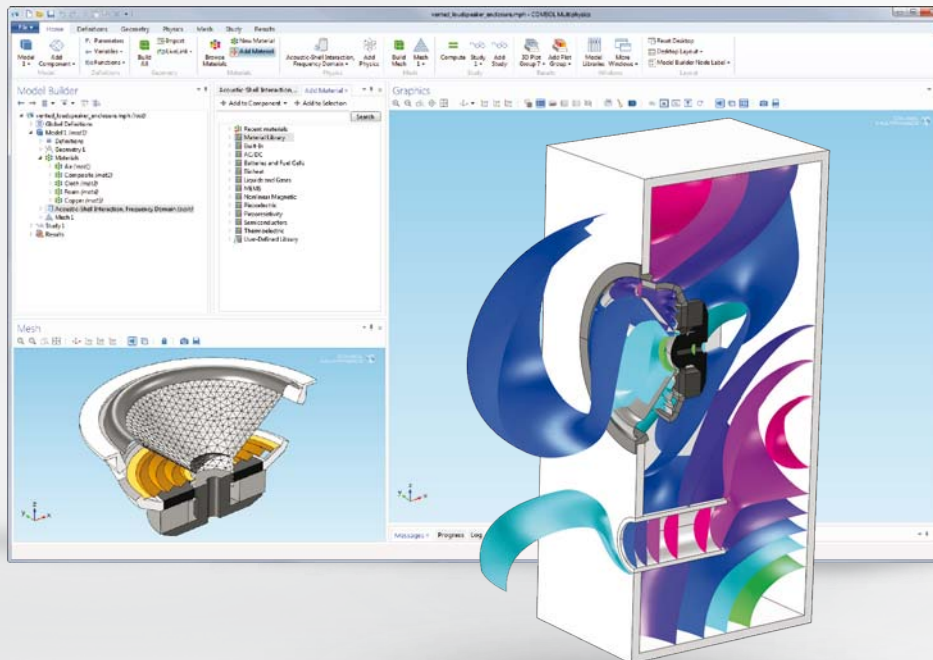


ENCEINTE ACOUSTIQUE: Ondes de pression émises par un haut-parleur. Ce modèle couple l'électromagnétisme dans la bobine, la mécanique des structures dans la membrane ainsi que l'acoustique à l'intérieur et autour de l'enceinte.



TESTEZ ET OPTIMISEZ VOS DESIGNS AVEC **COMSOL MULTIPHYSICS®**

Nos outils de simulation multiphysique intègrent tous les effets physiques du monde réel. De ce fait, ils reproduisent avec précision le comportement de vos designs. Pour en savoir plus sur COMSOL Multiphysics, rendez-vous sur www.comsol.fr

Product Suite

COMSOL Multiphysics

ELECTRICAL

AC/DC Module
RF Module
Wave Optics Module
MEMS Module
Plasma Module
Semiconductor Module

MECHANICAL

Heat Transfer Module
Structural Mechanics Module
Nonlinear Structural Materials Module
Geomechanics Module
Fatigue Module
Multibody Dynamics Module
Acoustics Module

FLUID

CFD Module
Mixer Module
Microfluidics Module
Subsurface Flow Module
Pipe Flow Module
Molecular Flow Module

CHEMICAL

Chemical Reaction Engineering Module
Batteries & Fuel Cells Module
Electrodeposition Module
Corrosion Module
Electrochemistry Module

MULTIPURPOSE

Optimization Module
Material Library
Particle Tracing Module

INTERFACING

LiveLink™ for MATLAB®
LiveLink™ for Excel®
CAD Import Module
ECAD Import Module
LiveLink™ for SolidWorks®
LiveLink™ for Inventor®
LiveLink™ for AutoCAD®
LiveLink™ for Creo™ Parametric
LiveLink™ for Pro/ENGINEER®
LiveLink™ for Solid Edge®
File Import for CATIA® V5

SCIENCE & GASTRONOMIE

Vers une cuisine plus qualitative

Jusqu'où la précision de la cuisine pourra-t-elle s'améliorer en tenant compte des effets variés des différents composants ?

