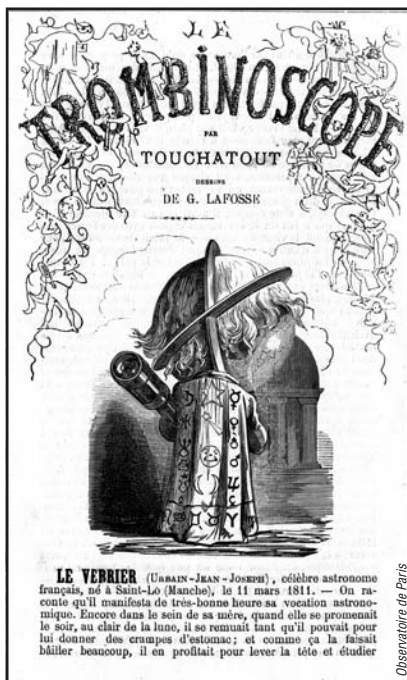


Or ce qui, chez Delaunay, n'est peut-être qu'une maladresse de langage se retrouve plus tard sous des plumes aussi savantes que celles de Simon Newcomb (1878), Félix Tisserand (1889) ou encore André Danjon (1946). Ces prestigieux auteurs ont tous écrit, sans aucune ambiguïté, que Galle a observé Neptune à moins de 1° – ou même à $52'$ – de la position indiquée par Le Verrier. L'écart en longitude héliocentrique s'est changé en une simple distance angulaire sur la voûte céleste, mesure naturelle de l'« erreur » commise par Le Verrier et qui, d'une certaine façon, a été « observée » à Berlin.

C'est d'ailleurs au calcul de cette distance angulaire que l'on s'attendait de la part de Le Verrier, et cela d'autant plus qu'à l'inverse de l'écart en longitude héliocentrique, elle était accessible à l'époque de la découverte. En se référant au repère géocentrique, les formulations gagnent en simplicité et en crédibilité, avec toutefois l'inconvénient majeur... d'énoncer des contrevérités. Car contrairement à ce qui est affirmé, la distance angulaire en question n'était pas inférieure au degré. Un calcul que Le Verrier et ses successeurs pouvaient facilement effectuer montre qu'elle était d'environ $1^\circ 03'$, en accord avec les indications portées sur la carte céleste utilisée à Berlin (voir la figure en bas de la page 72). Notons que cette distance angulaire dépasse l'écart en longitude géocentrique ($54,7'$). Cette différence est due au fait que Neptune n'était pas exactement sur l'écliptique (sa latitude géocentrique était non nulle).

Une faute d'une étonnante longévité

Il est invraisemblable que personne n'ait noté le défaut du calcul des $52'$ par Le Verrier, au moins à l'époque. Mais il faut reconnaître que chicaner sur un point de détail, sans incidence sur l'énorme travail accompli, celui que la découverte de Neptune venait de propulser sur le devant de la scène scientifique, aurait été mal perçu. Arago avait donné le ton en déclarant que « cette découverte restera un des plus magnifiques triomphes des théories astronomiques, une des gloires de l'Académie, un des plus beaux titres de notre pays à la reconnaissance et à l'admiration de la postérité », et de semblables propos furent tenus à l'étranger. En résumé, comme l'a écrit plus tard Danjon, « l'enthousiasme



SI LE SUCCÈS DE LE VERRIER fut salué, il n'accrut pas le nombre de ses amis, et la presse ne se priva pas de quelques caricatures bien senties, telle celle-ci, publiée en 1872 dans *Le Trombinoscope*. Mais personne ne songea à remettre en cause son calcul des $52'$.

■ SUR LE WEB

L'Observatoire de Paris consacre une belle exposition virtuelle à Le Verrier : <http://expositions.obspm.fr/leverrier/index.html>

■ BIBLIOGRAPHIE

J. Gapaillard, *By how much did Le Verrier err on the position of Neptune ?*, *Journal for the History of Astronomy*, sous presse.

J. G. Hubbell et R. W. Smith, *Neptune in America : Negotiating a discovery*, *Journal for the History of Astronomy*, vol. 23, pp. 261-291, 1992.

J. Lequeux, *Le Verrier. Savant magnifique et détesté*, EDP Sciences/Observatoire de Paris, 2009.

ne connut pas de bornes». Le Verrier fut comblé d'honneurs. Notamment, en 1846, la *Royal Society* lui décerna la prestigieuse *Copley Medal* et, en 1854, il prit la tête de l'Observatoire de Paris.

Quant à ceux qui ne se sont pas aperçus de l'erreur, victimes du poids de l'autorité de Le Verrier, ils n'avaient pas pensé à vérifier le bien-fondé d'une affirmation émanant d'une sommité scientifique.

