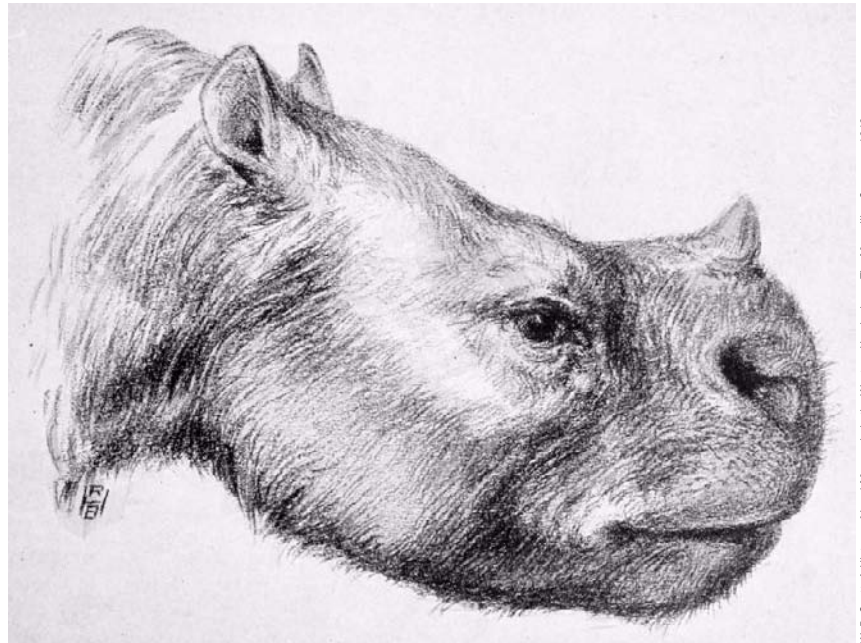


siles connus en Nouvelle-Zélande (les moas) et à Madagascar (les *æpyornis*) qui, comme les autruches auxquels ils sont apparentés, avaient une petite tête et un régime végétarien. Les oiseaux géants sud-américains ont au contraire un bec énorme et crochu comme celui d'un rapace, et leurs pattes sont armées de griffes redoutables. Ils étaient sans doute de dangereux prédateurs, dans des milieux comptant peu de mammifères carnassiers. Dans les années 1890, ces *Phorusrhacids* suscitent l'intérêt aussi bien des paléontologues que du grand public. Quand Ameghino, à court d'argent et plus intéressé par les mammifères, propose sa collection d'oiseaux fossiles au *British Museum* en 1896, ce dernier l'achète un bon prix.

Réconciliation

Alors que s'ouvre le XX^e siècle, la situation de la paléontologie en Argentine évolue. Attirés par les découvertes des rivaux de La Plata, des paléontologues étrangers commencent à parcourir la Patagonie pour y récolter des fossiles. Les frères Ameghino accueillent le jeune Français André Tournouër, qui envoie des collections considérables au Muséum de Paris. Son mentor, Albert Gaudry, consacre certains de ses derniers articles aux mammifères fossiles patagons. Il est l'un des premiers à comprendre qu'il s'agit de faunes endémiques ayant évolué dans l'isolement. La présence des paléontologues américains John Hatcher et Barnum Brown, en revanche, est moins bien acceptée, d'autant plus que Hatcher critique les conclusions d'Ameghino avec beaucoup moins de diplomatie que Tournouër.

Les situations respectives d'Ameghino et de Moreno changent aussi. En 1902, Ameghino est nommé directeur du Musée d'histoire naturelle de Buenos Aires. Il peut alors se consacrer à ses recherches et à ses théories favorites, qui placent (à tort) l'origine de tous les groupes majeurs de mammifères, y compris le genre humain, en Amérique du Sud. Lorsqu'il meurt en 1911, l'Argentine reconnaissante lui fait des obsèques nationales. Moreno, lui, a quitté la direction du Museo de La Plata en 1906, mécontent de sa fusion avec l'université



W. B. Scott. A History of Land Mammals in the Western Hemisphere, The Macmillan Company, 1913

4. RECONSTITUTION DU MAMMIFÈRE *LEONTINIA GAUDRYI*, découvert par Carlos Ameghino en Patagonie. Son frère Florentino dédia ce nouveau genre de mammifère fossile à sa femme, Léontine, en lui donnant son nom.

locale. Il se consacre à la création des premiers parcs nationaux argentins jusqu'à sa mort en 1919.

