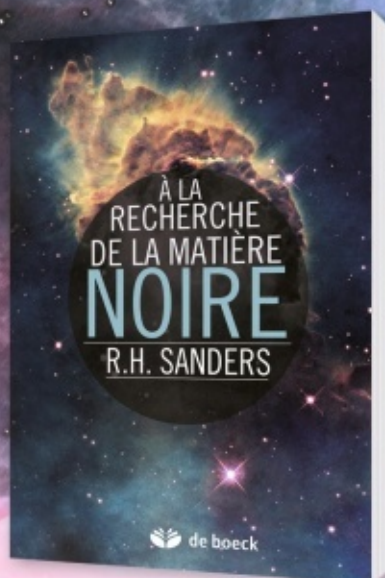
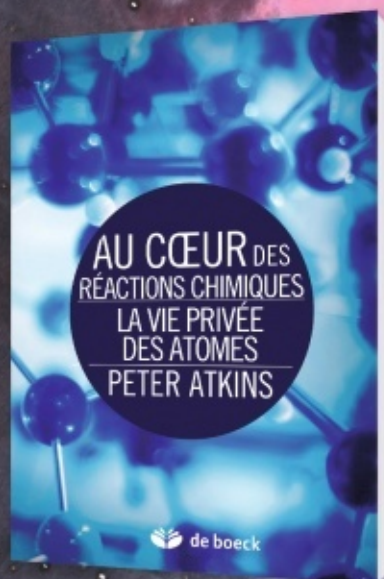


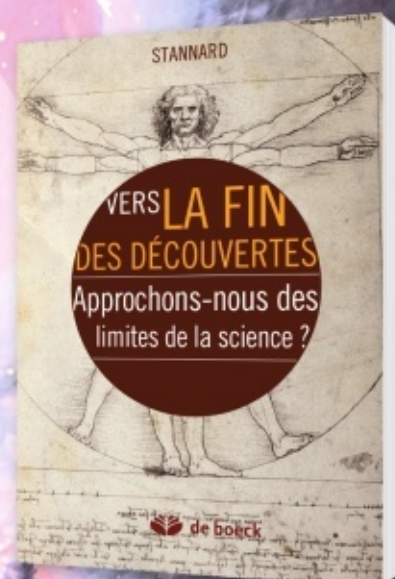
À LA RECHERCHE DE
LA MATIÈRE NOIRE



APPROCHONS-NOUS
DES LIMITES DE
LA SCIENCE ?



AU CŒUR DE L'UNIVERS



LA VIE PRIVÉE
DES ATOMES



DÉCOUVRONS
L'UNIVERS !

8 rue Férou, 75278 PARIS CEDEX 06
Standard : Tel. 01 55 42 84 00

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 Tacquenot,
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 : Romain Amiot,
Daisy Bonnard, Antoine Browaey, Françoise Combes,
Cécile Fourrage, Sophie Gallé-Soas, Édouard Gentaz,
Hubert Guimet, Laurent Keller, Frédéric Nowacki,
Frédéric Parrenin, Gilles Peltier, Christophe Pichon,
Daniel Tacquenot, Richard Taillet.

PUBLICITÉ France

Directeur de la Publicité : Jean-François Guillotin
(j.f.guillotin@pourlascience.fr), assisté de Nada Mellouk-Raja
Tél. : 01 55 42 84 28 • 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 Rus-
ting, 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 conte-
nus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific Ameri-
can », 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'adop-
tation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom
commercial « Scientific American » sont la propriété de Scien-
tific 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 repro-
duire 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).



de **Françoise Pétry** directrice de la rédaction

Succès médiatisés

La science a été à l'honneur cet été dans les médias. D'abord, ce fut la confirmation de l'existence du boson de Higgs. Puis le robot *Curiosity* s'est posé sur Mars après un périple interplanétaire d'un peu plus de huit mois. Les résultats scientifiques ont rarement un tel écho. Est-ce en raison de la relative accalmie des informations politiques, économiques et sociales due à la trêve estivale ? Est-ce parce que l'exploration spatiale, et notamment la recherche de traces de vie sur la planète rouge, fait rêver tout un chacun ? Quant au succès du boson de Higgs, est-il dû au soulagement qui a accompagné sa découverte ?

