

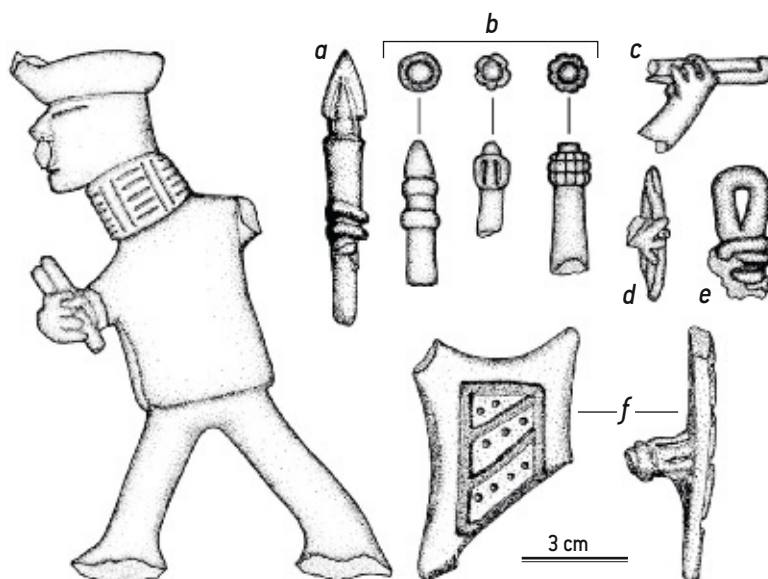
ture entourant le point d'observation Ouest, la tour la plus orientale, la place centrale du complexe précédant le grand espace cérémoniel, pour se terminer au bout de ce dernier sur une petite plate-forme construite à son extrémité Est (voir l'encadré page 82). Or il coïncide à peu près avec l'axe reliant le soleil levant du solstice d'hiver au soleil couchant du solstice d'été...

L'existence d'un lien entre l'architecture sacrée d'une culture et sa perception du monde est connue. L'orientation de ses bâtiments sacrés peut par exemple indiquer les événements astronomiques notables; leur dessin peut suggérer à quelle date particulière on a cherché à investir un lieu de quelque «pouvoir sacré». Pour autant, les orientations et les formes données aux sites sacrés d'une culture ne peuvent être établies qu'à partir de ses catégories et de sa cosmologie, dont, le plus souvent, on ne dispose pas... Quel que soit l'intérêt de l'interprétation astronomique d'un alignement de bâtiments ou de l'orientation de l'un d'eux, le risque est grand qu'elle soit fautive, ne serait-ce que parce que les alignements astronomiques sont légion!

Il semble plus fiable en revanche de supposer des liens entre l'observation du mouvement solaire et l'ordonnement des activités saisonnières, telles que les fêtes religieuses ou les travaux agricoles les plus importants. La configuration spatiale de Chanquillo est à cet égard tout à fait claire.

Tout d'abord, le site présente deux points d'observation et aucune ambiguïté n'existe au moins pour celui situé à l'Ouest, puisqu'il est matérialisé par une structure prouvant sa fonction. Ensuite, la colline des Treize tours couvre précisément la course du Soleil entre son lever et son coucher, et se voit des deux points d'observation. Cela fixe les choses, et nous évite de faire jouer un rôle sans véritable raison à tel ou tel objet astronomique parmi les nombreux visibles sur la sphère céleste. D'une importance majeure dans de nombreuses cultures, les levers et couchers du soleil aux solstices sont en outre clairement marqués par la disposition des tours, qui semblent être les lointains ancêtres des tours d'observation solaire que l'on rencontrera plus tard chez les Incas.

Que pouvons-nous en conclure sur les gens qui ont construit Chanquillo? Tout indique que sur les places et dans les édifices qui jouxtent les Treize tours, des foules participaient à des rituels et à des



4. CES FRAGMENTS DE POTERIE indiquent le genre d'armements qu'utilisaient les guerriers de la culture de Chanquillo. Il s'agissait notamment de lances (a), de casque (b), de propulseurs de sagaies (c), de pointes (poignard ?) (d), de frondes (e) et de boucliers (f).

banquets liés à l'observation et à l'interprétation des mouvements solaires. L'accès aux points d'observation semble en revanche avoir été restreint à une certaine «prêtrise», qui maîtrisait non seulement le temps, mais aussi une idéologie afférente et les rites calendaires associés. Ces prêtres organisaient vraisemblablement de grandes réunions à Chanquillo.

