

BIBLIOGRAPHIE

V. Delecourt, M. Hittinger et C. Muller, **Réfrigération magnétique appliquée au froid**, *Revue générale du froid et du conditionnement d'air*, pp. 50-56, avril 2014.

H. R. El-Hana Boucekara et M. Nahas, **Magnetic refrigeration technology at room temperature**, dans V. Barsan (éd.), *Trends in Electromagnetism - From Fundamentals to Applications*, InTech, 2012 (<http://dx.doi.org/10.5772/33789>).

Retrouvez la rubrique
Idées de physique sur
www.pourlascience.fr

certaine proportion des spins se retrouvent alors dans le sens opposé au champ, dans l'état de plus haute énergie. Quelle est cette proportion ?

De façon remarquable, la physique statistique montre qu'indépendamment de la nature des interactions, cette proportion ne dépend que de la température absolue T et de l'écart d'énergie ΔE entre les niveaux. C'est la loi de Boltzmann : le logarithme du rapport des populations des deux niveaux est proportionnel au quotient $\Delta E/T$, le niveau inférieur étant le plus peuplé. Dans notre cas, ΔE est proportionnel au champ magnétique. Cela signifie qu'à l'équilibre, lorsqu'on augmente la température à champ constant, ou lorsqu'on diminue le champ à température constante, on peuple l'état de haute énergie (voir la figure de droite page 87) et les spins sont de plus en plus désordonnés.

Que se passe-t-il quand on plonge le matériau dans un champ magnétique intense ? L'écart entre les niveaux d'énergie des spins augmente (on a d'ailleurs le même effet sur les niveaux d'énergie des molécules d'un gaz dont on diminue le volume). Cependant, si le processus est rapide, les spins n'ont pas le temps de se réorganiser et les populations de chacun des niveaux restent inchangées : avec un champ augmenté, cela n'est possible que si la température elle-même s'est accrue d'autant : l'assemblée de spins est plus chaude !

Le reste du matériau étant resté à la même température, il s'ensuit une phase où l'ensemble des spins refroidit un peu tandis que le reste du matériau s'échauffe. Le résultat final est que le matériau se retrouve à une température plus élevée qu'au départ, ce qui caractérise justement l'effet magnétocalorique. ■



les conférences

Dans la limite des places disponibles

au Palais de la découverte

Trois conférences proposées par l'Académie de l'air et de l'espace

Quel modèle cosmologique ?

Autrefois hautement spéculative, la cosmologie est devenue une science d'observation. Que donne la confrontation observation/théorie ?

> jeudi 5 février

14h La mesure de l'Univers, de l'Antiquité à aujourd'hui
avec Jean-Pierre Luminet, astrophysicien

15h L'Univers révélé par le satellite Planck
avec Alain Riazuelo, chargé de recherche à l'Institut d'astrophysique de Paris

16h Les limites de notre modèle cosmologique
avec Jean-Philippe Uzan, astrophysicien

En partenariat avec

Académie de l'Air et de l'Espace
Air and Space Academy

Avec soutien de

SCIENCE FUTURA SCIENCES culture plus

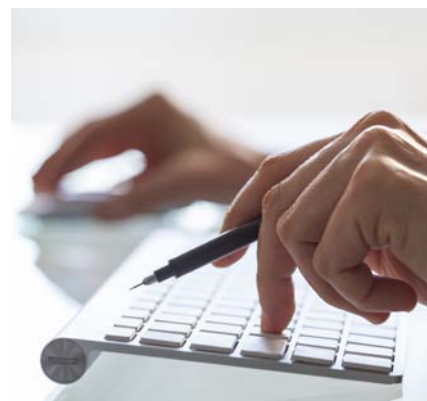
programme complet sur palais-science.fr

QUESTION AUX EXPERTS

Faut-il prendre des notes à la main ou à l'ordinateur ?

À la main. Des études indiquent qu'ainsi, la mémorisation des informations et leur compréhension sont favorisées.

Cynthia MAY



Les étudiants écrivent bien plus vite au clavier qu'à la main. Dès lors, ceux qui utilisent des ordinateurs portables en classe ont tendance à prendre plus de notes, reproduisant parfois mot pour mot le discours du professeur. Mais est-ce vraiment un avantage ?