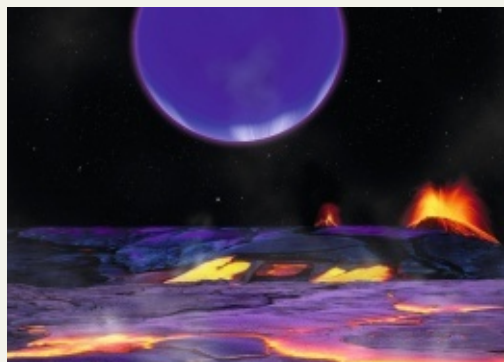
Si l'on comprend facilement l'un des principaux enjeux de *Curiosity*, le sens de la découverte du boson de Higgs est sans doute plus sibyllin pour le non-physicien. Cette particule, prévue par la théorie du « modèle standard », confère leur masse aux autres particules élémentaires. Et face aux difficultés que représente l'explication des concepts scientifiques complexes, quoi de plus efficace qu'une métaphore ? Celle d'un

Quoi de plus efficace qu'une métaphore ?

personnage se déplaçant sur un champ de neige est particulièrement élégante : avec des skis qui glissent sans frottements, le skieur n'interagit pas avec la neige, ce qui correspondrait à une particule sans masse (c'est le cas du photon) ; quand le personnage porte des raquettes, l'interaction augmente, et c'est comme s'il acquerrait une faible masse (l'électron). La masse augmente encore quand l'interaction se renforce, ce qui est le cas si le sujet n'a que ses chaussures aux pieds.

L'effervescence de la découverte retombée, se pose la question : le boson de Higgs, et après ? Le boson existe, ou comme préfèrent le dire les physiciens, le boson existerait avec un degré de confiance de... 99,9999 pour cent. Étape indispensable pour valider la théorie du modèle standard, mais étape seulement, même si elle a demandé beaucoup de temps, de compétences, d'énergie et de capitaux. Maintenant, en étudiant le boson découvert, les physiciens espèrent répondre à d'autres questions ouvertes liées à la supersymétrie, la matière noire, ou l'antimatière, ce qui leur permettra d'écrire une nouvelle physique, dite au-delà du modèle standard (voir le dossier page 22).

En physique des particules, comme dans tous les domaines scientifiques, une réponse à une question autorise seulement de progresser d'une case dans le champ des questions ouvertes. Encore faut-il savoir si l'on avance avec des skis bien frottés, des raquettes ou... pieds nus !

1 **ÉDITO**4 **BLOC-NOTES***Didier Nordon***Actualités**6 **Des cellules souches dans les tumeurs**8 **Des exoplanètes si proches et si différentes**9 **Aux sources des points chauds**12 **Une vallée sous la glace en Antarctique**

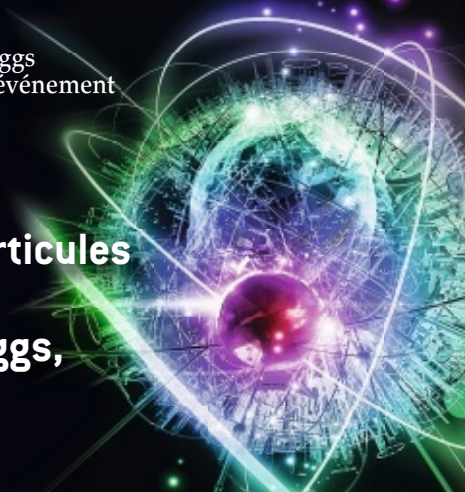
... et bien d'autres sujets.

14 **ON EN REPARLE****Opinions**16 **POINT DE VUE****La Réunion : une chasse aux requins inutile***Antonin Blaison*17 **DÉVELOPPEMENT DURABLE****Vers un ciment durable : partir de l'échelle atomique***Roland Pellenq*20 **COURRIER DES LECTEURS**21 **VRAI OU FAUX****Les cigarettes *light* sont-elles moins toxiques ?***Guillaume Jacquemont*

Ce numéro comporte un encart des Editions Faton posé en 4^{ème} de couverture de l'édition abonnés France, deux encarts d'abonnement *Pour la Science* brochés sur la totalité du tirage et une offre spéciale étudiant en p. 91.
En couverture : © Kenn Brown/Mondolith Studios

À LA UNE**DOSSIER****La saga du boson de Higgs**

Particule prédite par les théoriciens il y a un demi-siècle, le boson de Higgs a enfin été découvert. Pourquoi cet événement est-il si important et qu'augure-t-il pour la physique des particules ? Réponses dans ce dossier.

