

SCIENCE & GASTRONOMIE

Les suspensions de microgels

Une généralisation des sauces de type velouté conduit à des systèmes partiellement gélifiés d'une grande tendreté, les « debyes ».

Hervé THIS



La cuisine française lie les sauces depuis au moins le Moyen Âge : leur moléculé est une de leurs principales qualités. Par ailleurs, des solides très mous – un fromage crémeux, un foie gras, etc. – sont appréciés des gourmands. Comme nous allons le voir ici, une façon de produire de tels systèmes est de réaliser des suspensions de microgels.

Commençons avec les sauces liées, puisque ces dernières apparaissent dans *Le Viandier* de Guillaume Tirel, dit Taillevent. Ce livre, dont le plus ancien manuscrit (première moitié du XIV^e siècle) est à la bibliothèque cantonale de Sion, en Suisse, mentionne des sauces produites à partir d'un liquide que l'on fait bouillir avec du pain ; en se délitant, ce dernier donne de la consistance.

Plus tard dans l'histoire, on a cuit la farine avec du beurre pour faire des roux, et l'ajout de ces derniers à des solutions aqueuses a fait les « veloutés », sauces auxquelles des cuisiniers parmi les plus grands, tel Marie-Antoine Carême, ont consacré des pages émouvantes. Les liaisons à l'œuf (crème anglaise, sauce hollandaise, béarnaise) ou au sang (sauce civet) sont venues s'ajouter ultérieurement.

Dans toutes ces préparations, le physicien reconnaît des suspensions, où des particules sont dispersées dans une phase aqueuse. Selon les proportions de liquide et de phase suspendue, on obtient des consistances différentes, dont on sait

évaluer la viscosité : en première approximation, elle est égale à celle de la phase aqueuse multipliée par $1 + 2,5\phi$, où ϕ représente la fraction volumique occupée par les particules.

Cette formule n'est bien sûr qu'approximative, car la nature des particules suspendues importe : selon qu'elles sont sphériques ou non, déformables ou pas, les comportements des suspensions sont différents.

Bien plus près de nous, il y a le jaune d'œuf que j'avais proposé de cuire à 67 °C : sa consistance très tendre, associée au voluptueux goût de jaune d'œuf cru, lui confère une qualité gustative supérieure. Lors de la cuisson à cette température, le jaune prend une consistance de pommade, sans doute parce qu'une partie des protéines n'est pas assez cuite pour coaguler. De ce fait, on obtient une suspension de particules gélifiées, au lieu d'avoir un gel entièrement pris, comme dans un œuf dur. Dans un tel système, on peut imaginer une phase aqueuse (le jaune d'œuf contient 50 % d'eau) où sont dispersés des granules faits de protéines et de lipides, et des petites particules formées par coagulation des protéines.

Pour tous ces systèmes, on a une phase aqueuse bien encombrée par des particules gélifiées. Une généralisation consiste, très naturellement, à produire d'abord un gel, que l'on dissocie, avant de disperser les fragments de gel dans un liquide, eau ou huile.

Un gel ? On peut choisir un gel « physique », réversible, tel qu'on en obtient à

partir d'une solution aqueuse (jus de viande, fumet de poisson, jus de fruit, café) et d'un gélifiant (gélatine, agar-agar, alginate ou carraghénane). Ou bien un gel chimique, irréversible, tel qu'on en obtient en cuisant de l'œuf, du poisson, de la viande. Dans les deux cas, on passe le gel formé au mixeur et on le disperse dans une petite quantité de liquide, solution aqueuse ou matière grasse à l'état liquide (huile, par exemple). Je propose de nommer « debyes » ces systèmes, en l'honneur du physico-chimiste néerlandais Peter Debye (1884-1966), pionnier de l'étude de la matière molle.

Une recette de saison pour un tel système ? Coupons des fraises en lamelles, puis faisons une infusion de menthe poivrée, ajoutons de la gélatine et faisons prendre. Mixons le gel formé et, pour assouplir la préparation, ajoutons quelques gouttes d'eau de fleur d'oranger, ce qui fera une sauce de la tendreté voulue. Et c'est ainsi que la physico-chimie est grande ! ■



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

■ PHYSIQUE

Par-delà le visible

Carlo Rovelli

Odile Jacob, 2015
[272 pages, 23,90 euros].