En 2014, Pam Mueller, de l'Université de Princeton, et Daniel Oppenheimer, de l'Université de Californie à Los Angeles, ont mené plusieurs expériences pour le déterminer. Ils ont demandé à des étudiants de prendre des notes pendant une conférence, puis ont évalué leur mémorisation des données factuelles, leur compréhension des concepts et leur capacité à synthétiser et généraliser les informations. La moitié des étudiants devaient écrire avec un ordinateur portable, et l'autre moitié à la main. Les chercheurs ont trouvé que les seconds avaient une meilleure compréhension conceptuelle et exploitaient mieux les données que les premiers.

Les chercheurs l'expliquent par les différents traitements cognitifs impliqués par les deux modes de prise de notes. La lenteur de l'écriture à la main force les étudiants à digérer et résumer l'information, dont ils ne peuvent transcrire que l'essentiel. Ces efforts favorisent la compréhension et l'apprentissage. À l'inverse, taper à l'ordinateur permet de noter toutes les paroles du professeur sans en traiter le sens.

Peut-on améliorer les performances des utilisateurs d'ordinateurs en leur

demandant explicitement de réfléchir aux informations et de les retranscrire dans leurs propres mots ? C'est ce qu'ont tenté P. Mueller et D. Oppenheimer, mais sans succès. Les étudiants ont continué de faire du mot à mot et n'ont pas mieux synthétisé les informations.

Plus efficace même longtemps après

La plupart des études comparant la prise de notes à la main et au clavier ont testé les souvenirs peu de temps (généralement moins d'une heure) après la session d'apprentissage. En situation réelle, cependant, les étudiants sont souvent évalués des jours, voire des semaines, après le cours. Les informations supplémentaires retranscrites par ceux qui écrivent à l'ordinateur les avantagent-elles lorsqu'ils révisent leur leçon après un long délai ?

Non, à nouveau. Dans l'une des expériences, P. Mueller et D. Oppenheimer ont évalué les deux groupes de participants une semaine après le cours. Là encore, ceux qui avaient pris des notes à la main ont obtenu les meilleures performances. Ces notes, qui incluent les propres mots et l'écriture des étudiants, semblent rappeler plus efficacement les souvenirs, en recréant aussi bien le contexte (les processus de pensée, les émotions, les conclusions) que le contenu (notamment les données factuelles) de la session d'apprentissage.

Ces résultats ont des implications importantes pour les étudiants qui se fondent sur du contenu mis en ligne par les enseignants. Quand ils ne prennent aucune note, ils n'organisent pas les informations et ne les synthétisent pas dans leurs propres mots. Ainsi, ils ne s'engagent pas dans le travail mental qui favorise l'apprentissage.

Outre leur impact sur les processus cognitifs, les ordinateurs posent d'autres problèmes dans la salle de cours. Un accès Internet y est souvent disponible, avec son lot de distractions associées : messageries, jeux en ligne... Des études suggèrent que lorsque les étudiants utilisent des ordinateurs portables, ils passent 40 % du cours sur de telles distractions et sont finalement moins satisfaits de l'enseignement. En 2011, Jeff Sovern, de l'Université de Saint John, à New York, a montré que dans une faculté de droit, près de 90 % des utilisateurs d'ordinateurs portables pratiquaient des activités en ligne sans lien avec le cours pendant au moins cinq minutes.

Les innovations techniques peuvent façonner les expériences éducatives, souvent de manière positive. Cependant, les travaux de P. Mueller et D. Oppenheimer rappellent qu'aller plus vite ne favorise pas toujours l'apprentissage, et que nous devons encourager les processus cognitifs, exigeants en termes d'efforts, qui le sous-tendent. ■

Cynthia MAY est professeur de psychologie à l'Université de Charleston, aux États-Unis.

