : Céline Lapert

Secrétariat de rédaction/Maquette : Sylvie Sobelman,
Pauline Bilbault, Raphaël Queruel, Ingrid Leroy, Caroline Vanhoove

Site Internet : Philippe Ribeau-Gésippe

Marketing : Élise Abib et Ophélie Maillet assistées de Anaïs Grelet

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 :

Matthieu Berthomier, Jean-Paul Billon-Bruyat, Arezki Boudaoud,
Frank Cézilly, Marceau Felden, René Garcia, Olivier Hamant,
Peter Kappeler, Gilles Lafargue, Anne Masé, Laurence Perotto,
Christophe Pichon, Alain Riazuelo, Daniel Tacquenot,
Bernard Thierry, Pascale Thiollier-Dumartin, Daniel Vignaud

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

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.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor in chief : Mariette DiChristina. Editors :
Fred Guterl, Ricky Rusting, Philip Yam, Mark Fischetti, Christine Gor-
man, Anna Kuchment, Michael Moyer, Gary Stix, Kate Wong. Pres-
ident : Steven Inchcombe. 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. », 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de tra-
duction, 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 autori-
sation de l'éditeur ou du Centre français de
l'exploitation du droit de copie [20, rue des
Grands-Augustins - 75006 Paris].



Messagers discrets

Hermès, pour les Grecs, Mercure pour les Romains, était le messager des dieux de l'Olympe. Équipé de chaussures et d'un casque ailés, c'était un messager rapide et efficace. Mais il était chargé de bien d'autres missions. Dieu des voyageurs, il était aussi celui du commerce et des profits licites (et illicites). C'était le dieu de l'éloquence, cherchant à lever par des paroles convaincantes les hésitations de l'acheteur réticent.

Les neutrinos sont des messagers d'un type bien différent, mais ils ont en commun avec Hermès d'être rapides, insaisissables et efficaces : ils apportent aux physiciens des informations sur l'Univers. Particules quasi dépourvues de masse, les neutrinos traversent la matière sans interagir – ou presque – avec elle. Et ce n'est pas leur unique propriété surprenante. Par exemple, ils changent très souvent de « saveur », c'est-à-dire de nature ; les neutrinos et leurs antiparticules, les antineutrinos, ne représenteraient qu'une seule et même particule ; et les neutrinos joueraient un rôle dans la prédominance de la matière sur l'antimatière dans notre monde (voir *Les neutrinos, messagers de l'inconnu*, page 20).

Les neutrinos joueraient un rôle dans la prédominance de la matière sur l'antimatière.

Les enseignants sont aussi des messagers : ils transmettent leurs connaissances à leurs élèves. Dans les amphithéâtres classiques, l'interaction est directe. Mais les amphithéâtres virtuels se multiplient sur Internet, offrant aux étudiants du monde entier, gratuitement ou à des coûts réduits, les cours de professeurs des universités les plus prestigieuses. Les messagers virtuels du savoir ont de plus en plus de succès, notamment dans les régions où l'accès à l'université est difficile (voir le *Dossier : Universités en ligne*, page 33).

Enfin, Hermès pouvait aussi endormir autrui au moyen d'une baguette avec laquelle il « assoupissait les yeux des mortels ». Ce faisant, il agissait sur le fonctionnement de leur cerveau. La tradition mythologique ne précise pas s'il modifiait ou non cet état étonnant que représente le cerveau au repos. Quand on ne pense à rien, que l'esprit vagabonde, l'activité est intense dans diverses aires cérébrales (voir *Quand l'esprit vagabonde*, page 58). Les signaux émis par le cerveau et recueillis notamment par les méthodes d'imagerie sont des messagers permettant de mieux comprendre pourquoi le cerveau « travaille » tant... quand nous ne faisons rien. ■

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

Actualités

- 6 **Le fond diffus cosmologique révèle ses modes *B***
8 **Pandoravirus : un record de taille**
11 **La monogamie, source de disputes... scientifiques !**
12 **Les singes et la madeleine de Proust**



... et bien d'autres sujets.