Membre du Centre de physique théorique de Luminy, l'auteur propose une réflexion sur la gravité quantique à boucles. Ce nom technique désigne l'une des théories qui pourraient – c'est la conviction de l'auteur et celle d'une partie des physiciens – mener à l'un des graals de la physique, la description unifiée des quatre interactions fondamentales connues : les interactions faible, forte, électromagnétique et la gravitation.

Par nature, les avancées théoriques en physique fondamentale sont spéculatives et difficiles à expliquer. Les stratégies adoptées par les auteurs qui en parlent sont diverses : certains font avaler au lecteur un siècle de théorie quantique, de relativité, de physique des particules avant de consacrer une partie finale à ce qui semblait constituer le sujet principal.... D'autres essaient de dégager les grands principes sous-tendant le propos afin de partager plus vite avec le lecteur quelques questions profondes. L'ouvrage de Rovelli est de cette seconde nature.

Le propos est cultivé, illustré de nombreuses analogies éclairantes et les grandes questions



sur la nature de l'espace et du temps sont amenées de façon progressive et naturelle. On peut être en désaccord avec certaines des positions épistémologiques ou philosophiques exprimées dans l'ouvrage, mais c'est précisément l'un de ses points forts : l'auteur les expose avec suffisamment de clarté pour que l'on puisse y réagir, s'y reconnaître ou pas. Il parvient ainsi à nous emmener au cœur de cette gravité quantique à boucles, en prenant le temps de nous faire visiter cette théorie.

Malgré quelques maladroites dans les traductions de termes techniques, l'ouvrage est extrêmement agréable à lire. J'y ai retrouvé le plaisir que ce type de sujet m'avait parfois fait perdre au fil des années... ce plaisir si particulier procuré par ce qui s'adresse directement à notre intelligence !

Richard Taillet

Université de Savoie, Annecy

■ PRÉHISTOIRE

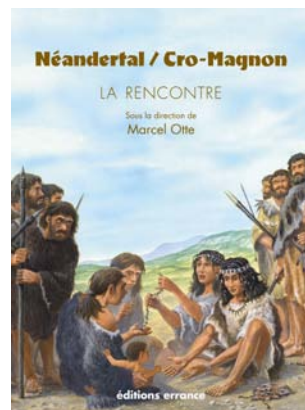
Néandertal/Cro-Magnon - La Rencontre

Marcel Otte (dir.)

Errance, 2014
[304 pages, 45 euros].

Que s'est-il passé au moment de l'arrivée des *Homo sapiens* en Europe occidentale, il y a quelque 40 000 ans ? Quels échanges eurent-ils avec les Néandertaliens, qui peuplaient ces régions depuis des dizaines de milliers d'années ? Voilà l'intéressant sujet de ce livre écrit sous la conduite éclairée de Marcel Otte.

Les préhistoriens relèvent des traces de l'influence que les cultures *sapiens* ont pu exercer sur les populations locales et inversement. Ainsi, dans certains sites, du Proche-Orient aux contrées occidentales de l'Europe, jusqu'à



la plaine russe et les confins de l'Asie, les composantes culturelles locales se mêlent à des traits nouveaux.

L'équipe internationale de préhistoriens qui a réalisé ce livre s'est attachée à démêler l'écheveau complexe de ces interactions culturelles en Europe. Les assemblages d'industries, tels que le Châtelperronien d'Europe occidentale, l'Uluzzien du pourtour méditerranéen en Italie et Grèce, le Széletien et le Bohuncien d'Europe centrale, le Streletskien de Russie, ont fait l'objet d'âpres débats. Ils ont été tantôt attribués aux *sapiens*, tantôt aux Néandertaliens seuls, ou bien à leurs échanges. Révélaient-ils des formes d'« acculturation », d'apprentissage réciproque, de « diffusion d'idées d'un groupe à l'autre », voire de simple convergence ? « Chaque partie de l'Europe connut diverses réactions parfois d'une extrême complexité, mais toutes ont finalement adopté les modes de vie nouveaux, en articulant leur propre destin sur l'art, la religion et le rapport à l'animal. Une nouvelle histoire des cultures paneuropéennes s'était mise en route » écrit Marcel Otte.