Hervé THIS



Le cuisinier français Auguste Escoffier espérait une cuisine précise : dans la préface du *Guide culinaire*, qu'il rédigea avec Émile Fétu et Philéas Gilbert, il écrit « En un mot, la cuisine, sans cesser d'être un art, deviendra scientifique et devra soumettre ses formules, empiriques trop souvent encore, à une méthode et à une précision qui ne laisseront rien au hasard. »

C'est cet espoir, sans doute, qui le conduisit, avec ses coauteurs, à prescrire des quantités de sel égales à « 32 centigrammes » (précision inaccessible aux balances de cuisine). En réalité, la précision en cuisine sera difficile à accroître. Notamment, les pâtisseries savent que les farines contiennent des quantités variables de protéines ; de plus, la nature de ces dernières est essentielle. Le « gluten », ce réseau viscoélastique qui se forme quand on pétrit la farine avec de l'eau, dépend ainsi de la nature des protéines du blé, de sorte que le comportement de la pâte est une surprise toujours renouvelée.

Similairement, la tendreté des viandes dépend de la quantité de tissu collagénique qui gaine les fibres musculaires et qui groupe ces fibres en faisceaux, mais aussi de détails chimiques, tels que les forces entre protéines voisines, lesquelles dépendent de l'animal particulier d'où provient la viande.

Pour les fruits et les légumes, aussi, la variabilité est considérable, non seulement entre les variétés, mais jusque dans l'intimité de ces denrées. Récemment, alors que

nous examinons les performances d'une nouvelle méthode d'analyse par spectroscopie de résonance magnétique nucléaire quantitative *in situ*, nous avons étudié la répartition des saccharides majoritaires – glucose, fructose, saccharose – dans des carottes. Nous avons observé que, du cœur vers la partie corticale, ces concentrations en saccharides diffèrent ; de même, la concentration en saccharides n'est pas la même dans la partie supérieure et dans la partie inférieure d'une même carotte, avec des variations différentes radialement.

La précision en cuisine est-elle un vain rêve ? La « cuisine note à note », qui produit des mets à partir de composés purs, apportera-t-elle une solution ? « Le simple est toujours faux, disait Paul Valéry ; ce qui ne l'est pas est inutilisable ». Cependant, la pureté absolue n'existe pas en matière de chimie.

Par exemple, si l'on utilise du limonène pour donner un goût de citrus à un mets (le limonène est extrait des peaux de citron, d'orange, de pamplemousse), on n'aura pas une odeur constante : l'industrie des parfums sait bien que, selon l'origine du composé, on peut obtenir des odeurs différentes, parce que les « impuretés » qui accompagnent tout procédé de purification peuvent être à l'état de traces, indétectables à l'analyse avec les meilleurs instruments actuels, mais à l'odeur prépondérante.

Par ailleurs, dans la description des mets du futur, on aura donc intérêt à ne pas confondre

composition et effet sensoriel. Par exemple, la concentration en composés sapides sera toujours bien supérieure à la composition en composés odorants. L'eau, par exemple, est majoritaire dans les mets, mais son effet sensoriel est faible, sauf pour la consistance. Autrement dit, la construction des mets du futur, si elle passe par des descriptions à divers ordres de grandeur, distinguera des ordres de grandeur de consistance, d'odeur, de saveur, de couleur.

La belle question de la cuisine du futur est donc moins la précision que de savoir comment des composés ayant un effet d'un type donné (par exemple olfactif) ont une influence sur un autre aspect (par exemple, sapide). Ou de savoir comment des composés présents en petite quantité ont des influences essentielles. Par exemple, travaillons de la farine avec de l'eau pour obtenir un pâton ferme, puis ajoutons un peu de sucre : le pâton s'effondre, parce que le sucre a capté l'eau qui tenait le réseau de gluten. Ce qui semble être un désastreux résultat est en réalité la possibilité de faire des pâtes à tarte bien plus friables que celles que font nombre de pâtisseries amateurs. ■



Hervé THIS est physico-chimiste dans le Groupe INRA-AgroParisTech de gastronomie moléculaire et directeur scientifique de la Fondation Science & culture alimentaire [Académie des sciences].