Le culte solaire, instrument de pouvoir

Pareille ambiance suggère qu'une classe sociale centralisait le pouvoir. Or les fouilles ont livré des figurines de guerriers en céramique équipés d'armes, de boucliers et d'autres formes de protection corporelle (voir les figures 3 et 4). Les figurines portent aussi des marques de statut: coiffures et tuniques élaborées, colliers, ornements pectoraux ou nasaux, etc., qui décoraient et protégeaient. Ces «grades» évoquent le rôle social éminent de chefs de guerre. Le pouvoir était-il centralisé entre leurs mains? En tout cas, nous pensons qu'à Chanquillo, comme 2000 ans plus tard chez les Incas, un culte solaire et une cosmologie servaient à légitimer l'autorité d'une élite. Il est donc probable que les Treize tours aient servi à établir le calendrier solaire utilisé par la culture de Chanquillo, et tout particulièrement par son élite pour manifester et entretenir sa domination. ■

✓ BIBLIOGRAPHIE

I. Ghezzi et C. Ruggles, **Chanquillo: A 2300-year-old solar observatory in coastal Peru**, *Science*, vol. 315, pp. 1239-1243, 2007.

I. Ghezzi, **Religious warfare at Chanquillo**, *Andean Archaeology III*, pp. 67-84, W. Isbell et H. Silverman [dir.], Springer, 2006.

J. R. Topic et T. L. Topic, **Hacia una comprensión conceptual de la guerra andina**, *Arqueología, antropología e historia en los Andes: Homenaje a María Rostworowski*, pp. 567-590, R. Varón Gabai et J. Flores Espinoza [dir.], *Historia Andina*, vol. 21, Instituto de Estudios Peruanos, Lima, 1997.

R. T. Zuidema, **El sistema de ceques del Cuzco: La organización social de la capital de los incas**, PUCP edición, Lima, 1995.

B. S. Bauer et D. S. P. Dearborn, **Astronomy and empire in the ancient Andes: The cultural origins of Inca sky watching**, University of Texas Press, 1995.

www.idarq.org/chanquillo.htm

La sélection de livres

■ POUR LA SCIENCE

Ce mois-ci *Pour la Science* vous propose de découvrir les livres scientifiques les plus plébiscités par nos lecteurs. N'attendez plus pour composer vous aussi votre bibliothèque scientifique idéale !

En partenariat
avec les éditeurs



Tous ces livres sont également disponibles en librairie.

La physique par les objets quotidiens

Cédric Ray et Jean-Claude Poizat

Largement illustré et à la portée de tous, ce livre détaille la physique à l'œuvre dans une quinzaine d'objets comme le CD-ROM, le four à micro-ondes, le GPS, l'écran LCD, etc.

Éditions Belin/Pour la Science 2007
160 pages – 24,25 euros – ISBN 978-2-7011-4552-5



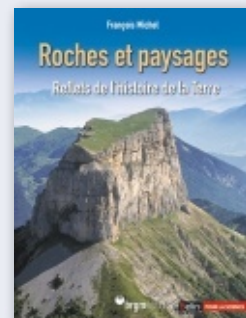
Réf. 004552

Roches et paysages Reflets de l'histoire de la Terre

François Michel

En partant d'exemples concrets, l'auteur explique avec un vocabulaire simple la formation des roches et des paysages ainsi que les grands événements tectoniques qui affectent la Terre et la remodelent. Un livre abondamment illustré de cartes géologiques, de schémas explicatifs et de plus de 400 photos.

Éditions Belin/Pour la Science 2005
256 pages – 21,85 euros – ISBN 978-2-7011-4081-0



Réf. 004081

La Terre avant les dinosaures

Sébastien Steyer et Alain Bénéteau

Retrouvez l'histoire des premiers vertébrés à quatre pattes, avec plus de 100 reconstitutions pour beaucoup inédites, ainsi que de nombreuses photos de fossiles. Un livre événement pour tous les passionnés des mondes perdus !