22 Cent ans de particules*Jeremy Bernstein***30 Le boson de Higgs, et après ?***John Ellis***36 BIOLOGIE MARINE**
Les salpes, reines du plancton marin*Jean-Claude Braconnot*

Les salpes, une des formes les plus abondantes de plancton animal, filtrent l'eau de mer à une vitesse remarquable. Cette propriété leur confère un rôle important dans le fonctionnement du milieu marin.

**44 TECHNOLOGIE SPATIALE**
L'astronomie en ballon*Françoise Delcelier-Douchin*

L'arsenal des astronomes ne se limite pas aux télescopes terrestres et spatiaux. Les ballons stratosphériques permettent aussi de réaliser des observations précises.

52 **PALÉONTOLOGIE** Les dinosaures du continent perdu

Scott Sampson

Des faunes distinctes de dinosaures semblent avoir vécu sur l'ancien continent de Laramidia, en Amérique du Nord. Comment ont-elles coexisté sans se mélanger ? Et comment une terre aussi petite a-t-elle pu nourrir autant d'espèces de grande taille ?



60 **ÉNERGIE** Microalgues : les carburants du futur ?

Philip Pienkos, Lieve Laurens et Andy Aden

Les algues microscopiques pourraient fournir presque autant de biocarburants que les plantes terrestres. Il reste à les rendre compétitives avec les carburants fossiles.



68 **PSYCHOLOGIE SOCIALE** Les cinq piliers de l'entraide

Martin Nowak

La coopération est répandue dans le monde animal. Elle se serait imposée grâce à cinq stratégies distinctes que peuvent adopter les individus.

Regards

74 **HISTOIRE DES SCIENCES**

La formule secrète du bleu outremer

Bernard Valeur

Le prix du bleu outremer dépassait celui de l'or jusqu'à ce qu'on en fasse la synthèse en 1826. L'origine exacte de cette superbe couleur bleue ne fut comprise qu'en 1970.

80 **LOGIQUE & CALCUL**

Les plaisirs du rectangle

Jean-Paul Delahaye

Trois mille ans de géométrie n'ont pas épuisé tout ce qu'un mathématicien peut dire de l'élémentaire figure géométrique du rectangle.

86 **ART & SCIENCE**

La table qui se prenait pour un manuel de géologie

Loïc Mangin

88 **IDÉES DE PHYSIQUE**

Le propulseur électromagnétique

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik

93 **SCIENCE & GASTRONOMIE**

De l'usage raisonné des fibres

Hervé This

94 **À LIRE**

Rendez-vous sur

**POUR LA
SCIENCE.fr**

Le site de référence
de l'actualité scientifique internationale

■ Toutes les sciences en un clic

- Des actualités quotidiennes
- Des articles en libre accès
- Votre magazine numérique en ligne*
- Plus de 8 ans d'archives*

■ Des services exclusifs

- Les réactions aux articles**
- Des offres d'emplois scientifiques
- Des newsletters**
- Un espace abonnement

* Service payant. Si vous êtes abonné(e), les numéros compris dans votre abonnement sont offerts.
** En créant votre compte.

→ FSF, OU LE FAUX SANS-FIL

Un enfant des années 1920 m'a raconté, longtemps après, que, quand ses parents avaient acquis un « poste de T.S.F. », il s'était étonné : ledit poste ne pouvait pas fonctionner sans fil. À l'époque, un enfant savait que T.S.F. signifie télégraphie sans fil. Les postes de T.S.F. étaient les ancêtres de nos postes de radio.

Rien n'a changé ! Même si notre connexion informatique est « Wi Fi » plutôt que « filaire », elle reste tributaire de fils, et ceux-ci se signalent, aujourd'hui comme hier, par leur inlassable propension à s'emmêler. Les mobiles et les portables ne nous débarrassent des fils que brièvement, puisqu'ils ne peuvent tenir longtemps sans passer par la case « recharge », qui consiste à ce qu'ils restent un bon moment au bout d'un fil.