LE MARIAGE DE L'HUMOUR ET DE LA SCIENCE

par Didier Nordon

Nouveauté
POUR LA
SCIENCE

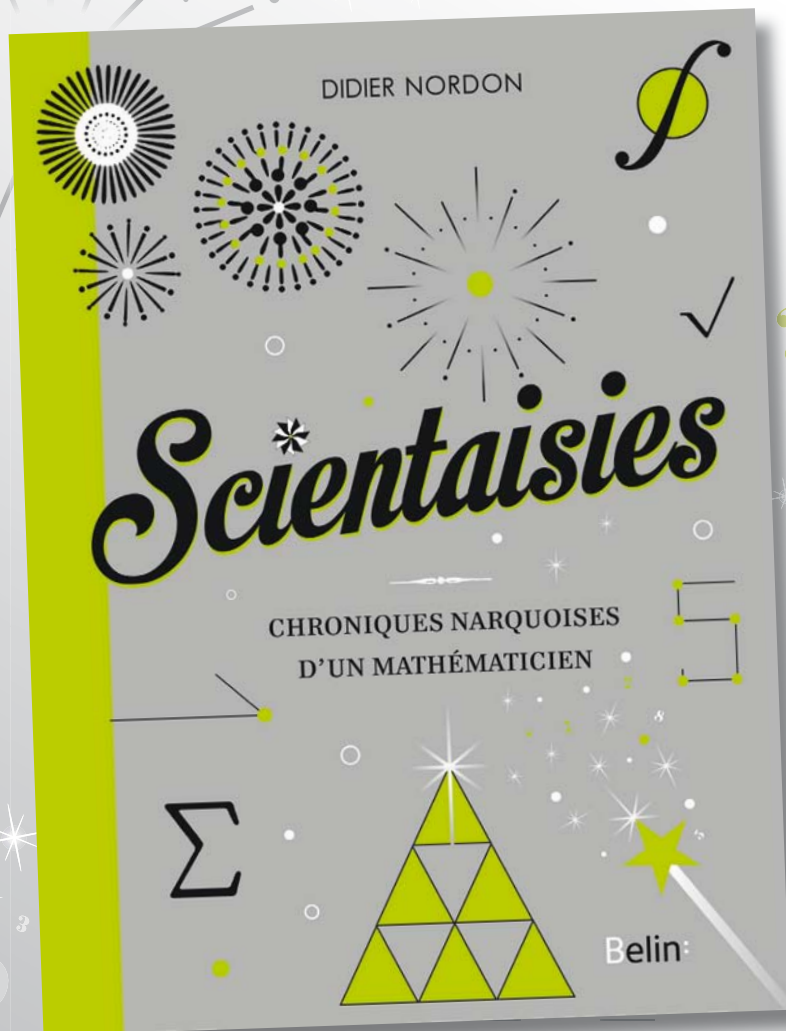
SCIENTAISIES

CHRONIQUES NARQUOISES

D'UN MATHÉMATICIEN

Le croisement de la science et de la fantaisie donne naissance à des Scientaisies, chroniques qui alimentent le Bloc-Notes de Didier Nordon dans le mensuel *Pour la Science*. Des billets d'humeur, joliment illustrés de dessins humoristiques ; à savourer sans modération en commençant par le dernier si votre humeur vous y incite !

Éditions Belin/Pour la Science
158 pages - 15€ - 12/11/2014
ISBN 978-2-8424-5196-7



**FLASHEZ CE QR CODE
ET COMMANDEZ
DIRECTEMENT VOTRE LIVRE**



BON DE COMMANDE

À découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement à :
Groupe Pour la Science - 628 avenue du Grain d'Or - 41350 Vineuil
E-mail : pourlasciencevp@daudin.fr

POUR LA
SCIENCE

☐ **Oui**, je commande l'ouvrage *Scientaisies* de Didier Nordon



exemplaires x 15€ (Réf. 84295196) =

Frais de port (3€ France - 12€ Étranger) +

Total à régler

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. : _____

Pour le suivi client (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 ☐.

Mon e-mail pour recevoir la newsletter *Pour la Science* (à remplir en majuscule).

_____@_____

SCIENCE & GASTRONOMIE

L'alcool, préhispanique aussi

L'analyse de lipides présents dans des poteries du Mexique ancien révèle qu'on y pratiquait la fermentation alcoolique il y a plus de 2 000 ans.

Hervé THIS

Depuis quand l'espèce humaine consomme-t-elle de l'alcool ? Depuis toujours... car les tissus végétaux contiennent en abondance du glucose, du fructose et du saccharose, sucres qui peuvent fermenter et engendrer de l'éthanol. Des mesures spectroscopiques montrent que même des carottes ayant attendu sur un étal produisent de l'éthanol.

Pourquoi consommons-nous ce composé ? Tout ce qui se rapporte au vivant doit s'interpréter en termes de biologie de l'évolution. Quand ils consomment des fruits, riches en sucres, les animaux contribuent, en dispersant les graines, à la propagation des végétaux. En 2008, avec des collègues, Frank Wiens et Annette Zitzmann de l'Université de Bayreuth ont même montré que les ptilocerques de Low, de petits mammifères placentaires de Malaisie, sont friands des fruits fermentés de certains palmiers et les dispersent.