■ PRÉHISTOIRE

L'art des objets de la Préhistoire

Patrick Paillet

Errance, 2014
[250 pages, 39 euros].

Il n'y avait guère d'études sur la vie, l'œuvre et les collections du Marquis Paul de Vibraye (1809-1878). Cet archéologue et grand érudit s'intéressa passionnément à la préhistoire de l'Homme au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle. Il fut sans doute le premier à fouiller les gisements paléolithiques de la vallée de la Vézère, aux environs des Eyzies, si célèbres aujourd'hui. Ce livre comble donc une lacune.

Son auteur s'est attaché à l'étude des nombreux objets provenant des fouilles et des collections du Marquis. Celles du site de Laugerie-Basse, qui font l'objet de cet ouvrage, ont livré, outre une abondante industrie lithique et osseuse datant du Magdalénien (17000-12000), une série d'objets d'art mobilier. Le plus remarquable est sans doute la fameuse Vénus impudique, une silhouette féminine longiligne taillée dans l'ivoire, sans tête, au sexe bien marqué et au bas du corps remarquablement sculpté. Elle fut la première Vénus paléolithique découverte et nommée.

À une étude biographique de ce savant atypique succède une présentation de ses collections qui s'attache à différents aspects de leur histoire, depuis les fouilles qui ont mis les objets au jour jusqu'à leurs présentations dans les expositions universelles successives, puis dans les musées. Les objets sont étudiés dans un ordre thématique, qui associe une présentation rigoureuse et un commentaire sensible et intéressant, à une iconographie très soignée, notamment grâce aux photographies de

Jean-Christophe Domenech. La question passionnante de l'objet d'art paléolithique, par différence avec l'art pariétal peint ou gravé, est évoquée en quelques pages au début et à la fin du livre : elle pourrait ouvrir sur une réflexion de plus grande ampleur touchant à l'objet en préhistoire et à l'objet d'art en général.

Ce livre, publié à l'occasion du récolement des collections de préhistoire du musée de l'Homme



en vue de leur déménagement dans les locaux restaurés, combine la forme d'un catalogue d'exposition et celle de l'essai historique. Les notations, citations et réflexions intéressantes qu'il contient éclairent un aspect important de notre patrimoine archéologique.

Claudine Cohen

EHES/EPHE, Paris

■ HISTOIRE DES SCIENCES

Une histoire de la chimie du solide

Pierre Tessier

Hermann, 2014
[516 pages, 28 euros].

L'histoire ici présentée est très spécialisée, mais l'auteur la traite comme une étude de cas qui pose, d'une façon plus générale, la question de l'émergence

d'une discipline scientifique. Étudiés depuis longtemps, les solides n'ont pas donné naissance à une discipline propre avant la seconde moitié du XX^e siècle. C'est pourquoi l'auteur commence son récit par une « épistémologie du solide cristallin de 1770 à 1940 », c'est-à-dire une étude des discours, des pratiques et des raisonnements des savants, des conditions d'existence des sciences, et des régimes de preuve mis en place. Il appliquera d'ailleurs cette définition à l'ensemble de l'ouvrage dont la période principale court des années 1950 aux années 1980, mais s'étend jusqu'à aujourd'hui. Centré sur le cas français qui a tenu un rôle international majeur, le livre s'achève sur une étude comparative du développement de la chimie du solide dans quatre blocs (Europe continentale, Royaume-Uni, Europe de l'Est, Amérique du Nord). Pour des raisons d'accessibilité aux sources, le bloc asiatique est laissé de côté.

Après la Libération, l'approche structurale de la chimie de la fin des années 1930 commence à se diffuser en Europe continentale pour s'implanter vraiment en France à la fin des années 1950. Elle est au cœur de la nouvelle discipline. L'état solide est un objet d'étude que l'on partage nécessairement, au carrefour de disciplines diverses, et qui intéresse l'industrie.