Il est plus inattendu, en revanche, que les $52'$ aient été présentées par la suite – et le soient encore aujourd'hui – comme la distance angulaire entre les deux positions planétaires sur la sphère céleste. Dans ce cas encore, la source primaire est tombée dans l'oubli, mais l'erreur n'est pas le produit d'un seul acteur. Il s'agit plutôt d'une tradition qui s'est installée au fil des décennies, acquérant d'autant plus de force qu'elle était relayée par d'éminents astronomes. Rien d'étonnant, dans ces conditions, que leurs successeurs continuent à tomber dans le piège que leur tend cette tradition fautive.

L'histoire de l'astronomie moderne est émaillée de différents types d'erreurs ayant persisté de nombreuses années. Par exemple, des observations surinterprétées, qui ont fait croire à l'existence d'un satellite de Vénus, ou de canaux sur Mars. Ou des erreurs dues à l'insuffisance des connaissances théoriques de l'époque – par exemple la recherche de la planète Vulcain, que Le Verrier croyait responsable de l'avance du périhélie de Mercure par rapport aux prévisions de la mécanique céleste, alors qu'il s'agit d'un phénomène relativiste. Ou encore des erreurs historiques comme celle de l'attribution de la théorie de l'expansion de l'Univers à Edwin Hubble en 1929 et non à Georges Lemaître, qui l'a pourtant devancé de deux ans.

Cependant, les inexactitudes sur l'« erreur » de Le Verrier sont d'une tout autre nature. Il s'agit ici d'astrométrie classique. Les erreurs commises ont perduré au-delà d'un siècle et demi, alors qu'elles auraient pu être détectées dès l'origine. Sans doute s'agit-il d'erreurs sans incidence, anecdotiques par rapport à l'événement considérable que fut la découverte de Neptune. Il reste que ces défauts mettent en lumière un curieux dysfonctionnement d'une communauté scientifique. Malgré la nature numérique de l'erreur scientifique, des inexactitudes ont été entretenues par ceux-là mêmes qui semblaient pourtant tout désignés pour les pointer du doigt... Le cas est-il unique ? ■

Offre spéciale SCIENCE

POUR LA

réservée à nos lecteurs



1 an d'abonnement à l'Offre Passion

70,39 € au lieu de ~~102,80 €~~ prix de vente au numéro

12 numéros *Pour la Science* + 4 hors-séries *Dossier Pour la Science*

le livre *Incertitudes sur le climat*

de Katia et Guy Laval **19,60 €** tarif public

Éd. Belin / Pour la Science 2013 - 272 pages - 140 x 220 mm

Tarif
préférentiel
26%
de réduction !

** Par rapport au prix de vente public

89,99 €

seulement
au lieu de ~~122,40 €~~
ou 76 € l'abonnement seul

BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA
SCIENCE

À compléter et à retourner, accompagné de votre règlement, dans une enveloppe non affranchie à : Groupe Pour la Science Service abonnements - Libre réponse 90 382-75 281 - Paris Cedex 06

☐ **OUI, je souhaite bénéficier cette offre spéciale au prix de 89,99 €* au lieu de 122,40 €, prix de vente public.** Cette offre couplée comprend le livre *Incertitudes sur le climat* (1CLIMA) et 1 an d'abonnement **Passion** incluant le magazine *Pour la Science* (12 n°s) + le hors-série *Dossier Pour la Science* (4 n°s) + l'accès numérique offert aux n°s reçus.

☐ **Je souhaite m'abonner uniquement à l'Offre Passion du magazine *Pour la Science* (12 n°s + 4 hors-séries) pendant 1 an au prix de 76 €* au lieu de 102,80 € prix de vente au numéro.**

* Pour un abonnement à l'étranger, participation aux frais de port à ajouter pour les 2 offres : Europe 16 € - autres pays 35 €.