Les relations entre les anciens rivaux se sont entre-temps apaisées, comme le montrent ces mots d'Ameghino, lors d'une conférence donnée en 1904 : « La quasi-totalité des espèces de mammifères disparus trouvées sur notre sol, qui, durant les deux dernières décennies, ont reçu une carte d'identité dans la patrie toujours fraternelle de la science, ont été découvertes, cataloguées et décrites par des explorateurs et des naturalistes argentins. »

Aujourd'hui, le souvenir d'Ameghino et de Moreno est honoré avec une égale ferveur en Argentine. Certes, la guerre des fossiles qu'ils se sont livrée a eu des conséquences négatives. Notamment, en attribuant à de nombreux mammifères et oiseaux fossiles, souvent à partir de spécimens insuffisants, des noms de genres et d'espèces redondants, ils ont introduit un beau chaos dans la nomenclature paléontologique. Néanmoins, demeurent les magnifiques collections récoltées, qui font la gloire des musées de La Plata et de Buenos Aires. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

A. Casinos, *Un evolucionista en el Plata. Florentino Ameghino*, Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2012.

E. Tonni *et al.*, *Buscadores de Fósiles. Los protagonistas de la paleontología en la Argentina*, Jorge Sarmiento, 2007.

F. Ameghino et C. Ameghino, *Reseñas de la Patagonia. Andanzas, penurias y descubrimientos de dos pioneros de la ciencia*, Continente, 2006.

G. G. Simpson, *Discoverers of the lost world*, Yale University Press, 1984.

La sélection de livres

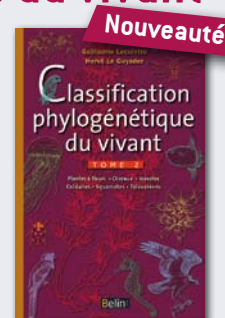
■ POUR LA SCIENCE

Ce mois-ci explorez, à votre guise, le monde du vivant avec des ouvrages qui font référence dans le domaine, ou les mathématiques à travers des livres riches en théories, images et anecdotes.

Classification phylogénétique du vivant Tome 2

Guillaume Lecointre,
Hervé Le Guyader

Cet ouvrage très attendu vient compléter le tome 1, désormais une référence sur le sujet. Six grands groupes y sont présentés sur la base des connaissances les plus récentes : les plantes à fleurs, les oiseaux, les insectes, les lézards et serpents, les cnidaires et les poissons osseux.



Réf. 003456

Éditions Belin

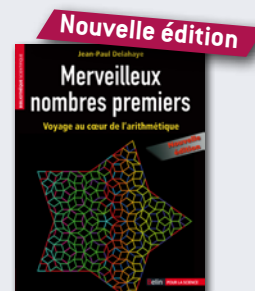
608 pages – 39,90 euros – ISBN 978-2-7011-3456-7

Merveilleux nombres premiers

Voyage au cœur de l'arithmétique

Jean-Paul Delahaye

Les nombres premiers fascinent. Connus dès les débuts de l'arithmétique, ils ont excité la curiosité de milliers de mathématiciens. Ils sont au cœur de la science des nombres, car tout entier se décompose de façon unique en un produit de facteurs premiers. Dans cet ouvrage, l'auteur mêle éclaircissements théoriques et anecdotes piquantes.



Réf. 075117

Éditions Belin / Pour la Science

296 pages – 28 euros – ISBN 978-2-8424-5117-2

50 expériences pour épater vos amis au jardin

Jack Guichard, Kamil Fadel et Guy Simonin

Voici 50 nouvelles expériences pour surprendre vos amis à la campagne ou sur votre terrasse : 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 ! Des expériences faciles à réaliser avec du matériel simple et la façon de réussir à coup sûr. Et aussi des compléments scientifiques et des indications sur les lieux où l'on peut observer ces phénomènes à grande échelle.



Réf. 090618*

Éditions Le Pommier

168 pages – 18,90 euros – ISBN 978-2-7465-0618-3



Réf. 075115

La logique, un aiguillon pour la pensée

Jean-Paul Delahaye

La logique a connu d'incroyables progrès depuis deux siècles : l'incomplétude de Gödel et l'indécidabilité de Turing ; la troublante loi de Benford ; les étranges hyper-ensembles, etc. Cet ouvrage sur la logique moderne des sciences intéressera autant mathématiciens que philosophes et curieux intrigués par le monde abstrait des raisonnements.

