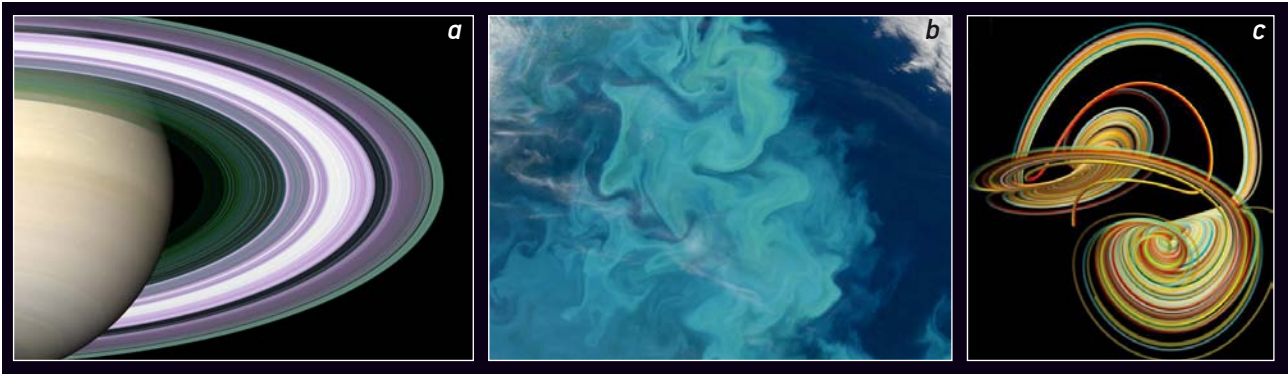




4. LE CHAOS SE MANIFESTE dans des contextes variés : les anneaux de Saturne, où les régions vides correspondent à des orbites chaotiques *[a]* ; les efflorescences de plancton (vues ici sur une image satellite de la mer de Barents) qui forment des structures semblables à des

fractales en raison du comportement chaotique des écoulements dans le sillage d'une île *[b]* ; le champ géomagnétique de la Terre qui inverse ses pôles à des intervalles chaotiques irréguliers – un comportement visualisé dans l'espace des phases par cette simulation *[c]*.

Les attracteurs chaotiques – dits aussi étranges –, dont celui de Lorenz est un exemple, ont tendance à émerger quand un système dissipatif est régulièrement forcé à compenser la perte d'énergie, comme quand un enfant sur une balançoire accompagne le mouvement de ses jambes pour ne pas s'arrêter. Dans le cas du système de Lorenz, c'est la source de chaleur qui compense la perte d'énergie due à la viscosité du fluide.

Dès le début, Lorenz semble avoir saisi une caractéristique essentielle du chaos : il a reconnu non seulement que la non-périodicité implique une sensibilité aux conditions initiales, mais aussi que cette sensibilité est la cause profonde de la non-périodicité. De fait, on sait aujourd'hui que dans l'espace des phases, une structure chaotique telle que l'attracteur de Lorenz baigne dans un ensemble infini d'orbites périodiques instables : si l'on s'écarte un tant soit peu d'une telle orbite, la trajectoire du point représentatif du système devient chaotique.

La publication fut peu remarquée. Douze ans après, l'article était cité moins de 20 fois. Le tournant a eu lieu en 1975, notamment via sa citation dans l'article qui établit le nom du domaine : *Period three implies chaos*, de Tien-Yen Li et James Yorke, de l'Université du Maryland, aux États-Unis. Dès la fin des années 1980, non seulement la recherche sur le chaos a connu un essor considérable, avec des milliers de publications scientifiques à l'appui, mais elle est aussi familière aux

■ LES AUTEURS

Adilson E. MOTTER est professeur de physique et d'astronomie à l'Université du Nord-Ouest à Evanston, dans l'Illinois, aux États-Unis. David K. CAMPBELL est professeur de physique et de génie électrique et informatique à l'Université de Boston.

■ BIBLIOGRAPHIE

A. E. Motter et D. K. Campbell, *Chaos at fifty*, *Physics Today*, vol. 66, pp. 27-33, 2013.

Fifty years of chaos : applied and theoretical, *Chaos*, numéro spécial, vol. 22, 2012.