L'addiction des animaux à l'éthanol aide ainsi les végétaux à se reproduire. Mais quel est l'intérêt pour les animaux ? Steven Brenner et ses collègues, à l'Université de Gainesville en Floride, ont cherché la réponse dans les gènes. Ils ont traqué les diverses formes du gène codant l'enzyme alcool déshydrogénase 4. L'enzyme dont nous sommes aujourd'hui équipés permet un métabolisme de l'éthanol 50 fois plus efficace que les autres formes. En 2013, l'équipe de S. Brenner a découvert qu'elle serait apparue il y a 10 millions d'années, quand des lignées de lourds primates ont

quitté les arbres pour vivre sur le sol, où les fruits tombent et fermentent naturellement. Les gènes de cette forme d'enzyme active auraient été propagés parce qu'ils avantageaient les individus capables d'exploiter ces ressources énergétiques.

Il y a cependant une différence entre consommer des fruits fermentés et fabriquer des boissons contenant de l'éthanol. Les humains semblent avoir produit de l'alcool très tôt : on a trouvé au Moyen-Orient des jarres à bière qui datent de 12 000 ans, et la fermentation de la bière aurait précédé celle du pain. Pour le vin, des représentations égyptiennes datent d'il y a 6 000 ans.

Dans le Nouveau Monde, l'analyse de résidus organiques d'objets trouvés dans les ruines de Teotihuacan, au Mexique, vient de montrer que les populations préhispaniques d'Amérique produisaient du pulque, boisson fermentée à partir de la sève d'agave, il y a presque deux millénaires.

Teotihuacan était un gros centre urbain de la Mésoamérique : fondée en 150 avant notre ère, la ville était peuplée de 100 000 habitants sur 20 kilomètres carrés. L'altitude, l'aridité et les ressources limitées en eau y rendaient la culture du maïs difficile, et des fèves ont dû être consommées pour pallier les insuffisances en micronutriments et en acides aminés essentiels. Les agaves, qui supportent le froid et la sécheresse, ont une sève riche en saccharides, de sorte qu'ils ont dû contribuer à l'alimentation humaine dès l'époque préhispanique. Les populations fermentaient-elles cette sève, qui a l'aspect d'un lait ?



Des représentations murales semblaient figurer des consommations de pulque, et l'on avait également trouvé des récipients pouvant corroborer l'idée d'une telle consommation.

À l'Université de Bristol, Marisol Correa-Ascencio, Richard Evershed et leurs collègues ont recueilli des résidus organiques sur des poteries archéologiques (313 artefacts) et les ont analysés. La principale bactérie participant à la fermentation de ce jus, avec les levures, est *Zymomonas mobilis*, dont la membrane contient des concentrations très élevées en lipides hopanoïdes, notamment le tétrahydroxybactériohopane et ses dérivés. Les composés de ce type sont largement utilisés comme biomarqueurs. Les chimistes de Bristol ont comparé ces résidus à ceux obtenus par des expériences de vieillissement accéléré, et ont découvert que des composés hopanoïdes étaient présents dans les poteries.

Et si, finalement, c'était la fermentation alcoolique dirigée qui était le propre de l'homme ? ■



Hervé THIS, physico-chimiste, est directeur du Centre international de gastronomie moléculaire AgroParisTech-Inra et directeur scientifique de la Fondation Science & culture alimentaire (Académie des sciences).



Retrouvez la rubrique
Science & gastronomie sur
www.pourlascience.fr

■ GÉOSCIENCES

Terre, portrait d'une planète

Steve Marshak

De Boeck, 2014
(944 pages, 90,50 euros).

Traduit de l'anglais par Olivier Évrard, cet ouvrage (une seconde édition) est un imposant manuel des synthèses des savoirs et savoir-faire en sciences de la Terre. Organisé de façon thématique, il couvre un spectre extrêmement large, depuis la formation du Système solaire jusqu'aux variations du climat au cours des 4,57 milliards d'années d'existence de la Terre, en passant par la dynamique interne de notre planète et la genèse des ressources naturelles. La diversité des sujets abordés et des outils traités illustre la convergence entre la géologie et les géosciences, en progression constante ces dernières années.

