

SCIENCE & GASTRONOMIE

Dater du vin sans ouvrir la bouteille

Une méthode prometteuse est fondée sur le dosage du carbone 14 des vapeurs extraites à travers le bouchon.

Hervé THIS

Comment être certain que le vin à l'intérieur d'un flacon vénérable est bien celui indiqué sur l'étiquette ? La fraude a augmenté avec la récente hausse de la demande et des prix (14 000 euros pour une bouteille de Richebourg !), et l'on estime que 5 % du vin vieux vendu est frauduleux.

Jusqu'à présent, la détection des fraudes imposait d'ouvrir les bouteilles et d'analyser le liquide. En 1981, en vue de détecter l'ajout de sucre dans les vins (chaptalisation), Gérard Martin et son équipe de l'université de Nantes ont mis au point la méthode RMN-FINS, qui utilise la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) pour déterminer le rapport des abondances du deutérium et de l'hydrogène : selon le lieu de culture, l'année (avec des climats différents), etc., l'hydrogène et son isotope le deutérium ont des abondances différentes, de sorte que l'on peut déterminer la quantité de sucre ajouté à un moût pour augmenter la teneur en alcool.

La méthode a été étendue aux isotopes de l'oxygène et du carbone, et le centre de contrôle de la Communauté européenne dispose aujourd'hui de plus de 1 400 empreintes de vins représentatifs du vignoble européen.

Toutefois, la méthode d'analyse par spectroscopie RMN a l'inconvénient de perturber le liquide qui, surtout quand il est vieux, est sensible à l'ouverture de la bouteille, en raison notamment des oxydations. Les chimistes analytiques se sont donc mis en quête de méthodes non invasives.

On a ainsi cherché à distinguer les vins des ères pré- ou post-atomiques à partir de

l'émission gamma de leurs radionucléides d'origine anthropique (notamment le césium 137), mais la répartition très variable de cet isotope, dans le temps et dans l'espace, complique l'authentification.

L'étude des vapeurs qui surmontent le vin a le double avantage de ne pas nécessiter l'ouverture de la bouteille et de conduire à des marqueurs analysables. Simon Fahrni et ses collègues de l'université de Californie à Irvine prélèvent ces vapeurs par l'application d'un vide au-dessus du bouchon : perméable aux échanges gazeux, ce dernier permet de récupérer des échantillons qui sont analysés par le dosage du carbone 14.

Pourquoi le carbone 14 ? Les essais nucléaires ont augmenté la proportion de cet isotope dans le dioxyde de carbone atmosphérique, puis dans les végétaux à partir des années 1960, et la teneur en carbone 14 a ensuite régulièrement diminué : on peut donc, en dosant cet isotope, déterminer l'année où le vin a été produit, et 20 microgrammes de carbone suffisent amplement à cet effet.

Simon Fahrni et ses collègues ont testé leur méthode sur 32 vins produits entre 1934 et 2006 et appartenant à un collectionneur : Clos-des-Lambrays, Château-Latour, Château-Lafite-Rothschild, Château-Mouton-Rothschild, Château-Haut-Brion, cabernet sauvignon de Robert Mondavi ... Toutes les bouteilles avaient été achetées directement au producteur, et toutes avaient un bouchon en bon état.

Sur les 32 vins testés, 23 ont finalement été reconnus authentiques sans ambiguïté.



© Jean-Michel Thiriet

Sur les neuf vins restants, cinq contenaient trop peu de carbone pour que la datation soit précise, et ce en raison de bouchons trop peu perméables. Pour les quatre derniers échantillons, la quantité de carbone 14 était anormalement faible, de sorte que l'on a supposé une contamination par des composés organiques anciens ; mais comme ces bouteilles ont été achetées directement au producteur dans les années qui ont suivi la récolte, la fraude est peu probable. Deux des vins (Clos-des-Lambrays 1934 et 1945) avaient été rebouchonnés, ce qui explique la faible teneur en carbone 14 observée pour le vin de 1945.

La technique est prometteuse, bien qu'elle soit surtout précise pour les vins embouteillés entre 1955 et 1990, où la décroissance annuelle de la teneur en carbone 14 est rapide. Pour les périodes plus anciennes ou plus récentes, la teneur en radio-isotope du carbone varie peu d'année en année, ce qui nuit à l'authentification, mais les chercheurs perfectionnent leur méthode.