Opinions

- 14 **POINT DE VUE**
Surtraitements des cancers : la face cachée du dépistage
Cyrille Delpierre et Pascale Grosclaude
15 **DÉVELOPPEMENT DURABLE**
Matières premières minérales : l'or noir du XXI^e siècle ?
Bruno Goffé et Olivier Vidal
18 **VRAI OU FAUX**
Le chocolat est-il bon pour la santé ?
Christine Morand



Ce numéro comporte deux encarts d'abonnement *Pour la Science* brochés sur la totalité du tirage, un encart Éditions Faton et un encart *La Logique* à poser sur la totalité de la diffusion abonnés. En couverture : © Vault49

À LA UNE

20

PHYSIQUE DES PARTICULES

Les neutrinos, messagers de l'inconnu

Martin Hirsch, Heinrich Päs et Werner Porod

Les neutrinos sont des particules si étranges qu'ils devraient bientôt nous conduire à des domaines inexplorés de la physique.

28

PALÉONTOLOGIE

L'amour chez les dinosaures

Brian Switek

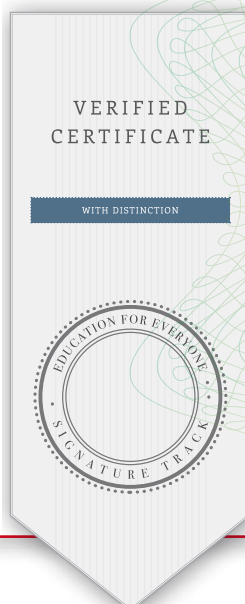
Comment les dinosaures s'accouplaient-ils ? Cette question, longtemps restée une énigme complète, commence à être étudiée scientifiquement.

33 DOSSIER

SCIENCES SOCIALES

Universités en ligne, une révolution dans le monde de l'enseignement

Des universités et d'autres structures mettent à la disposition des internautes du monde entier des cours complets et gratuits, en toutes disciplines et à des niveaux variés. Ces innovations pourraient transformer radicalement le système éducatif à l'échelle du globe.



50 **BIOLOGIE MOLÉCULAIRE** Le nouveau visage des ARN

Brice Felden

Les ARN sont des molécules surtout connues comme intermédiaires dans la fabrication des protéines. Pourtant, ils exercent nombre d'autres tâches. Certains se révèlent même multifonctionnels.



58 **NEUROBIOLOGIE** Quand l'esprit vagabonde

Michael Corballis

L'homme ne vit pas seulement dans le présent : il peut se projeter dans le passé ou le futur, mais aussi dans l'esprit d'autrui. Cette capacité a peut-être favorisé l'avènement du langage.

64 **CLIMATOLOGIE** Les rivières atmosphériques

Michael Dettinger et Lynn Ingram

D'énormes flots de vapeur dans l'atmosphère, surnommés rivières atmosphériques, entraînent parfois des inondations exceptionnelles. Avec le changement climatique, ces événements pourraient se multiplier.

34 Des formations gratuites en accès libre sur Internet

Jean-Marie Gilliot

42 Cours en ligne pour étudiants du monde entier

Jeffrey Bartholet

48 Les étudiants sont-ils satisfaits des cours sur le Web ?

Jeffrey Bartholet

Regards

72 **HISTOIRE DES SCIENCES** Après Darwin vint... Hennig

Guillaume Lecoindre

Dans les années 1950-1960, l'entomologiste allemand Willi Hennig a bouleversé la façon de classer le vivant.

78 **LOGIQUE & CALCUL** Au-delà de la loi de Moore ?

Jean-Paul Delahaye

La loi de Moore est un cas de loi exponentielle empirique. Certains pensent que des lois de ce type déterminent notre avenir et sont une clef pour comprendre le passé.

84 **SCIENCE & FICTION**

Des sauteurs hors compétition

J. Sébastien Steyer et Roland Lehoucq

86 **ART & SCIENCE**

L'Iliade, une œuvre un peu datée

Loïc Mangin

88 **IDÉES DE PHYSIQUE**

Le chat contorsionniste

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**

Des viandes généralisées

Hervé This

94 **À LIRE**

Nouveautés numériques

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale

■ L'application *Pour la Science*

Retrouvez dès leurs sorties *Pour la Science* + son hors-série Dossier *Pour la Science* en version numérique optimisée.

■ Les Petits Thématiques

Des feuillets numériques fiables et pratiques sur l'actualité scientifique.

■ www.SciLogs.fr

La première plateforme de blogs scientifiques francophones.