Néandertaliens et *H. sapiens* eurent-ils par ailleurs des échanges génétiques ? L'étude de leurs génomes montre qu'ils se sont croisés et que 1 à 3 % du patrimoine génétique des Eurasiens

actuels proviendraient des Néandertaliens. Il en ressort que ces derniers constituaient peut-être une variété de l'espèce humaine plutôt qu'une espèce distincte.

Bien que ses causes précises restent indéterminées, leur disparition est certainement en rapport avec l'expansion des hommes modernes.

Claudine Cohen

EHESS, Paris

■ BIOLOGIE ANIMALE

Les souris gloussent, les chauves-souris chantent

Karen Shanor et Jagmeet Kanwal

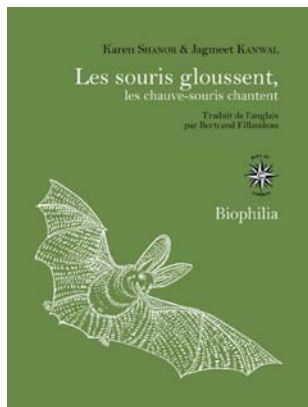
José Corti, 2015
[328 pages, 21 euros].

La grande leçon du darwinisme est qu'il n'existe pas d'espèce globalement supérieure aux autres. Chaque espèce a acquis des capacités « supérieures » dans un domaine qui lui est propre. Les récents progrès de la biologie et de l'éthologie permettent de comprendre certaines de ces aptitudes étonnantes et c'est le thème du présent livre.

Depuis les éléphants qui perçoivent des vibrations par la plante des pieds jusqu'à la grande intelligence des corbeaux, l'ouvrage nous fait appréhender d'innombrables curiosités. Nous découvrons les perceptions électriques de certains poissons, les perceptions magnétiques des oiseaux, les communications par vibrations dans le sol des rats-taupes, l'écholocation des chauves-souris, des dauphins ou des baleines. Nous apprenons les capacités de survie de nombreux animaux, mais aussi de plantes qui « génèrent des signaux électriques susceptibles d'être perçus par d'autres plantes ». Nous admirons les tentatives de « camouflage,

bluff ou manipulation». Nous saisissons l'extrême résistance des cafards aux radiations et la prévision par certains animaux des ouragans ou des tremblements de terre. Nous partageons le rire des rats et des souris, le jeu et l'humour de diverses espèces, les aptitudes étonnantes de perroquets, dont le célèbre Alex qui connaissait les noms des objets, les couleurs, la notion de semblable *versus* différent... Nous parcourons les cultures des animaux, leurs chants et leurs danses, les langages qu'on peut enseigner aux anthropoïdes, les cas de mensonge et de tromperie.

L'ouvrage se termine sur une mise en cause de la « nature humaine ». Il eût mieux valu mettre en cause le fait que l'homme se veut toujours d'une supériorité absolue sur les autres espèces, ce qui est totalement inexact. Mais les aptitudes cérébrales de la lignée des vertébrés,



dont l'homme est grand bénéficiaire, auraient pu être soulignées. Ce n'est pas parce que les autres espèces vivantes développent des capacités remarquables et méritent le respect que l'espèce humaine n'a pas pu, elle aussi, dans la sphère cérébrale, développer les siennes.

Georges Chapouthier

Chercheur émérite au CNRS, Paris

■ ASTRONOMIE

À la rencontre des comètes

James Lequeux et Thérèse Encrenaz

Belin, 2015
[160 pages, 22,90 euros].

Le 12 novembre 2014, le module *Philae* quitte la sonde spatiale *Rosetta* en direction de la comète Tchourioumov-Guérassimenko (aussi appelée « Tchouri »). Il atteint sa destination quelques heures plus tard. C'est la première fois qu'un robot se pose sur la surface d'un noyau cométaire. L'événement est relayé par les médias. Le public se passionne pour cette prouesse et les astronomes sont impatients de découvrir les données qu'apportera cette mission. Il faut dire que les comètes sont des objets célestes atypiques. C'est pour répondre à l'intérêt qu'elles suscitent que les deux auteurs, tous deux astronomes, proposent dans ce livre un état des connaissances sur les comètes.