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



LA MARCHÉ DES SCIENCES

DÉCOUVERTES, INVENTIONS, AVENTURES SAVANTES AU FIL DE L'HISTOIRE



AURÉLIE LUNEAU
CHAQUE JEUDI
14H - 15H

Écoute, réécoute, podcast
franceculture.fr



MATHÉMATIQUES

Euler et le parcours du cavalier

Jacques Sesiano

Presses polytechniques et universitaires romandes, 2015 (280 pages, 52,15 euros).

Spécialiste d'histoire des mathématiques, l'auteur nous a déjà offert plusieurs livres originaux sur les carrés magiques dans les pays islamiques et au Moyen Âge, les récréations mathématiques et l'histoire de l'algèbre. Il nous propose ici un ouvrage érudit et minutieux sur l'intérêt que le grand Leonhard Euler (1707-1783) éprouva pour le problème du cavalier.

Le problème du cavalier consiste à faire passer cette pièce une seule fois sur chacune des 64 cases d'un échiquier en respectant la règle qui régit le déplacement d'un cavalier aux échecs. S'il est relativement facile de parvenir à passer par plus de 50 cases, couvrir toutes les cases de l'échiquier est redoutablement difficile.

L'auteur explique la démarche d'Euler et ses progrès. Point particulièrement intéressant, il a déniché des documents originaux, qui n'avaient jamais été publiés. Ainsi, en plus de

l'article d'Euler sur le parcours du cavalier, il reproduit des notes manuscrites du mathématicien sur le sujet.

Pour compléter cette incursion rare dans la pensée d'Euler, le livre se termine par une étude sur le théorème d'Euler relatif aux polyèdres. L'auteur s'est livré à une comparaison des démonstrations d'Euler, de Legendre, de Cauchy et de Lhuillier, qui en présentent des exceptions. Cet ouvrage rare intéressera tous ceux que les mathématiques fascinent, car les raisonnements du grand Euler ne demandent aucune connaissance préalable et sont faciles à suivre par toute personne s'en donnant la peine. Dans le cas des cavaliers comme dans celui des polyèdres, le lecteur revit la naissance ancienne de domaines de recherche toujours présents.

Jean-Paul Delahaye

Prof. émérite, Université de Lille 1

SCIENCE ET SOCIÉTÉ

La Peur exponentielle

Benoît Rittaud

PUF, 2015 (448 pages, 21 euros).

Voici un curieux ouvrage. L'auteur y identifie l'existence d'une nouvelle peur, qui traduit implicitement un concept mathématique abstrait : la peur de l'exponentielle. Il met en évidence que cette peur est sous-jacente à de très nombreux discours alarmistes actuels sur l'évolution de notre monde.

Pour expliquer son observation, il se sert de la légende orientale du grain de blé placé sur la première case d'un échiquier, puis multiplié par 2 à chaque case, ce qui produit au bout des 64 cases le résultat d'une croissance exponentielle



de base 2, soit 2^{64} grains. Dans la légende, cette quantité de grains est supérieure aux richesses du royaume des années durant...

Cette peur exponentielle est donc logique dans un monde fini dont les ressources ne peuvent qu'être épuisées par une croissance à taux constant. Elle se manifeste à propos de l'épuisement des ressources naturelles, de la démographie, du réchauffement climatique...

Soulignons cependant qu'elle ne peut exister qu'à propos de ressources matérielles finies, mais pas à propos de ressources immatérielles, qui *a priori* peuvent croître à l'infini, du moins beaucoup plus longtemps. La tendance actuelle aux *big data*, c'est-à-dire le passage des téra (10^{12}), péta (10^{15}), exa (10^{18}) au zettaoctet (10^{21}) et bientôt au yottaoctet (10^{24}) illustre cette possibilité. Faut-il trouver là les raisons de l'optimisme prudent de certains économistes qui voient dans les *big data* la prochaine révolution ?

Quoi qu'il en soit, ce livre bien documenté et doté d'un appareil critique important est très intéressant à lire et source d'un optimisme raisonné.