Dans les années 1950, cette interdisciplinarité va aller au-delà des relations personnelles et des échanges de pratique, et se manifester par séminaires ou colloques, rendant visible une nouvelle communauté. L'institutionnalisation est alors favorisée par la création de revues spécifiques, et reconnue par le CNRS. Les intitulés des laboratoires évoluent. À partir des années 1960, les « solidistes » ont désormais un sentiment iden-

titaire fort ; ils se reconnaissent dans une « matrice disciplinaire standardisée » et appartiennent à des institutions dédiées.

Dans le dernier tiers du XX^e siècle, la chimie du solide essaime : « chimie douce », chimie « sol-gel » à la frontière organique/minérale, plus tard des composés hybrides tels les solides poreux... Des briques de construction à l'édifice complexe, l'alliance des simulations structurales et d'une instrumentation de pointe dévoile les modes de réactivité. Puis à la chimie du solide succède la science des matériaux. Enfin, s'y ajoute l'échelle « nano ».

Nous aurions pu aborder cette analyse autrement. En effet, l'auteur nous livre une histoire de la politique scientifique française après la Libération, sa place dans les Plans successifs, les stratégies économiques de développement qui lui sont liées, et aussi une histoire d'hommes (avec peu de place aux femmes) quasiment ethnologique. On s'y reconnaît à travers certains rites et attitudes, qui évoluent par ruptures théoriques ou de pratiques.

L'auteur ne manque pas d'humour, toujours chaleureux : deux pages proposent une « légende » de la chimie du solide en France véritablement délicieuse. Un livre dense, extrêmement référencé et



d'une grande richesse, qui se lit comme un roman épique et où les sources orales ne sont pas les moindres des pépites.

Danielle Fauque

GHDSO, Université Paris-Sud

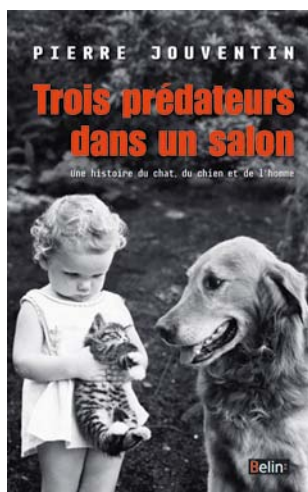
■ ÉTHOLOGIE

Trois prédateurs dans un salon

Pierre Jouventin

Belin, 2014

(271 pages, 18 euros).



et plus petits a permis de limiter les conflits avec l'homme, et le chien est devenu le partenaire essentiel du chasseur-cueilleur, même lors de sa conversion à l'agriculture et à l'élevage.

Le chat, excellent chasseur, plus facile à vivre que les autres petits prédateurs, a vite détrôné genettes, belettes et furets dans nos foyers. Maudit de la Chrétienté et persécuté avec les sorcières, il est réhabilité au XIX^e siècle en symbole du romantisme et de l'anarchie. Sa réputation n'a pas faibli depuis et il incarne aujourd'hui la féminité, le mystère, l'indépendance, la transgression... alors que le chien représente plutôt l'ordre.

Notre relation utilitariste a fait place à une relation affective où l'animal de compagnie n'a plus à travailler. Cette famille recomposée incite l'auteur à revisiter les grandes questions de l'éthologie telles que la culture, la morale, le sexe, la conscience... Ce livre contribue à réenchanter le monde en nous offrant d'autres moyens de le comprendre. L'étude de (notre) l'animalité offre un surcroît d'humanité!

Fanélie Wanert

Centre de primatologie de l'Université de Strasbourg

■ PHYSIQUE

Le monde quantique

B. d'Espagnat et H. Zwirn (dir.)

Matériologiques, 2014

(428 pages, 22 euros).

Ce livre rend compte des débats entre physiciens et philosophes qui se sont tenus de 2010 à 2012 à l'Institut de France, sous l'égide de l'Académie des sciences morales et politiques et du Collège de physique et de philosophie. Ces débats ont regroupé la plupart des spécialistes français des aspects fondamentaux de la mécanique quantique. On y trouve des exposés de Roger Balian, Édouard Brézin, Franck Laloë, Jean-Michel Raimond, Carlo Rovelli, Matteo Smerlack, ainsi que des interventions des nombreux participants, dont les coordonnateurs de l'ouvrage Bernard d'Espagnat et Hervé Zwirn.