E. Ott, *Chaos in Dynamical Systems*, Cambridge University Press, 2002.

Y. Ueda, *The Road to Chaos-II*, Aerial Press, 2001.

J. Gleick, *La théorie du chaos*, Flammarion, 1999.

F. Diacu et P. Holmes, *Celestial Encounters : The Origins of Chaos and Stability*, Princeton Univ. Press, 1996.

E. N. Lorenz, *The Essence of Chaos*, Univ. of Washington Press, 1993.

non-scientifiques. Aujourd'hui, le chaos est aussi décrit dans les systèmes dynamiques conservatifs – dont l'énergie totale est conservée au fil du temps. Dans de tels systèmes, il ne peut y avoir d'attracteur : le chaos se manifeste comme une sorte de poussière en mouvement dans l'espace des phases (parfois nommée poussière de Cantor).

Le chaos se distingue des autres grandes théories de la physique. Contrairement à la relativité ou à la mécanique quantique, il ne décrit pas un phénomène physique particulier, mais apporte un ensemble de concepts et de méthodes pour analyser un comportement insoupçonné qui peut se manifester dans des disciplines diverses. Ces caractéristiques expliquent en partie l'indifférence avec laquelle ont été accueillies les premières indications du phénomène. Les premières confrontations avec le chaos ont eu lieu dans des disciplines disparates (mécanique céleste, mathématiques, ingénierie), les uns n'étant pas au courant des découvertes des autres.

Aujourd'hui, si nombre de problèmes liés au chaos demeurent irrésolus, tels que ses implications dans les systèmes quantiques et relativistes, la théorie du chaos est utilisée dans de multiples domaines : physiologie, informatique, finance, dynamique des fluides... Comme le résume l'annonce du prix de Kyoto que reçut Lorenz en 1991 : « [Le chaos déterministe] a amené l'un des changements les plus importants de notre vision de la nature depuis Isaac Newton. » ■

La sélection de livres

■ POUR LA SCIENCE

Découvrez la sélection
du mois *Pour la Science*
avec des ouvrages scientifiques
amusants. Ne manquez
pas la nouvelle collection
« InfoGraphie »
Bonne lecture !

En partenariat
avec les éditeurs

Belin:
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



Tous ces livres sont
également disponibles
en librairie.

Requins

De la préhistoire à nos jours

Gilles Cuny, Illustrations d'Alain Beneteau

Les requins ? Ils sont presque à égalité avec les dinosaures dans l'imaginaire collectif. Ce livre original, illustré de 200 reconstitutions et photographies, écrit par LE spécialiste français des requins, est riche en informations scientifiques, en sensations et en surprises.

Éditions Belin 2013
224 pages – 27,90 euros – ISBN 978-2-7011-5423-7



Réf. 005423

La science amusante !

La physique surprise

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik



Réf. 075121

Éditions Belin-Pour la Science 2013
224 pages – 26 euros – ISBN 978-2-8424-5121-9

Passionnés de physique et curieux de tout, Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik vous invitent à de nouvelles promenades scientifiques dans un langage accessible, simple et imagé, sans jargon ni formules. Avec eux, laissez-vous surprendre par les phénomènes que vous avez déjà côtoyés sans même les remarquer.

50 expériences pour épater vos amis au jardin

Jacques Guichard, Kamil Fadel et Guy Simonin

Marcher sur l'eau, tirer la nappe sans faire tomber ce qui est sur la table, créer un double arc-en-ciel, transpercer un ballon sans qu'il explose... Voici 50 nouvelles expériences très faciles à réaliser avec, pour chacune, du matériel simple, le déroulé pas à pas, les gestes précis et les trucs pour la réussir à coup sûr. Et pour ceux qui veulent en savoir plus, des compléments scientifiques et des indications sur les lieux où l'on peut observer ces phénomènes à grande échelle.

Éditions Le Pommier 2013
168 pages – 18,90 euros – ISBN 978-2-7465-0618-3



Réf. 090618*

Faire léviter de l'eau

Florian Briant



Réf. 007535

Éditions Belin 2013
128 pages – 21 euros – ISBN 978-2-7011-7535-5

Comment provoquer une tempête dans une bouteille ? Sauriez-vous allumer une ampoule sans la brancher, souffler une bulle géante ou bien extraire votre propre ADN ? Découvrez le plaisir de faire de la science, à travers des expériences ludiques et réalisables avec du matériel simple. À vous l'excitation du « labo » !

Mathémagic

David Acheson

De pi au pendule chaotique, de Pythagore à Andrew Wiles, embarquez pour une fascinante balade au pays des mathématiques ! De savoureuses illustrations achèveront de convaincre le profane comme l'initié qu'il s'agit là d'un des livres les plus réjouissants jamais écrit sur le sujet.

Éditions Belin 2013
176 pages – 15 euros – ISBN 978-2-7011-7686-4



Réf. 007686