Pierre Bertrand

Université de Clermont-Ferrand

PALÉONTOLOGIE

Le Secret de l'archéobélodon

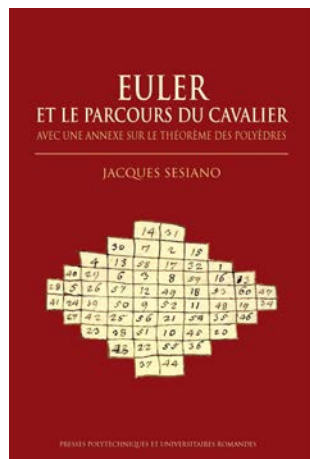
Alexandre Mille, Jean-Guy Michard et Pascal Tassy

MNHN/Belin, 2015 (208 pages, 23 euros).

Les fossiles racontent des histoires. Celle de la vie sur Terre au premier chef, mais aussi parfois d'autres récits. Prenant le cas d'un squelette de mastodonte exhumé des terrains miocènes du Gers, les auteurs nous content à la fois l'histoire des chercheurs qui se sont penchés sur ce fossile et celle de l'institution qui fut le cadre principal de leurs travaux, à savoir le Muséum d'histoire naturelle de Paris. Des histoires mêlées qui s'étalent sur deux siècles !



Comme souvent en paléontologie, tout commence avec Georges Cuvier qui, le premier, comprend les relations de parenté entre les éléphants, les mammoths et les mastodontes (il est l'auteur de ce dernier terme). Rapidement, des personnages moins connus du grand public entrent en scène. C'est d'abord Édouard Lartet, avocat gersois devenu un brillant paléontologue, qui découvre le richissement de fossiles de Sansan, dans les collines de l'Armagnac.



C'est ensuite Charles Laurillard, discret collaborateur de Cuvier, qui sur ce site découvre le squelette qui est au centre de ce livre. Albert Gaudry en fera ensuite une des pièces maîtresses de la première galerie de paléontologie qu'il installe au Muséum, puis du grand troupeau fossile qui doit symboliser l'évolution des espèces, dans la galerie que nous connaissons de nos jours, inaugurée en 1898.

L'*Archaeobelodon*, comme on le nomme aujourd'hui, joue un rôle important dans la reconstitution de l'évolution des proboscidiens, telle que la déchiffrent progressivement les paléontologues, qu'ils soient de France ou d'ailleurs (l'Autrichien Schlessinger, l'Américain Osborn et l'Allemand Tobien figurent en bonne place dans ce récit). Mais au fil des montages et démontages successifs de son squelette, il illustre aussi l'histoire de cette galerie de paléontologie, aujourd'hui pour le moins décrépite. On sent un peu d'amertume chez les auteurs quand ils évoquent cette situation, mais leur livre, bien écrit et bien illustré, n'en est pas moins une réussite, une approche originale et plaisante de l'histoire de la paléontologie à travers un de ses épisodes injustement oubliés.

Eric Buffetaut

CNRS, Laboratoire de géologie de l'École normale supérieure, Paris

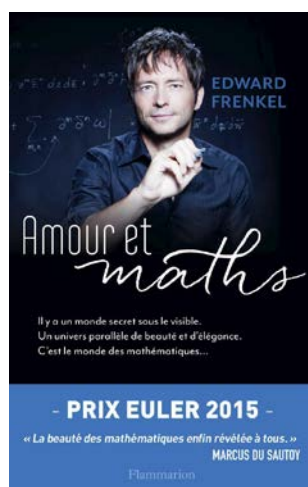
■ MATHÉMATIQUES

Amour et maths

Edward Frenkel

Flammarion, 2015
[364 pages, 23,90 euros].

La recherche en mathématiques est un compagnon-nage: Edward Frenkel raconte ses premiers pas de chercheur doué, l'aide qu'il reçoit



de mathématiciens confirmés, puis sa collaboration d'égal à égal avec les meilleurs spécialistes. Aujourd'hui, avec Edward Witten et d'autres éminences de la discipline, il recherche la raison profonde qui unit certaines parties des mathématiques (l'unification des mathématiques du programme de Langlands) à la physique quantique. Ces coopérations sont le cercle vertueux et prolifique des influences mutuelles entre mathématiciens.