Le problème fondamental posé par la physique quantique est simple à énoncer : la formulation même de cette théorie fait référence à la notion d'observation ou d'observateur ou de mesure. Pas simplement parce que l'observation est indispensable pour vérifier les théories, ce qui est le cas dans toutes les sciences, mais parce que la notion d'observation entre dans les énoncés de base de la théorie quantique.

Comment une théorie, qui est la plus fondamentale de toutes, qui traite des atomes, des électrons et des photons et qui s'applique en principe à tout l'Univers, peut-elle avoir besoin, pour être formulée, de quelque chose d'aussi contingent que des mesures faites en laboratoire depuis une centaine d'années par quelques représentants d'une espèce animale particulière, *Homo sapiens* ?



Sexe, race & culture

Patrick Tort

Textuel, 2014

(108 pages, 16 euros).

Il faut du biologique pour faire du social, mais le social ne se réduit pas au biologique. Le genre, construction culturelle visant à nous affranchir du sexe, ne peut être défini sans... lui. Interrogé par l'anthropologue Régis Meyran, le philosophe et historien des sciences Patrick Tort discute des notions de sexe biologique, de race, de genre, de leurs rapports ainsi que des enjeux qui leur sont associés. Facile à suivre, mais tout en subtilité, il nous aide à dépasser les conflits corporatistes entre sciences humaines et sciences du vivant, afin d'échapper aux postures doctrinales du tout biologique ou du tout culturel.



Tous les champignons portent-ils un chapeau ?

Francis Martin

Quæ, 2014

(184 pages, 22 euros).

L'auteur livre 90 paragraphes complétés d'encadrés où il explique les champignons. On apprend ainsi que ces organismes eucaryotes sont souvent indispensables à la vie des végétaux ; on comprend aussi leur grande utilité : ils sont nécessaires à la fabrication du pain, du vin, de la bière, du chocolat, etc. et nous fournissent en antibiotiques. Et, ce qui ne gâche rien, ce livre est aussi un puits de culture sur les champignons consommables, dont c'est encore la saison.



Textiles, parfums, bijoux et Cie

Muriel Chiron-Charrier

EDP-Sciences, 2014

(176 pages, 12 euros).

Cet ouvrage savoureux démontre qu'il est possible de mélanger mode – sujet que l'on pourrait croire frivole – et chimie. Sur un ton amusant, l'auteure répond avec sérieux à de nombreuses questions. D'où viennent les différentes propriétés du lin, du coton et de la laine ? Quels ingrédients inattendus entrent dans la composition d'un parfum ? Saupoudrés d'histoire des techniques, les petits articles abordent des questions simples que chacun pourrait se poser le matin en se demandant comment s'habiller.

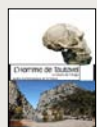


Relativité générale

Thomas Moore

De Boeck, 2014
(504 pages, 35 euros).

L'auteur a réussi un ouvrage accessible sur la théorie de la relativité générale, qui conviendra bien aux étudiants de dernière année de licence. Il parvient à... relativiser les grandes difficultés techniques de ce domaine par une organisation efficace du livre. Dans chaque chapitre, il présente les concepts en quelques pages, démontre les formules essentielles au sein d'encadrés spécifiques. Le manuel fait aussi la part belle aux applications de la relativité. En résumé, un ouvrage incontournable pour ceux qui veulent vraiment comprendre les ondes gravitationnelles ou les trous noirs !



L'homme de Tautavel

H. de Lumley (dir.)

Éditions du patrimoine, 2014
(128 pages, 18 euros).