Mes coordonnées

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____ Code postal : _____

Ville : _____ Pays : _____ Tél. : _____

Mon e-mail pour recevoir la Newsletter *Pour la Science* : _____

Mon mode de règlement

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

☐ Par carte bancaire N° _____

Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire

Frais
de port
OFFERTS



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 cette case ☐

PLS4518 Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/05/2015

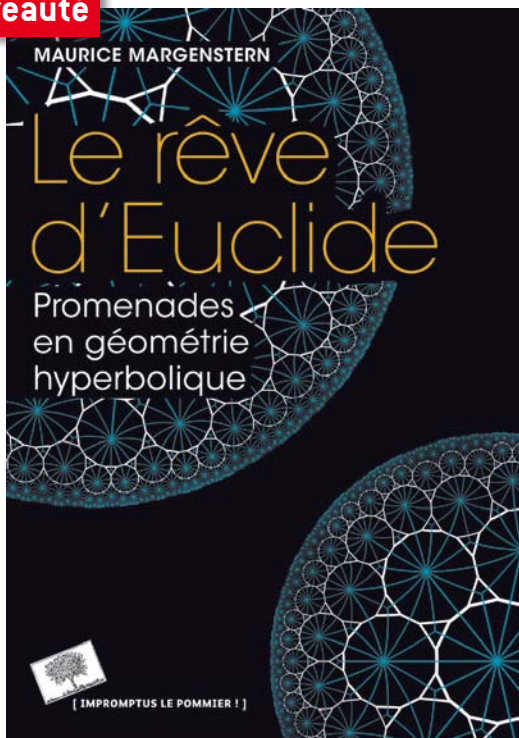
La sélection de livres

■ POUR LA

SCIENCE

Quel rêve a fait Euclide ? Avez-vous déjà rencontré « Chury » ? Regardé le monde à travers le prisme de la physique ? Grâce à cette sélection de livres, continuez à explorer la science avec gourmandise.

Nouveauté



Le rêve d'Euclide

Promenades en géométrie hyperbolique

Maurice Margenstern

Réf.74650775

Tout commence, 300 ans avant notre ère, avec Euclide et son fameux axiome « Par un point du plan pris hors d'une droite, il passe dans ce plan exactement une parallèle à cette droite. » Or, cet axiome sonne plutôt comme un théorème, et un théorème, pour tout mathématicien qui se respecte... ça se démontre !

Et les ennuis commencent pour des générations entières de mathématiciens, qui, les uns après les autres, vont s'épuiser dans d'impossibles démonstrations.

Il faudra attendre le XVII^e siècle pour que certains esprits plus libres, plus inventifs, adoptent un point de vue libérateur où, par un point du plan pris hors d'une droite, il passe... deux parallèles à cette droite ! Du jamais vu !

Bienvenue en géométrie hyperbolique, un monde qui a inspiré autant les mathématiciens que les artistes, et qui a initié le développement de l'informatique. Rien que cela !

Éditions Le Pommier 2015

224 pages – 25 € - 978-2-7465-0775-3



À la rencontre des comètes

De Halley à Rosetta

Thérèse Encrenaz et James Lequeux

Réf.70119206

Que nous apprennent les comètes sur les premiers âges du Système solaire ? Comment les scientifiques ont-ils finalement découvert le secret de leur trajectoire ? Et que savons-nous de leur origine ? Un livre à la pointe de l'actualité, écrit par deux vulgarisateurs hors pairs.

Éditions Belin 2015

160 pages – 22,90 € - 978-2-7011-9206-2

En partenariat avec les éditeurs

Belin:
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



Pour commander ces ouvrages www.pourlascience.fr/librairie

ou en renvoyant le bon de commande ci-contre.



De la Joconde aux tests ADN, jusqu'où ira la chimie ?

Stéphane Sarrade

Réf.74650884

Surveillance de notre santé, traque des polluants de notre environnement, détection des fraudes alimentaires, résolution d'affaires criminelles... : jusqu'où donc ira la chimie analytique ? Pour autant, peut-on tout mesurer ?

Éditions Le Pommier 2015
128 pages – 7,90 € - 978-2-7465-0884-2



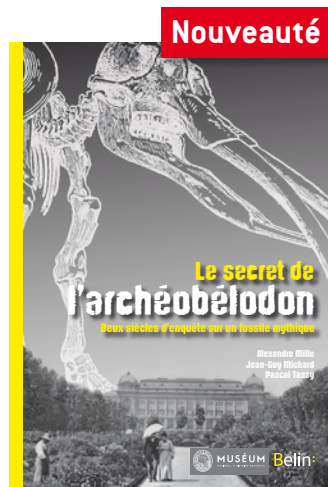
Le robot, meilleur ami de l'homme ?

Rodolphe Gelin

Réf.74650883

Quel chemin reste-t-il à parcourir aux chercheurs en robotique pour que les robots humanoïdes, censés nous aider dans notre vie quotidienne, deviennent de véritables compagnons ?

Éditions Le Pommier 2015
128 pages – 7,90 € - 978-2-7465-0883-5



Nouveauté

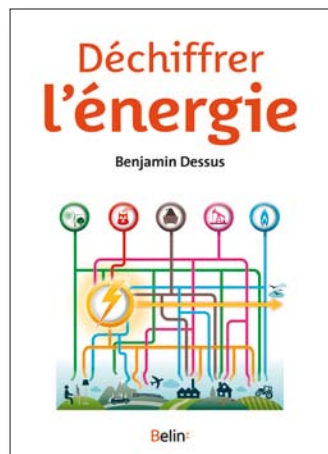
Le secret de l'archéobélon

Alexandre Mille,
Jean-Guy Michard
et Pascal Tassy

Réf.70119298

Ce livre raconte 200 ans d'enquête passionnante par le Muséum d'histoire naturelle, pour reconstituer l'animal à qui appartenait une dent découverte en 1804, puis pour déterminer qui était vraiment son propriétaire, un mastodonte, ancêtre de l'éléphant, ayant vécu il y a plusieurs millions d'années.