Témoins privilégiés des premiers âges du Système solaire, les comètes contiennent peut-être l'eau qui est à l'origine des océans. Quant à la matière cométaire, elle est très semblable à la matière interstellaire et, comme cette dernière, est riche en composés organiques complexes. Il se pourrait donc que des comètes aient « inséminé » la Terre avec des molécules prébiotiques ayant joué un rôle dans l'apparition de la vie.

L'angle d'attaque des auteurs consiste à raconter comment les chercheurs sont peu à peu arrivés aux conceptions actuelles. L'ouvrage allie donc la vulga-



risation scientifique à des éléments d'histoire des sciences. Il raconte ainsi comment Edmond Halley fut le premier, au début du XVIII^e siècle, à mettre en évidence le caractère périodique du passage de certaines comètes; comment la nature physique des comètes commence à être percée au XIX^e siècle; puis comment, étape par étape, la composition des comètes se précise, en particulier grâce à l'envoi de sondes spatiales pour étudier le retour de la comète de Halley en 1986. L'ouvrage rappelle que c'est à partir de cette époque que l'on a su que les comètes sont riches en molécules organiques complexes. Les auteurs poursuivent ensuite leur cheminement historico-scientifique en décrivant les résultats apportés par l'étude d'autres comètes, jusqu'à l'exploitation de la mission de *Philae* toujours en cours. Après les dernières pages consacrées aux récentes observations de comètes d'autres systèmes solaires, les auteurs, aidés par une très bonne iconographie, bouclent ce très instructif tour d'horizon des comètes.

Thomas Lepeltier
Oxford



Agrippine

Virginie Girod

Tallandier, 2015
[304 pages, 20,90 euros].

Après Messaline (25-48), une autre femme tente de conquérir le pouvoir impérial en séduisant l'empereur: Agrippine (15-59). L'auteur a réanalysé les sources afin de nous en dresser un portrait dégagé au mieux d'une réputation qui doit beaucoup à la propagande: il fallait en effet que la mère de Néron, tyran haï et matricide, ayant épousé son propre oncle l'empereur avant (peut-être) de le tuer, soit aussi épouvantable que son fils.



Une histoire de l'Institut Pasteur

Marie-Hélène Marchand

Privat, 2015
[224 pages, 18 euros].

Cette petite histoire institutionnelle de l'Institut Pasteur présente un point de vue original sur le célèbre organisme de recherche, celui d'une membre de la direction entre 1983 et 2005. Les brefs portraits des personnalités qui ont emmené l'Institut, depuis les directeurs du début du XX^e siècle jusqu'aux directeurs généraux du début du XXI^e siècle, sont particulièrement intéressants, tout comme la relation d'un « accès de rage à l'Institut Pasteur » (le conflit des années 2004-2005) ou celle des situations bizarres créées par le mécénat dont bénéficie l'Institut.



De l'atome imaginé à l'atome découvert

H. Krivine et A. Grosman

De Boeck, 2015
[144 pages, 19 euros].

« Contre le relativisme ». Le sous-titre de ce petit ouvrage indique l'œuvre salvatrice faite ici: les auteurs relatent les progrès de l'atomisme, mais aussi de quelle façon cette théorie était controversée avant que sa pertinence n'éclate grâce à l'expérience. Un cas emblématique, qui les lance pour montrer comment l'expérimentation empêche qu'une controverse scientifique ne s'achève toujours par la victoire de l'opinion majoritaire et pour critiquer l'idée du relativisme, selon laquelle les résultats de la science ne sont que des « constructions sociales ».

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



NE PAS COMPRENDRE, UN PLAISIR

« **Q**uelle satisfaction peut-on bien éprouver à ne pas comprendre quelque chose ? », demande un personnage de Queneau à propos de ceux qui se vantent de ne rien comprendre aux mathématiques (*Odile*, Gallimard, rééd. 1987, page 29).