→ BONHEUR ET STATISTIQUES

Sous les chiffres (statistiques sociales ou données économiques), il y a toujours des mots : ceux qui définissent les entités mesurées par ces chiffres. Sous les mots, il n'y a pas toujours de chiffres. Les Français ont-ils été moins heureux sous Mitterrand que sous Félix Faure ? Sont-ils aujourd'hui plus heureux que les Japonais ? Cela ne se chiffre pas.

Certains chercheurs mesurent les degrés de paix, de liberté, d'éducation, de qualité de vie, etc., qui règnent dans un pays, et en déduisent une évaluation chiffrée de ce qu'ils nomment le bonheur global du pays. Mais cela dit peu de choses sur le bonheur des habitants. Le sens commun le sait : on peut avoir tout pour être heureux et ne pas l'être, on peut affronter l'adversité et ne pas être malheureux. Le bonheur d'un individu dépend de son sentiment d'avoir, ou non, trouvé sa place en ce monde. Cette question intime, métaphysique, échappe à la notion de bonheur global du pays.

Elle échappe aussi aux enquêtes demandant aux gens de se situer sur une échelle du bonheur allant de 0 à 10. Aucune graduation ne correspond à cette remarque de Tolstoï : « Éternelle erreur de ceux qui croient trouver le bonheur dans l'accomplissement de tous leurs vœux » (*Anna Karénine*, 1877). Aucune graduation ne rend compte de cette expérience de Jules Renard : « J'ai connu le bonheur, mais ce n'est pas ce qui m'a rendu le plus heureux » (*Journal*, 1895). Que ces propos soient paradoxaux, donc impossibles à situer sur une échelle, ne les disqualifie pas, au contraire. Le bonheur, sentiment plein d'ambivalences, est un



mystère individuel. Ne le violentons pas à coups de traitements statistiques.

→ LE FLUX ET LE... REFUS

Pour avoir prononcé le mot race devant une lycéenne, je me suis fait reprendre. L'emploi de ce mot révélait ma croyance en l'existence des races humaines. Or il n'y a qu'un pas de cette croyance au racisme. Donc je n'aurais jamais dû parler de race. Pour ma défense, j'ai fait observer que nul ne peut prétendre que l'humanité soit d'une parfaite homogénéité. Alors, comment désigner les divers groupes humains ? Le mot correct, ai-je appris, est *ethnie*.

Quelle nouvelle prometteuse ! Quand j'avais l'âge de la lycéenne, le mot *ethnie* était fréquent dans le langage courant. Et il véhiculait des préjugés. Alors, on a mis en garde contre ce mot, et le langage courant, peu soucieux de précision, l'a remplacé par *race*. On constate aujourd'hui – qui l'eût cru ? – que ce mot s'accompagne de préjugés, et que ces préjugés raciaux ressemblent aux préjugés ethniques d'hier.

Faire et défaire, c'est toujours travailler, dit le proverbe. J'ai bien peur que, en l'occurrence, faire et défaire, ce soit tout simplement ne rien faire.

→ PRÉVISIONS DÉJOUÉES

« De toute la politique, il n'y a qu'une chose que je comprenne, c'est l'émeute », écrivait Flaubert (*Lettre à Louise Colet*, 1846). Cela revenait à dire que l'absence d'émeute est incompréhensible. Et de fait : à peu près partout et tout le temps, il y a tant d'injustices, tant d'oppression, tant de tromperies des dirigeants, tant de raisons de se soulever contre l'ordre en place ! Tout laisse toujours prévoir une explosion sociale imminente.

Cette prévision, pourtant, se réalise rarement. Toutes les conditions incitant

à la révolte semblent réunies, et celle-ci ne se produit pas. Du coup, lorsque des troubles éclatent effectivement, on est pris au dépourvu. À force de s'y attendre, on avait fini par ne plus s'y attendre.

Il y a, en logique, le paradoxe de l'examen surprise. Il y a, en politique, le paradoxe de l'émeute surprise.



→ BAISER MATHÉMATIQUE

J.-J. Rousseau s'étant montré malade avec une courtisane vénitienne, celle-ci lui conseilla de s'occuper plutôt de mathématiques (*Confessions*). Déjà à l'époque, les mathématiques passaient pour ennemies de la sensualité !