Les plus anciens fossiles humains de France, ceux de représentants de l'espèce *Homo heidelbergensis*, ont été découverts dans la grotte de la Vache de l'Arago, non loin du village de Tautavel dans les Pyrénées orientales. Écrit par les principaux acteurs de la recherche sur l'homme de Tautavel, ce petit ouvrage fort bien illustré résume tous les aspects essentiels de ce que l'on a pu apprendre sur l'habitat, l'environnement et la vie des hommes qui, il y a entre 450 000 et 300 000 ans, ont occupé la grotte.

Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse



D. Grand et al.,

Biotope, 2014
(136 pages, 24,90 euros).

Ce livret est conçu pour identifier sur le terrain les 103 espèces de libellules rencontrées dans la région couverte. Certes, le format dépasse un peu de la poche du gilet. Mais, après s'être familiarisé avec les codes couleurs des clefs d'identification, détaillées et fort bien illustrées de dessins et de photographies, l'ouvrage se révèle d'une grande utilité pour l'amateur de ces insectes gracieux que sont les odonates. De plus, il a l'originalité de traiter à la fois des larves et des stades adultes.

Pourtant, comme le montre F. Laloë, il existe une théorie, proposée dès le début de la physique quantique en 1927 par le Français Louis de Broglie et reprise et développée par l'Américain David Bohm en 1952, dont les prédictions empiriques coïncident avec celles de la mécanique quantique ordinaire, et qui élimine toute référence à l'observation ou à la mesure.

Il est assez intéressant d'observer la présence de scepticisme et d'hostilité face à cette théorie chez de nombreux participants, hostilité qui reflète chez certains des préjugés philosophiques idéalistes ou anti-réalistes. Cela illustre



aussi l'adage selon lequel nul, y compris de Broglie, n'est prophète dans son pays.

Un des aspects les plus intéressants du livre est qu'il s'agit d'un débat où toutes les questions sont posées et où tous les points de vue sont représentés. Il faut en rendre hommage aux coordinateurs de ces rencontres et en particulier à B. d'Espagnat, qui a consacré de nombreux efforts pour ouvrir en France les discussions sur la physique quantique et les questions qu'elle soulève, trop souvent ignorées même par les physiciens.

Jean Bricmont

Université catholique de Louvain

■ ARCHÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE

Les gladiateurs

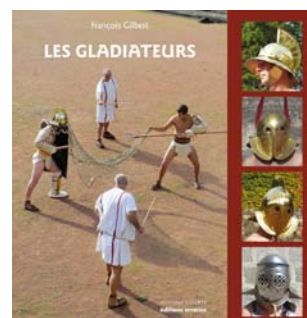
François Gilbert

Errance, 2014
(111 pages, 29 euros).

Grande fut notre surprise de découvrir cet ouvrage : la même maison avait publié en 2005 un livre portant le même titre, *Gladiateurs*, mais rédigé par deux auteurs différents de celui-ci, É. Teyssier et B. Lopez ; nous en avions publié un compte-rendu ici-même.

Certes, dans les deux ouvrages, on trouvera un même contenu et une même méthode. Des jeunes gens, qui souhaitent utiliser intelligemment leurs loisirs, ont fait des recherches pour reconstituer des équipements de soldats d'abord, de gladiateurs ensuite. Ce qui n'était au début qu'un jeu devint vite une science. En effet, les spécialistes se rendirent compte que ces déguisements permettaient de comprendre comment les anciens utilisaient le matériel qui avait été mis à leur disposition. Ces amateurs avaient fondé, sans le savoir, une nouvelle discipline, l'archéologie expérimentale, qui a maintenant ses entrées dans les congrès, au même titre que l'épigraphie ou la philologie.

En s'attachant aux gladiateurs, ils abordaient un champ nouveau. On sait que cet art des combats, importé à Rome depuis la Grèce, en passant par l'Étrurie, a été inventé pour les funérailles des grands. Il était sans aucun doute un substitut aux sacrifices humains, et il est devenu un spectacle des plus prisés. Le but du jeu était de voir combattre à mort deux hommes dotés d'armes différentes : un lourd



contre un léger, une épée courbe contre un trident, etc. Mais, si les hommes du peuple étaient friands de ces combats, les intellectuels les méprisaient et les grands évitaient de s'y rendre, sauf quand ils voulaient plaire à la populace pour une raison ou pour une autre.