Comme si comprendre était toujours satisfaisant ! Il y a des élucubrations dont saisir l'enjeu me plairait moins que ne pas le saisir. Ainsi, dans *La fin du monde et de l'humanité* (PUF, 2014, p. 210), le philosophe Hicham-Stéphane Afeissa explique en quoi le



mal ne se réduit pas au fait de causer du tort à un homme. Imaginons que le seul survivant d'une catastrophe mondiale se mette à éliminer les animaux : « Le dernier homme agit mal. Or l'action du dernier homme ne porte préjudice à aucun être humain (puisqu'il est le dernier survivant). Donc il n'est pas vrai qu'aucune action humaine ne puisse être mauvaise à moins de porter préjudice à un être humain. » Je doute qu'à me casser la tête là-dessus, je verrais d'un œil neuf quoi que ce soit qui m'importe. Or je ne veux pas comprendre pour comprendre, mais pour être éclairé.

En mathématiques, certaines obscurités sont savoureuses. « Tout couple formé par un schéma noéthérien quasi-excellent et un fermé rare devient, après localisation par des morphismes étales et des altérations convenues, isomorphe au couple formé par un schéma régulier et un diviseur à croisements normaux » ([L. Illusie et al., *Travaux de Gabber...*, Soc. Math. de France, 2014]). Le sens exotique caché derrière chaque mot familier donne à cette phrase le charme d'un trompe-l'œil. Mais, à

s'initier au sens, ne brise-t-on pas ce charme ? Alors, plutôt goûter la poésie née du mystère que m'imposer des années de travail pour maîtriser une théorie qui, probablement, ne m'éclairerait que sur elle-même.

Les propos du philosophe, eux, n'ont aucun charme – même si on ne les comprend pas ! Ne pas comprendre les mathématiques me satisfait plus que ne pas comprendre la philosophie.

TOPOLOGIE LITTÉRAIRE

Les écrivains s'influencent les uns les autres, y compris lorsqu'ils inventent des lieux fictifs. Entre ces lieux imaginaires, donc, existent des rapports réels. Pourtant, aucune carte n'en rend compte. C'est dommage. La littérature doit être éclairée par toutes les facettes de la géographie.

Géographie générale. Brobdingnag, Erewhon, Flatland, Neverland – autant de contrées créées par des écrivains. Comment percevoir avec finesse les singularités de chacune, si l'on ne dispose pas de carte figurant leurs positions relatives ?

Géographie des communications. Dans l'état actuel de la cartographie, nul ne sait résoudre le problème du voyageur culturel : minimiser la distance à parcourir pour, d'une traite, aller visiter le château de Moulinsart, l'église de Plassans, la vespasienne de Clochemerle, la pharmacie d'Yonville, la mairie de Gleux-lès-Lure.

Géographie physique. Est-il vrai que les territoires dus aux écrivains sont tous surplombés par l'imprenable ville de Nancago, due au mathématicien Bourbaki ?

Bien sûr, les cartes montrant ensemble des endroits imaginés par des auteurs si



divers sont à tracer dans des espaces topologiques biscornus. Le théorème des quatre couleurs s'appliquera-t-il ? Si oui, les vérités mathématiques s'imposent aux créations littéraires : preuve de la supériorité des mathématiques. Si non, l'imagination littéraire se joue de la rigueur des mathématiques : preuve de la supériorité de la littérature.

LOGICIELS DICTATEURS

Je voulais écrire quelques lignes, à l'aide d'un ordinateur qu'on m'avait prêté, mais il ne cessait de s'interposer sans que je sache l'en empêcher. Je n'avais pas tapé trois lettres d'un mot, que déjà il anticipait et complétait à sa façon. Quand il consentait à me laisser aller au bout du mot, il se permettait de suggérer que, en fait, j'en avais probablement un autre en tête, qu'il me proposait fermement.