C'est mal les connaître, comme en atteste leur emploi du mot « osculateur ». Le cercle osculateur à une courbe en un point est celui qui, parmi tous les cercles tangents à la courbe, a, avec elle, le contact le plus étroit. Or l'adjectif osculateur dérive du substantif latin *osculatio*, le baiser, lui-même dérivé du latin *os*, la bouche.

Cela a fait sourire Louis Sébastien Mercier (1740-1814). À l'article « Baiser » de son dictionnaire *Néologie*, il se demande « ce que c'est que baiser », et il répond en citant un mathématicien qu'il qualifie de « très connu » : « C'est approcher jusqu'au point de contact deux courbes qui ont la même courbure. » Mercier ajoute un commentaire égrillard, mais ne précise pas qui était ce mathématicien. La chronologie exclut Leibniz (1646-1716). C'est pourtant à lui qu'on attri-

bue la distinction entre les cercles touchant (en latin *tangente*) une courbe donnée et le cercle baisant (en latin *osculante*) celle-ci.

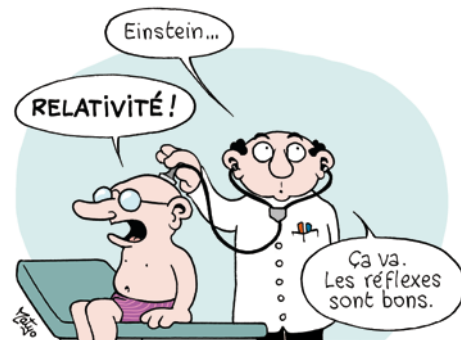
Pourquoi tant de gens détestent-ils les mathématiques, alors qu'elles éclairent un sujet qui les « touche » tous de près ?

→ INACCESSIBLE ESSENTIEL

De la psychologie aux mathématiques, de l'économie à la physique, etc., les œuvres essentielles, c'est-à-dire indispensables pour comprendre le monde, abondent. Elles sont si nombreuses, qu'un individu ne peut en connaître à fond qu'une part infime. Les autres, il est contraint de

les réduire à un terme plus ou moins vague : Einstein et relativité, Gödel et incomplétude, Derrida et déconstruction, Popper et falsifiabilité, Foucault et archéologie, Lévi-Strauss et structuralisme, etc. Quant au monde, personne ne le comprend, évidemment.

L'essentiel est une denrée banale. Y atteindre ne donne donc aucune supériorité inexpugnable et ne met pas à l'abri de coups venus d'ailleurs. Celui qui ne conçoit pas que sa démarche peut être sapée par une autre a une attitude réductrice. C'est le cas d'un philosophe s'il pense que seuls des philosophes sont compétents pour le critiquer, et s'il n'imagine pas que ses travaux peuvent être réfutés par une découverte scientifique. C'est le cas d'un scientifique s'il n'admet pas que la science peut être



interpellée par la philosophie ou par une contestation venue de la société, etc.

Le monde est hétéroclite, tout interagit avec tout, dans une pagaille dont aucune démarche ne sort indemne. Même quand on atteint l'essentiel, on laisse échapper l'essentiel. ■



Partagez les savoirs

LES RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

CONFÉRENCES

Lundi 16 septembre — 18h : Insectes et mimétisme
M. Joron, chercheur au CNRS, dépt. Systématique et Évolution, Muséum

Lundi 30 septembre — 18h : Voyage au pays des succulentes
D. Larpin, botaniste, Muséum

UN CHERCHEUR / UN LIVRE

Lundi 23 septembre — 18h : La vénus hottentote, entre Barnum et Muséum
C. Blanckaert, Historien des sciences, dépt. Hommes, natures et sociétés, Muséum – CNRS

FILMS

Séance « Art & Science »

Samedi 28 septembre — 15h30 : La préhistoire du cinéma
(où l'art paléolithique comme première forme de narration graphique)
M. Azéma, spécialiste de l'art pariétal

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 29 septembre — 15h : Entomologiste, F. Legendre

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire

COURS PUBLICS

Évolution animale et humaine : de l'Histoire à l'actualité des sciences
1^{re} session par A. Langaney, Professeur au Muséum.

Jeudi 19 septembre — 18h
De la Création à l'Évolution : l'invention de la biologie

Jeudi 26 septembre — 18h
L'Évolution détournée : par le plaisir, puis par les humains

Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier

Au Jardin des Plantes

Détails sur jardindesplantes.net, dans "l'agenda du jardin"