Éditions Belin / Pour la Science

200 pages – 27 euros – ISBN 978-2-8424-5115-8

Éloge de l'erreur

Laurent Degos

Nous construisons un monde nouveau dont nous découvrons les règles et auquel nous devons donner un sens. La multiplication des règles, protocoles, sanctions et procédures ne nous y aide pas. Sans l'erreur, moteur de l'évolution et de l'adaptation dans la vie comme dans la société, nous risquons de nous figer tandis que le monde continuera ses perpétuelles métamorphoses. Le tout est de savoir accepter l'erreur tout en minimisant les risques connus et attendus...

Éditions Le Pommier

128 pages – 12 euros – ISBN 978-2-7465-0650-3



Réf. 090650*

En partenariat
avec les éditeurs

Belin:
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777

Le Pommier

Tous ces livres sont
également disponibles
en librairie.



Classification phylogénétique du vivant

Tome 1 – 3^e édition

Guillaume Lecointre, Hervé Le Guyader

Savez-vous que vous êtes plus proches d'un bolet que d'une pâquerette ? Que les crocodiles sont plus proches des oiseaux que des lézards ? Ce livre, très illustré, présente l'arbre de la vie et une synthèse des connaissances sur le sujet.

Éditions Belin

560 pages – 43 euros – ISBN 978-2-7011-4273-9

Les gènes voyageurs

Éric Baptiste

Nouveauté



Réf. 005885

L'ADN est doué d'une incroyable capacité à se déplacer, sautant souvent d'un organisme vivant à l'autre. L'ouvrage montre en quoi ces nouvelles connaissances modifient profondément notre vision de l'évolution. Le lecteur y découvrira les nouvelles idées sur les origines du monde vivant et son devenir.

Éditions Belin/Pour la Science

192 pages – 19,50 euros – ISBN 978-2-7011-5885-3

Comprendre et enseigner la classification du vivant

Guillaume Lecointre (dir.)

Cette seconde édition revue et augmentée du livre de référence pour l'enseignement de la classification du vivant propose un rappel synthétique des connaissances essentielles, ainsi que des outils pédagogiques développés à partir de collections rigoureusement sélectionnées d'organismes vivants.

Éditions Belin

360 pages – 27,90 euros – ISBN 978-2-7011-4798-7



Réf. 004798

Vive l'AGRO-RÉVOLUTION française !

Vincent Tardieu

Alors que la Terre comptera 9 milliards de bouches à nourrir en 2050, nombreux sont ceux qui pensent qu'il n'y a pas d'alternative à l'agriculture chimique et industrielle. Et pourtant... Oui, on peut nourrir la planète tout en préservant l'environnement ! Oui, nos paysans peuvent vivre mieux et être plus nombreux !

Éditions Belin

480 pages – 22 euros – ISBN 978-2-7011-5973-7



Réf. 005973

LA SÉLECTION POUR LA SCIENCE C'EST AUSSI...

Guide critique de l'évolution

Guillaume Lecointre (dir.)

Éditions Belin

576 pages – 36,05

ISBN 978-2-7011-4797-0

Réf. 004797



Galois, le mathématicien maudit

Norbert Verdier

Éditions Belin / Pour la Science

144 pages – 18,25 euros

ISBN 978-2-8424-5112-7

Réf. 075112



Mathématiques pour le plaisir

Jean-Paul Delahaye

Éditions Belin / Pour la Science

208 pages – 25,40 euros

ISBN 978-2-8424-5104-2

Réf. 075104



Pour commander ces ouvrages

renvoyez le bon de commande ci-dessous

ou connectez-vous sur www.pourlascience.fr/librairie

[sauf références signalées par un * sur www.editions-belin.fr]

BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement à : Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • Tél. : 0 805 655 255 • e-mail : pourlasciencevpc@daudin.fr

☐ Oui, je commande les livres présentés dans la sélection de *Pour la Science*. Je reporte les titres, prix et références à 6 chiffres correspondant aux ouvrages choisis :

Titre	Réf.	Prix
		€
		€
		€
		€
		€
		€
Frais de port (4,90 € France – 12 € étranger)	+	€
Total à régler	=	€

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

C.P. : | | | | | Ville : _____

Pays : _____ Tél. : | | | | | (facultatif)

E-mail : | | | | | @ | | | | |

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

Numéro | | | | |

Date d'expiration | | | | |

Cryptogramme | | | | |

Signature obligatoire

Belin
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

LOGIQUE & CALCUL

Qu'est-ce qu'un objet complexe ?

