

■ POUR LA
SCIENCE

Septembre 2015 - n° 455

Édition française de Scientific American

À la recherche
des états extrêmes
de la matière

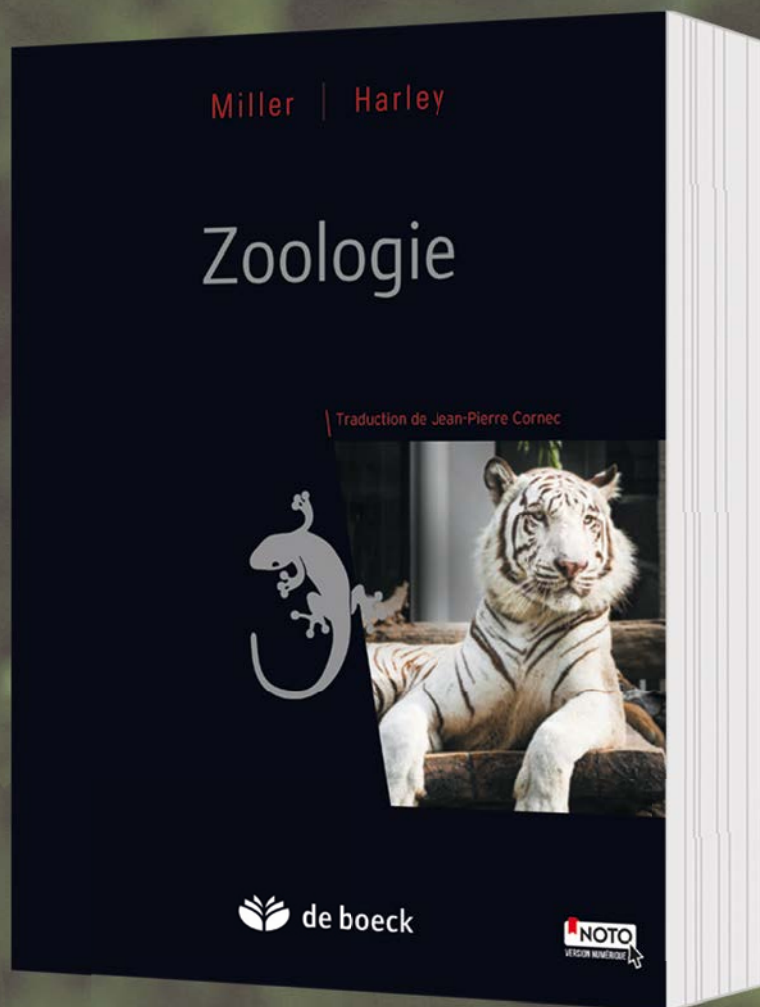
GLUONS
La colle des
particules

M 02687 - 455 - F: 6,50 € - RD



DÉCOUVREZ ZOOLOGIE

UN OUVRAGE FONDAMENTAL POUR L'ÉTUDE DU MONDE ANIMAL



Le règne animal envisagé sous ses aspects morpho-anatomo-fonctionnels et évolutifs, replacé dans le contexte d'un écosystème fragilisé par l'action de l'homme.

Ce livre est disponible sur **NOTO**, notre plateforme d'ouvrages interactifs.

Pour en savoir plus :
www.noto.deboecksuperieur.com

John P. Harley & Stephen A. Miller
Traduction de Jean-Pierre Cornec
1^{re} édition • Juin 2015 • 640 p.
• 72€ • 978-2-8041-8816-0

- Une **vision détaillée** du règne animal
- Des **aperçus évolutifs** qui complètent les données purement structurales
- Une **approche phylogénétique** qui se base sur la ressemblance par filiation, l'héritage à partir d'ancêtres communs
- Une **démarche écologique** nuancée et sensibilisante
- Des **illustrations abondantes** et diversifiées avec un cladogramme à chaque chapitre

En librairie et sur www.deboecksuperieur.com

 de boeck supérieur

Pour la Science

Rédacteur en chef : Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe : Marie-Neige Cordonnier