Bref, cet ordinateur, récent, était très intelligent. Entre lui et moi, le combat fut indécis. À force, j'ai eu les derniers mots : j'ai écrit ceux que je voulais, non ceux qu'il croyait que je voulais. Mais, perdant beaucoup de temps à rectifier les interventions par lesquelles il prétendait m'en faire gagner, j'ai dû me contenter d'un texte plus court que prévu.

Chers inventeurs, lorsque vous concevez un objet, enseignez-lui qu'être intelligent ne consiste pas à toujours savoir mieux que les autres, et ne l'autorise pas à leur couper la parole sous prétexte qu'il est plus rapide. Prévenez-le que quand un utilisateur fait un choix étrange, ce n'est pas forcément une ineptie ou une étourderie de sa part. S'il vous plaît, ne lancez pas sur le marché un objet intelligent tant que vous n'êtes pas sûrs qu'il a compris et retenu ces leçons. Merci d'avance. ■

Un éditeur pour le développement

En vente en librairie et sur le site
www.editions.ird.fr

Diffusion libraires
Eyrolles/Géodif

Vente par
correspondance
IRD Diffusion

32, av. Varagnat
F 93143 Bondy cedex
Tél : 01 48 02 56 49
Fax : 01 48 02 79 09
diffusion@ird.fr



Une autre terre
*Lexique illustré
d'une nature à protéger*

O. Dangles, F. Nowicki, B. Mena
ISBN 978-2-7099-1875-6
204 pages, 120 photos couleurs
42 €



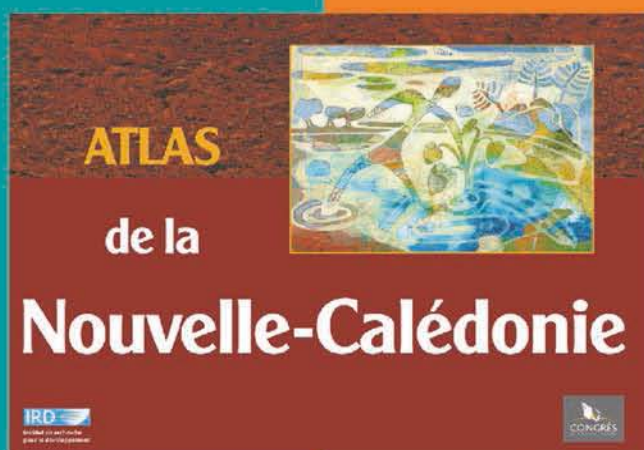
Natura maxima
Équateur, terre de biodiversité

O. Dangles, F. Nowicki, B. Mena
ISBN 978-2-7099-1689-9
252 pages
39,60 €



**Guide illustré
de la flore de Patagonie**

D. Barthélémy, C. Brion, J. Puntieri
ISBN 978-2-7099-1873-2
240 pages, 500 photos couleur
48 €

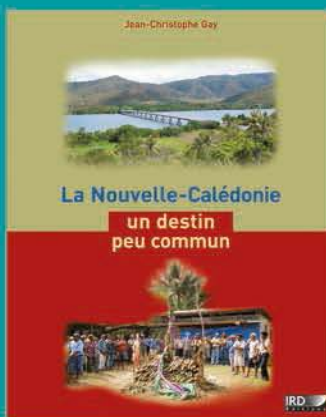


**La Nouvelle-Calédonie,
un destin peu commun**

J.-C. Gay
ISBN 978-2-7099-1748-3
240 pages, 120 photos couleur
38 €

Atlas de la Nouvelle-Calédonie

J. Bonvallot, J.-C. Gay
ISBN 978-2-7099-1740-7
384 pages, 60 planches carto.
60 €



**Le corps de l'homme,
l'esprit des plantes**
*Soigner chez les Yanésa
en Haute Amazonie péruvienne*

C. Valadeau, G. Bourdy
ISBN 978-2-7099-1877-0
224 pages, 160 photos couleur
43 €

**Sous le développement,
le genre**

C. Verschuur, I. Guérin,
H. Guétat-Bernard
ISBN 978-2-7099-1883-1
35 €



Genre et savoirs
*Pratiques et innovations
rurales au Sud*

H. Guétat-Bernard, M. Saussey
ISBN 978-2-7099-1834-3
292 pages
42 €