Le livre de F. Gilbert diffère par sa conception de celui qui avait été écrit par É. Teyssier et B. Lopez. Le premier était anarchique ; le second est thématique, mais il permet, en promenant le lecteur d'image en image, de lui faire connaître tous les types de gladiateurs. Le plus ancien de la liste, un Samnite, a vécu vers 300 avant notre ère en Campanie, une région qui avait reçu des influences grecques et étrusques. Suivent, parmi les plus intéressants : un rétiaire de Lugudunum vers 20 avant notre ère ; un hoplomaque de Pompéi vers 50 ; un thrace des environs de 30. Le dernier de la liste est un mirmillon qui a combattu vers 200 de notre ère. Un glossaire et une courte bibliographie, où l'on retrouve l'ouvrage fondamental de Georges Ville sur la gladiature, viennent clôturer ce livre bien illustré, de ce point de vue très semblable au Teyssier-Lopez.

Yann Le Bohec

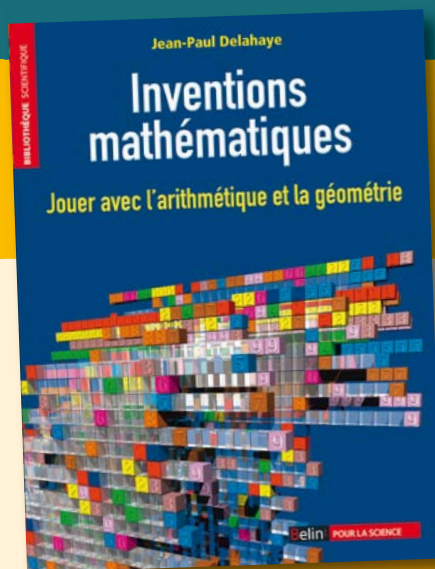
Professeur émérite
à l'Université Paris IV-Sorbonne

Retrouvez l'intégralité de votre
magazine et plus d'informations
sur www.pourlascience.fr



L'univers mathématique

de Jean-Paul Delahaye



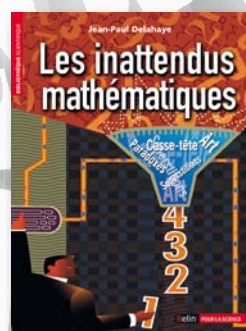
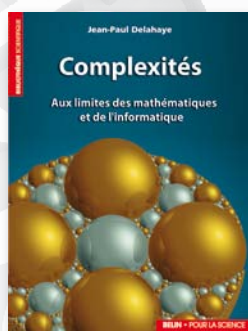
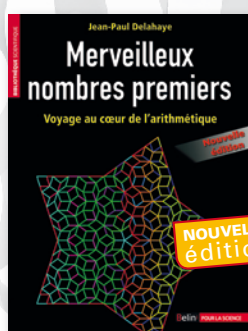
NOUVEAU !

Inventions mathématiques

Jouer avec l'arithmétique
et la géométrie

Les mathématiques sont vivantes et l'imagination des chercheurs et des amateurs n'est jamais en repos. Sans cesse, de nouvelles idées conduisent à des inventions qui réjouissent, étonnent et instruisent. Dans ce livre, vous trouverez des figures paradoxales, des jeux classiques comme le Tangram et le cube de Rubik, des problèmes du quotidien tels le découpage d'une pizza ou l'accrochage d'un tableau, des énigmes élémentaires ou complexes, ou encore des images grises où la cryptographie cache des visages et des animaux. Vous serez étonné... à chaque page !

À l'occasion de la parution de son nouveau livre **Inventions Mathématiques**, redécouvrez l'ensemble de ses ouvrages parus dans la collection Bibliothèque scientifique.



**Retrouvez
Jean-Paul Delahaye
chaque mois**

dans la rubrique
"Logique et calcul"
de *Pour la Science* !

Jean-Paul Delahaye est professeur d'informatique à l'Université des sciences et technologies de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale du CNRS, à Lille.