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

Dossier Pour la Science

Rédacteur en chef adjoint : Loïc Mangin

Développement numérique : Philippe Ribeau-Gésippe, assisté de Dylan Beiner (stagiaire)

Directrice artistique : Céline Lapert

Maquette : Pauline Bilbault, Ingrid Leroy, Nathalie Ravier (stagiaire)

Correction et assistance administrative : Maud Bruguière

Marketing : Élise Abib et Ophélie Maillet, assistées de Héloïse Clément (stagiaire)

Direction financière et direction du personnel : Marc Laumet

Fabrication : Marianne Sigogne et Olivier Lacam

Presse et communication : Susan Mackie

Directrice de la publication et Gérante : Sylvie Marcé

Anciens directeurs de la rédaction : Françoise Pétry

et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique : Hervé This

Ont également participé à ce numéro :

François Arleo, Yves Dessaux, Denis Faure, Eitan Haddok, Christophe Pichon, Jean-Claude Rage, Stéphen Rostain, Francesca Sargolini

PUBLICITÉ France

Directeur de la publicité : Jean-François Guillotin
(jf.guillotin@pourlascience.fr)

Tél. : 01 55 42 84 28 • Fax : 01 43 25 18 29

SERVICE ABONNEMENTS

Ginette Bouffaré et Nada Mellouk-Raja. Tél. : 01 55 42 84 04

Abonnement en ligne : <http://www.pourlascience.fr>

Courriel : abonnements@pourlascience.fr

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

Commande de livres ou de magazines :

Pour la Science - 628 avenue du Grain d'Or 41350 Vineuil

DIFFUSION DE POUR LA SCIENCE

Contact kiosques : À Juste Titres ; Benjamin Boutonnet

Tél. : 04 88 15 12 41

Information/modification de service/réassort :

Magazine disponible sur www.direct-editeurs.fr

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.

Executive editor: Fred Guterl. Design director: Michael Mrak. Editors: Ricky Rusting, Philip Yam, Robin Lloyd, Mark Fischetti, Seth Fletcher, Christine Gorman, Michael Moyer, Gary Stix, Kate Wong.

President : Keith McAllister. 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 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).



Maurice Mashaal
rédacteur en chef

Un monde coloré et cependant obscur

Depuis les années 1970, on sait que le proton et le neutron, les constituants du noyau de l'atome, ne sont pas des particules élémentaires, mais des assemblages de trois « quarks » solidement collés par des « gluons ». Ces derniers véhiculent l'interaction forte, l'une des quatre forces fondamentales de la nature, qui assure la cohésion du proton et du neutron, mais aussi du noyau atomique.

Plus largement, l'univers des quarks et des gluons fait l'objet d'une théorie cohérente et mathématisée, la chromodynamique quantique – QCD pour les intimes –, qui est l'une des colonnes maîtresses du modèle standard de la physique des particules. Pourquoi « chromo » ? Tout simplement parce que les physiciens ont dénommé « couleur » une propriété mathématique clef attachée aux quarks et aux gluons.

Des énigmes liées à des difficultés techniques ou à des failles dans la théorie ?

La chromodynamique quantique décrit ainsi un monde « coloré ». La conception de cette théorie a été un tour de force. L'analyse et la résolution de ses équations en est un autre, qui reste inachevé. De fait, certains pans de la physique de l'interaction forte sont encore mal compris. Par exemple, on ne sait pas retrouver toutes les propriétés du proton et du neutron à partir de celles de leurs constituants ; on ignore si certains états exotiques constitués uniquement de gluons existent ; ou encore, on ne sait pas bien expliquer pourquoi les particules observables sont nécessairement incolores. Pour autant, le domaine a connu plusieurs avancées récentes (voir pages 26 à 37).

Les énigmes actuelles de la QCD résultent-elles seulement d'obstacles mathématiques ? C'est probable. Mais l'histoire des sciences a montré que le diable se cache parfois dans les détails : peut-être la résolution des problèmes résiduels nécessitera-t-elle de nouvelles idées, dont émergera une théorie encore meilleure. ■