La profondeur logique de Bennett, notion proposée il y a 35 ans, nous rapproche d'une compréhension scientifique de l'idée de complexité.

Jean-Paul DELAHAYE

Les différentes étapes de l'évolution de l'Univers décrites par la cosmologie semblent montrer qu'il se « complexifie ». De même, les écosystèmes terrestres comportent des éléments de plus en plus nombreux et variés interagissant de façon toujours plus subtile et délicate. À une échelle de temps plus réduite, on évoque la « complexification » des sociétés humaines, des échanges sociaux et commerciaux, des objets technologiques et des théories scientifiques. Mais qu'est-ce qui augmente quand on parle de complexité croissante ? Peut-on mesurer cette « complexité » ?

Nombre d'idées ont été proposées pour définir et évaluer la complexité des objets, des processus et des interactions. L'une des propositions, la profondeur logique de Charles Bennett, retient l'attention générale. Grâce à des résultats accumulés depuis son introduction en 1977, elle constitue la piste la plus sérieuse pour une définition scientifique robuste de complexité structurelle ou de richesse en organisation. La mise au point d'outils qui, dans certains cas, la mesurent, permet d'envisager des applications.

Sans surprise, la théorie du calcul est au cœur de la définition proposée par Ch. Bennett, physicien américain connu pour ses recherches en mécanique quantique et en thermodynamique. Qu'un physicien ait recouru à la théorie du calcul suggère que la formulation de Ch. Bennett, qui s'appuie sur

la notion de programme, s'impose et n'est pas juste une façon pour les informaticiens de se hausser du col !

Selon la vision de Ch. Bennett, la complexité structurelle d'un objet (qu'il dénomme profondeur logique) est la longueur du calcul, mesurée en cycles de machine ou plus généralement en ressources de calcul (temps, mémoire ou parallélisme), nécessaire pour qu'un programme court en produise une description explicite et détaillée.

Le résultat d'un programme court, mais d'un long calcul

Quand la description complète d'un objet est produite rapidement par un programme court (comportant peu d'instructions), les objets ne sont pas complexes. C'est le cas par exemple pour un bloc de cristal, où le même motif élémentaire – la maille – se répète dans toutes les directions. C'est aussi le cas d'une suite numérique périodique comme 010101...01 (un million de fois). Ces deux objets ne sont pas complexes. Les objets de structure simple possèdent des programmes minimaux courts et ceux-ci produisent leurs résultats sans mettre en œuvre d'importantes ressources de calcul. De tels objets ont une faible « profondeur logique de Bennett ».

Il existe une seconde catégorie d'objets pauvres en structures. Une suite s'indiquant

le résultat d'un million de tirages à pile ou face est faiblement organisée et n'est donc pas structurellement complexe. Un programme court qui en permet l'écriture sera nécessairement de la forme « imprimer s ». Un tel programme s'exécute lui aussi rapidement, car il ne contient aucune boucle ou partie longue à faire fonctionner. Un objet purement aléatoire aura donc une faible profondeur logique de Bennett.

Pour être authentiquement organisé ou structurellement complexe, un objet doit pouvoir être décrit assez brièvement par un programme, ou quelque chose qui y ressemble, dont le fonctionnement est long. On a des raisons de croire que c'est le cas d'un microprocesseur, d'une ville, d'un mammifère, qui sont parmi les objets les plus structurellement complexes que nous connaissons.

Lorsqu'on attribue une grande complexité structurelle à un objet, c'est qu'on voit ou croit voir en lui les traces d'une longue histoire causale assimilable à un calcul. Cette histoire y a forgé les relations qu'entretiennent ses différentes parties et qui constituent sa complexité d'organisation. Si l'on accepte l'idée qu'il est beaucoup plus probable que l'objet qu'on qualifie de structurellement complexe provienne d'une dynamique longue, mais définissable assez simplement, plutôt que d'un processus bref qui l'aurait engendré par chance, alors l'idée de Ch. Bennett de prendre en compte le temps de calcul des programmes les plus