Par son itinéraire personnel, Edward Frenkel décrit comment les premiers essais d'un chercheur déterminent la suite de sa carrière, comment les interactions avec ses collègues élargissent le champ de vision de chacun et définissent les verrous qui bloquent l'épanouissement des théories nouvelles. La description d'Edward Frenkel est un sésame nouveau pour entrevoir la vie des mathématiciens.

La passion d'Edward Frenkel aurait pu être découragée par l'antisémitisme qui prévalait en Union soviétique dans les années 1980: élève brillant, il fut

recalé à l'examen d'entrée à l'université d'État de Moscou sous des prétextes fallacieux et indignes, par des examinateurs pervers, soumis aux diktats de l'idéologie. Il survécut intellectuellement aux tortures racistes du système soviétique grâce à sa famille, ses amis, certains de ses professeurs. Tout ce qui ne l'abat pas le rend plus fort et le récit de ses intérêts est émouvant: «Le sujet [le problème mathématique du moment] me passionnait tant que j'essayais de m'endormir le soir aussi vite que possible, afin que le matin suivant arrive plus tôt.»

Edward Frenkel tente de décrire les recherches actuelles du millier de mathématiciens qui travaillent sur l'unification des lois de la physique, l'intégration de la gravitation au domaine quantique. Louable tentative de la part de notre auteur, qui présume toutefois des forces du lecteur moyen, lequel peine à métaboliser les splendeurs vertigineuses de l'abstraction.

Il n'empêche, de cette lecture difficile se dégagent une aura de compréhension et une constatation étonnante, presque métaphysique: les abstractions mathématiques sont fondées sur la logique et la beauté des formes et, ô divine surprise, la réalité invisible s'y conforme. Edward Frenkel maîtrise la description des sens à nous-mêmes cachés, sens qui sont excités par les nouvelles visions mathématiques de la réalité. Les mathématiques inventées se révèlent des découvertes, ce qui met fin à un long débat sur leur nature.

Philippe Boulanger



Les Rêveurs lunaires

Cédric Villani et Edmond Baudouin

Gallimard/Grasset, 2015
(192 pages, 22 euros).

Au cours d'une conversation reproduite en bandes dessinées, le mathématicien Cédric Villani partage ici avec le dessinateur Baudouin l'intérêt qu'il éprouve pour trois scientifiques et un militaire qui ont joué un rôle crucial durant la Seconde Guerre mondiale. Les dessins pleins d'atmosphère de Baudouin et les pensées que Cédric Villani prête à ces personnages suggèrent que, loin des clichés, c'est d'abord l'attitude de certains acteurs clés du conflit, souvent inconnus, qui a décidé de la victoire. Une intéressante lecture humaniste de ce qui fait vraiment la réalité sociale.



Voyage à travers les climats de la Terre

Gilles Ramstein

Odile Jacob, 2015
(352 pages, 24,90 euros).

L'auteur décrit ce qui a fait le climat de la planète Terre depuis l'Archéen, lorsque l'atmosphère était composée d'un «ballet de gaz à effet de serre», jusqu'à l'«Anthropocène» actuel. On découvre la grande oxygénation de la Terre il y a quelque 2,2 milliards d'années, les chocs thermiques qu'elle a entraînés, qui ont créé une planète chaude puis entièrement englacée avant l'évolution vers un régime de glaciations et déglaciations successives. Que conclure de ce texte passionnant? Que même si nous avons progressé, la paléoclimatologie contient encore beaucoup d'hypothèses à tester.



Maladie de Lyme

Viviane Schaller

Thierry Soucar, 2015
(224 pages, 16,90 euros).

Le chef du département d'infectiologie de l'hôpital de Garches déclarait à *Pour la Science* (n° 450) que la sérologie de la maladie transmise par la tique «n'est pas fiable». L'auteure, qui en est convaincue, a décidé de tester de nombreux cas suspects par un test non homologué en France, de sorte que son laboratoire d'analyse biologique a été fermé par le ministère de la Santé. Elle présente ici sa critique scientifique des sérologies françaises pour identifier cette maladie aujourd'hui épidémique en Europe.

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