Éditions Belin 2015
224 pages – 23 € - 978-2-7011-9298-7



Déchiffrer l'énergie

Benjamin Dessus

Réf.70116440

Par l'un des meilleurs spécialistes du sujet, voici une synthèse unique, richement illustrée de graphes et schémas explicatifs, pour s'y retrouver dans l'avalanche de chiffres et de données et comprendre les enjeux cruciaux de la transition énergétique.

Éditions Belin 2014
384 pages – 29,90 € - 978-2-7011-6440-3

BON DE COMMANDE

À retourner accompagné de votre règlement à :

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

☐ **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. : _____

E-mail : _____

@ _____

*facultatif

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



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 ☐.

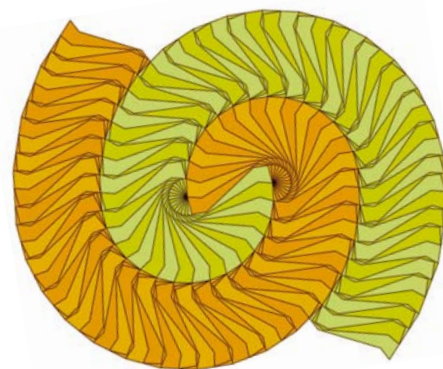
Tous ces livres sont également disponibles en librairie.

LOGIQUE & CALCUL

Le défi de la sixième couronne

Une figure plane peut-elle paver une grande surface sans qu'il lui soit possible de paver le plan tout entier ? Ce problème dit de Heesch est posé depuis 1968.

Jean-Paul DELAHAYE



Les mathématiciens s'intéressent aux pavages du plan par des formes géométriques aussi simples que possible. Ils les classent en considérant leur symétrie, conçoivent des algorithmes qui en découvrent de nouveaux, étudient les formes n'autorisant que des motifs apériodiques, etc. À côté de ces problèmes classiques, certains traitent non pas ce qui se passe sur le plan entier, mais ce qui se passe localement autour d'un point ou d'un pavé : ce sont les problèmes d'entourages. Nous en présenterons deux. Le premier est

aujourd'hui résolu. Le second, malgré des progrès réguliers, reste mystérieux.

Commençons par une énigme élémentaire en apparence. On se donne une forme plane, un pavé P . Pouvons-nous l'entourer totalement d'une couronne composée de copies de P , en ne laissant aucun espace libre entre les différents pavés utilisés ? Quel est le nombre minimal de copies de P nécessaire à un tel entourage ?

Un pavé carré s'entoure sans mal de six carrés identiques (*ci-dessous*, a), et c'est le minimum ; mieux, tout rectangle (non carré !) s'entoure de quatre copies de lui-même (b) ;

mieux encore, certains pavés s'entourent avec seulement trois copies d'eux-mêmes (c).

Évitons tout malentendu sur le mot couronne. La couronne qui entoure un pavé P doit avoir une certaine épaisseur non nulle e : la distance minimum entre un point extérieur aux pavés et un point du pavé central P doit toujours être supérieure à e . Des pavés autour d'un pavé P (ou d'un ensemble E de pavés) sont considérés comme une couronne pour P (ou pour E) si la suppression d'un seul pavé de la couronne met en contact l'extérieur de la zone pavée avec le pavé central (ou avec E).

PEUT-ON ENTOURER PARFAITEMENT

un pavé avec des copies de lui-même ?

Le dessin a montre un pavé carré entouré par une couronne de six carrés ; pour un rectangle, quatre copies suffisent (b). Certains pavés sont entourés en n'utilisant que trois exemplaires d'eux-mêmes (c). Peut-on trouver un pavé dont deux copies suffisent à lui composer une couronne d'épaisseur non nulle ? Le problème a été résolu par Casey Mann, qui a utilisé une famille de pavés découverts en 1936 par Heinz Voderberg. Le polygone à neuf côtés de Voderberg (d) pave le plan de manière périodique, mais aussi en formant une spirale (*ci-dessus*, à côté du titre). Deux copies du pavé de Voderberg peuvent l'entourer (e), et même entourer deux exemplaires collés du pavé (f). Cependant, la couronne ainsi formée est infiniment mince en deux points, ce qui n'est pas satisfaisant. Casey Mann a corrigé ce défaut en modifiant la forme du pavé de Voderberg (g, h et i).