La technique a remporté de nombreuses victoires contre les fils, mais les fils n'ont jamais perdu la guerre. Ils ont subi un revers dans le domaine des transmissions lorsque les satellites se sont mis à concurrencer ces fils géants que sont les câbles sous-marins. Mais ils ont contre-attaqué en se muant en fibres optiques. Ils ont été humiliés le jour où EDF a décidé de les enterrer et de les cacher plutôt que les tendre en haut de poteaux le long des routes. Mais la SNCF les met à l'honneur depuis qu'elle a remplacé le charbon par des caténaires. Etc. Si ce n'est déjà fait, une histoire de la technique et de son rapport aux fils mérite d'être écrite.



→ BIAIS HISTORIQUES

N'ayant aucune idée des questions qui préoccuperont le XX^e siècle, nous ne pouvons pas savoir quelles personnalités du XX^e seront encore connues. Imaginons alors qu'il retienne, parmi les physiciens, Joël Scherk (1946-1980) plutôt que Hans Bethe (1906-2005); le mathématicien Wolfgang Döblin (1915-1940) plutôt qu'Henri Cartan (1904-2008); l'ethnologue Pierre Clastres (1934-1977) plutôt que Claude Lévi-Strauss (1908-2009); le dramaturge Wolfgang Borchert (1921-1947) plutôt que Christopher Fry (1907-2005); l'écrivain Raymond Radiguet (1903-1923) plutôt qu'Ernst Jünger (1895-1998), etc. Dans ce cas, le XX^e siècle laissera le souvenir d'un siècle romantique, où les figures marquantes mouraient jeunes. Peut-être même, généralisant hâtivement, le XXIII^e siècle s'apitoiera-t-il sur la faible espérance de vie qui nous était promise à tous.

→ DEMANDEZ LE PROGRAMME !

Il ne faut pas que les programmes scolaires soient trop légers. Il ne faut pas non plus que, cédant aux exigences des disciplines qui veulent toutes la part du lion, ils soient trop lourds. Voici comment procéder pour atteindre le bon équilibre.

Faisons fixer les programmes d'une discipline M par des spécialistes d'une discipline M'. Mais attention ! Évitions que les spécialistes de M' soient, en retour, chargés des programmes de M. Chaque discipline s'ingénierait – par amitié, bien sûr, par jeu – à glisser des perfidies dans les programmes destinés à l'autre. De rétorsion en rétorsion, cela tournerait mal.

Pour désamorcer ce processus, il faut des chaînes longues. Exemple. Les économistes rédigent les programmes de philosophie; les philosophes rédigent ceux de physique; les physiciens, ceux de musique; les musiciens, ceux de biologie; les biologistes, ceux de littérature; les littéraires, ceux de sport; les sportifs, ceux

de mathématiques; bouclant la boucle, les mathématiciens rédigent les programmes d'économie.

Ainsi, la tâche resterait confiée à des gens du métier, donc dûment exigeants, mais néanmoins raisonnables quant à la place qu'il convient d'accorder à la discipline dont ils élaborent les programmes.



→ QUESTION DE POINT DE VUE

Une erreur minime peut anéantir un travail scientifique. Un scientifique doit donc traquer sans indulgence les éventuelles insuffisances du raisonnement ou de l'expérience qui ont mené à un résultat. « Nous travaillons pour l'approbation à contrecœur de quelques amis », dit un mathématicien.

Au contraire, une œuvre littéraire ou philosophique peut être maladroite, inaboutie, contenir des erreurs, sans être anéantie pour autant. Critiquer les défaillances de l'œuvre ne doit pas mener à la rejeter. Le lecteur gagne à la tirer vers le haut, c'est-à-dire à lui donner une interprétation aussi riche que possible, de préférence à une interprétation stricte, mais pauvre. Les littéraires, les philosophes, doivent pratiquer entre eux la « charité herméneutique ». Même si on peut douter qu'ils la pratiquent effectivement toujours, il n'en demeure pas moins que cette expression est en usage chez eux et pas chez les scientifiques, et qu'il y a une