Le sommaire détaillé et didactique guide efficacement le lecteur à travers la diversité des sujets traités et la complexité du milieu naturel. Chaque chapitre débute par une introduction des notions fondamentales et par un questionnement scientifique formulé de manière simple et directe. Ainsi, l'organisation de ce livre est résolument orientée vers la présentation de la démarche scien-

tifique en sciences de la Terre, intégrant la mise en œuvre des connaissances et des méthodes d'investigations pour aborder les différentes enveloppes du globe et proposer des interprétations débouchant sur la conception de modèles soutenus par des observations naturelles.

Claire et agréable, la rédaction est enrichie de nombreux exemples concrets venant en appui des notions théoriques et des concepts. Les outils et méthodes sont introduits au fur et à mesure qu'ils se révèlent nécessaires dans la compréhension des thèmes. Les illustrations sont particulièrement esthétiques. Elles comprennent des schémas explicatifs qui assurent le lien entre les données naturelles, souvent difficiles à appréhender de par leur complexité, et leurs interprétations.

Le format du livre permet d'intégrer de nombreuses cartes et de magnifiques photographies de roches, de paysages panoramiques et de vues de la Terre depuis l'espace. Elles ne remplacent pas l'appréhension sur le terrain de la dimension des objets géologiques, mais elles illustrent la diversité des objets géologiques et l'intégration des échelles du minéral à la planète.

Ainsi, l'auteur réussit le tour de force de faire le lien entre l'approche naturaliste et la quantification des processus physico-chimiques qui régulent la dynamique terrestre. Il sait admirablement mêler les questions fondamentales sur l'origine et le fonctionnement de la Terre avec leurs déclinaisons sociétales, telles l'origine des ressources minérales et énergétiques, la gestion durable de l'environnement ou l'évolution problématique du climat.

Olivier Vanderhaeghe

Université Paul Sabatier, Toulouse



■ BOTANIQUE

Les plantes qui guérissent, qui nourrissent, qui décoorent

Jean-Marie Pelt

Chêne, 2014
(496 pages, 35 euros).

L'auteur, botaniste et écologue de renom, nous offre un très bel ouvrage, richement illustré par de superbes planches botaniques anciennes. Il y retrace la place incomparable du règne végétal dans les rapports de l'homme à son écosystème.

La nature, «œuvre de la vie et fruit d'une longue évolution», présente un florilège de plantes d'une très grande variété, don précieux pour se soigner, se nourrir et s'émerveiller. Avec sa verve personnelle où s'exprime si bien son amour de la nature, Jean-Marie Pelt nous fait partager sa passion au fil d'une déambulation champêtre.

Le livre est organisé en trois grandes parties (propriétés thérapeutiques et toxicologie des plantes; céréales, épices et autres plantes comestibles; fleurs et plantes décoratives), chacune se déclinant ensuite selon une classification plus pragmatique que strictement botanique. Grâce à cette organisation, le lecteur peut s'orienter sans peine dans cette foison de fiches, toutes plus intéressantes les unes que les autres et illustrées par des reproductions de toute beauté.

Jean-Marie Pelt comble la curiosité du lecteur en contant la saga et la pérégrination de ces plantes qui meublent aujourd'hui notre quotidien. Il nous décrit fort astucieusement la manière dont l'homme s'est approprié ces végétaux pour en faire la base de son alimentation ou de ses médicaments sous leurs différentes formes galéniques. «La

beauté sauvera le monde», disait Dostoïevski. C'est par cette citation que se referme ce livre. «La beauté et la bonté», complète Jean-Marie Pelt: car c'est toute une philosophie et un huma-



nisme réjouissant qu'il nous livre à travers sa passion. Un livre que l'on «effeuille» avec bonheur et que complète utilement l'index des quelque 310 plantes décrites.

Bernard Schmitt
CERNH

■ ARCHÉOLOGIE

Hérode, le roi architecte

Jean-Michel Roddaz

et Jean-Claude Golvin (dessins)

Actes Sud-Errance, 2014
(168 pages, 39 euros).

Le roi Hérode a laissé de lui un portrait peu flatteur: les chrétiens l'ont accusé du massacre des Innocents, qui n'a sans doute jamais eu lieu, et les Juifs de l'époque lui ont reproché l'origine arabe de sa mère et ses sympathies pour Rome, bien réelles celles-ci. Les historiens actuels portent sur le personnage un jugement plus nuancé et Jean-Michel Roddaz, qui ne cache rien, s'attache à un aspect souvent ignoré de son œuvre: Hérode fut un roi bâtisseur.