Éditions Belin/Pour la Science 2009
208 pages – 25,90 euros – ISBN 978-2-7011-4206-7



Réf. 004206

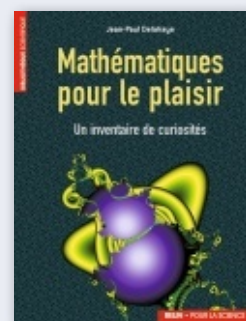
Mathématiques pour le plaisir

Un inventaire de curiosités

Jean-Paul Delahaye

Les mathématiques ne se réduisent pas – heureusement – à ce qu'on nous en apprend à l'école. Partout présentes, elles sont une source de joie et d'épanouissement pour celui qui sait y consacrer un peu d'attention et d'esprit ludique. Dans cet ouvrage, découvrez pourquoi les mathématiques sont faciles et comment s'y adonner est un plaisir.

Éditions Belin/Pour la Science 2010
208 pages – 25,40 euros – ISBN 978-2-8424-5104-2



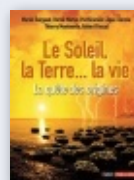
Réf. 075104

Le Soleil, la Terre... la vie

M. Gargaud, H. Martin, P. Lopez-Garcia, T. Montmerle et R. Pascal

Comment le Soleil puis la Terre sont-ils nés ? Quand les premiers continents se sont-ils formés ? Quand et comment la vie a-t-elle émergé ? Ce livre apporte des éléments de réponses grâce aux regards croisés et inédits d'une biologiste, de deux astrophysiciens, d'un chimiste et d'un géologue.

Éditions Belin/Pour la Science 2009
304 pages – 27,40 euros – ISBN 978-2-7011-4799-4



Réf. 004799



Réf. 004900

Éditions Belin/Pour la Science 2009

224 pages – 25,90 euros – ISBN 978-2-7011-4900-4

L'astronomie des Anciens

Yaël Nazé

Dans cet ouvrage richement illustré, l'auteur nous invite à un voyage passionnant aux origines de l'astronomie. Une incroyable histoire au cœur des civilisations les plus anciennes.

Ce que disent les minéraux



Réf. 004729

Éditions Belin/Pour la Science 2008

160 pages – 23,85 euros – ISBN 978-2-7011-4729-1

Patrick Cordier et Hugues Leroux

À la surface de la Terre, dans le Système solaire, aux confins de l'Univers, dans le tréfonds de notre planète, les auteurs nous invitent à écouter le message des minéraux. Un livre étonnant pour un fabuleux voyage avec les minéraux.



Réf. 075105

La physique buissonnière

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

Une plante plus rapide qu'une mouche, un tuyau qui parle, une cape qui rend invisible, etc. La nature est pleine de surprises pour qui veut bien s'aventurer hors des sentiers battus. Passionnés de physique, les auteurs vous invitent à une promenade sur des chemins de traverse pour comprendre cette physique du quotidien.

Éditions Belin/Pour la Science 2009

160 pages – 22,35 euros – ISBN 978-2-8424-5105-9

Atmosphère, océan et climat

R. Delmas, S. Chauzy, J.-M. Verstraete et H. Ferré

Ce livre a l'ambition d'expliquer de façon simple mais précise le fonctionnement de l'atmosphère, de l'océan et leur interaction, afin d'amener le lecteur à comprendre les enjeux et les incertitudes concernant l'évolution du climat.

Éditions Belin/Pour la Science 2007

288 pages – 30,45 euros – ISBN 978-2-7011-4508-2



Réf. 004508

Panorama de la physique

Sous la direction de Gilbert Pietryk

Ce livre dresse un panorama de la physique moderne des années 1950 jusqu'aux résultats les plus récents, à travers 150 sujets, chacun traité sur une double page illustrée. Une référence indispensable.

Éditions Belin/Pour la Science 2007

304 pages – 27,90 euros – ISBN 978-2-7011-3972-2



Réf. 003972

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

Pourquoi aime-t-on la musique ?

Silvia Bencivelli

Éditions Belin/Pour la Science 2009

144 pages – 18,90 euros

ISBN 978-2-7011-4938-7

Réf. 004938



Cerveau, drogues et dépendances

Lucas Salomon

Éditions Belin/Pour la Science 2010

144 pages – 23,50 euros

ISBN 978-2-7011-5113-7

Réf. 005113



Maux d'artistes

Sebastian Dieguez

Éditions Belin/Pour la Science 2010

176 pages – 25,40 euros

ISBN 978-2-8424-5101-1

Réf. 075101



Pour commander ces ouvrages www.pourlascience.fr/librairie *

ou en renvoyant le bon de commande ci-dessous.

BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement à : Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • Tél. : 0 808 655 255 • e-mail : pourlascience@audin.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.* : _____

E-mail* : _____

*pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscules).

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 ☐.

DPL414

HISTOIRE DES SCIENCES

Le mystérieux abaque de Gerbert d'Aurillac

Au X^e siècle, un jeune moine français inventa un abaque qui, pour la première fois, permettait d'effectuer des divisions. Alors qu'en Occident, on énumérait en chiffres romains, il utilisa une numérotation très proche des chiffres arabes.

Alain SCHÄRLIG

Calculer au X^e siècle n'était pas une mince affaire. Les nombres étant notés en chiffres romains, il était impossible de poser une opération par écrit. Essayez d'additionner DCCCLXXVI et CCCLXXXVII (qui s'écrivaient d'ailleurs dcccclxxvj et ccclxxxvij, en cursives liées, voir la figure 2, partie haute) ! Aussi employait-on une représentation physique des nombres sous forme de jetons identiques disposés sur des lignes parallèles tracées sur une table (voir la figure 4). Nommées abaque, ces lignes constituaient, avec les jetons, la machine à calculer de l'époque. On y lisait les résultats, qu'on écrivait ensuite, par exemple, sur une feuille de compte.

Effectuer une addition à l'aide d'un abaque était relativement aisé (de nos jours, un enfant de dix ans l'apprend facilement) ; la soustraction était plus délicate ; la multiplication demandait un grand nombre de manipulations ; et la division était tout simplement hors de portée.

Pape de l'an mil

C'est alors qu'un moine, Gerbert d'Aurillac, inventa un abaque révolutionnaire – bien plus compliqué, certes, au maniement beaucoup plus lourd, mais qui permettait d'effectuer des divisions. Cette invention resta confinée à quelques monastères. Pourtant, elle aurait dû faire le bonheur des comptables. Surtout, Gerbert y utilisait, pour la première fois en Occident, une notation qui s'imposa deux siècles plus tard comme un système de numération bien pratique pour

les calculs : les chiffres arabes. Pourquoi Gerbert éprouva-t-il le besoin de construire un tel abaque ? Comment fonctionnait-il ? Quelle inspiration guida Gerbert ? Pourquoi ne poussa-t-il pas plus loin ses réflexions sur les chiffres arabes, jusqu'à présenter lui-même le système de numération qu'ils sous-

tendent ? Telles sont les questions auxquelles nous allons essayer de répondre.

Gerbert d'Aurillac est surtout connu pour la fonction qu'il occupa de 999 à 1003, date de son décès : il fut le premier pape français, sous le nom de Sylvestre II. Suite au décès subit du pape Grégoire V, l'empereur du Saint empire romain germanique dont il était le protégé, Othon III, l'avait fait nommer au poste suprême de l'Église catholique. Il était alors archevêque de Ravenne, en Italie, depuis un an, et avait tout juste 50 ans. Mais Gerbert était aussi un savant, réputé en Europe pour ses connaissances en astronomie, et un enseignant novateur de cette discipline.

Né dans une famille modeste peu avant 950, il était entré comme oblat, c'est-à-dire comme enfant offert, au monastère Saint-Géraud, à Aurillac dans le Massif central, où il était devenu moine bénédictin. À l'instigation de son abbé, qui espérait sans doute le voir revenir instruit et capable de dispenser un enseignement supérieur, il avait séjourné en Catalogne de 967 à 970 sous la protection du comte de Barcelone Borrell II, qui l'avait confié à Hatton, évêque de Vich, une commune voisine de Barcelone. Hatton était réputé très savant dans les quatre disciplines du *quadrivium*, la seconde partie de l'enseignement des « arts », qui comportait l'arithmétique, la géométrie, l'astronomie et la musique. Gerbert avait déjà suivi à Aurillac la première partie de l'enseignement, le *trivium*, qui comportait la grammaire, la rhétorique et la dialectique.



1. LA STATUE DE GERBERT à Aurillac, érigée dans les années 1850 en l'honneur du pape de l'an mil. La tiare papale à trois niveaux est un anachronisme : les papes ne l'ont portée qu'à partir du XIV^e siècle.

Nolege / Wikimedia Commons