

SCIENCE & GASTRONOMIE

Mettez un électrofileur dans votre cuisine

En cuisine, la technique de l'électrofilage permettrait par exemple de confectionner des viandes artificielles.

Hervé THIS

Malgré quelques avancées, le monde culinaire reste techniquement très en retard par rapport à d'autres secteurs d'activité : la « cuisine moléculaire » se résume encore, souvent, à des siphons ou des pompes pour faire des mousses, des thermocirculateurs pour cuire à des températures fixes, des évaporateurs rotatifs pour produire des fractions odorantes, de la cryo-concentration pour produire des fonds.

Pourtant, que de possibilités inexploitées, pour peu que l'on aille regarder dans d'autres secteurs techniques !

L'industrie alimentaire, par exemple, a emprunté la cuisson-extrusion à l'industrie des polymères : en faisant passer de la « pâte » (un mélange aqueux de deux polymères du glucose, l'amylose, linéaire, et l'amylopectine, ramifié) dans des systèmes à vis d'Archimède dont le pas se resserre avant l'ouverture finale, on obtient un chauffage et une brusque détente de la pâte, ce qui produit les biscuits d'apéritif dont les rayons des supermarchés sont remplis. Ces appareils de cuisson-extrusion pourraient être miniaturisés et, pourtant, nos cuisines en sont encore dépourvues.

Un autre système qui trouverait sa place est l'électrofilage, qui permet de faire des structures variées, souvent filamenteuses. Son principe est fondé sur la modification de la surface d'un liquide dans un ajutage (bec de métal qu'on adapte à un tuyau, destiné à déterminer le volume et la forme du jet de liquide qui s'en échappe), quand on applique une différence de potentiel entre l'ajutage et une contre-électrode placée en vis-à-vis :

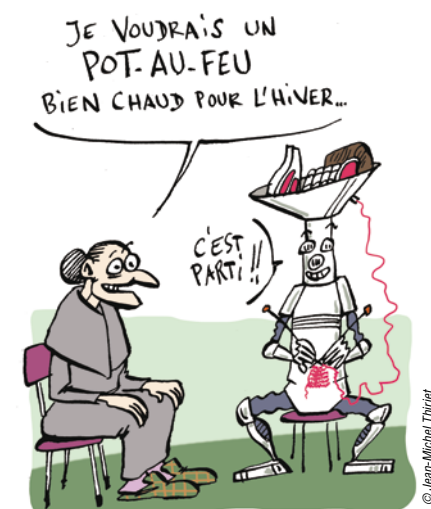
en 1964, le physicien britannique Geoffrey Taylor a calculé que la surface du liquide prend une forme de cône et, si l'on augmente la différence de potentiel, un jet très fin est produit. Les instabilités dynamiques du liquide déforment ce jet en spirale.

Cette technique diffère peu de l'électronebulisation, où les forces électriques dispersent des gouttelettes d'un liquide. La différence tient dans l'intensité de ces forces et dans les forces de cohésion des liquides que l'on traite, lesquelles dépendent notamment de leur concentration en polymères dissous. Quand la concentration est élevée, une nano- ou microfibre se forme. En revanche, pour de faibles concentrations, des microparticules liquides sont dispersées, emportant des polymères en solution.

L'électrofilage permet d'obtenir des formes variées : fils, rubans, fibres ramifiées... Selon les conditions, le diamètre varie entre 5 nanomètres et 10 micromètres (à titre indicatif, les fibres musculaires de la viande ont des diamètres compris entre 10 et 100 micromètres).

En pratique, ce n'est pas difficile : il faut des différences de potentiel de l'ordre de 10 000 volts, bien plus que la tension du secteur, mais bien moins que les différences de potentiel qui, quand il fait sec en hiver, créent des décharges électriques dans nos cheveux ou dans notre pull-over.

Le débit ? Pour des fibres sans défaut, il doit être proportionnel au cube de la différence de potentiel appliquée, mais on pourra penser à un ordre de grandeur de 10 microlitres par minute. Le liquide ? Classiquement, l'électrofilage est



utilisé pour des polymères de synthèse, mais des solutions de polysaccharides (pensons à l'amidon) ont été filées sans difficulté. Pour les protéines, l'électrofilage a semblé difficile, sauf pour la zéine en solution dans l'éthanol et pour la gélatine dans l'eau chaude ; mais Anneke Martin et ses collègues de la TNO (Organisation néerlandaise pour les applications des sciences) ont montré en 2014 que ces deux protéines peuvent en transporter d'autres, telle l'ovalbumine.

Évidemment, à raison d'un débit d'environ 1 gramme de fibre par heure, on est loin de nourrir l'humanité, mais ne pourrions-nous pas construire un système comportant de nombreuses seringues en parallèle, toutes actionnées par un seul grand piston, avec une source simple de tension électrique ? Le montage complet tiendrait sur une table et, en s'y prenant convenablement, on obtiendrait aussi bien des fibres pleines que des fibres creuses (à remplir avec un liquide goûteux), et l'on pourrait même tisser ces fibres. Gourmands, imaginez-vous cette sensation inédite d'un aliment tissé ? ■



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
16H - 17H



© RADIO FRANCE / CHRISTOPHE ABRAMOWITZ

en partenariat avec **POUR LA
SCIENCE**

Écoute, réécoute, podcast
franceculture.fr



■ ZOOLOGIE

Ours - Esprits de la nature

Paul Nicklen

Delachaux & Niestlé, 2015
[208 pages, 29,90 euros].

L'ouvrage est aussi remarquable que le parcours de l'auteur. Ce dernier, photographe et biologiste canadien, a grandi auprès des Inuits et beaucoup côtoyé les peuples autochtones du Canada. Cela lui confère une sensibilité et une connaissance de la nature nord-américaine dont ce qu'il nous livre ici sur l'ours représente la quintessence. Faisant le portrait des différentes espèces nord-américaines – l'ours polaire, le grizzly, l'ours noir et l'ours Kermode ou ours-esprit –, il nous convainc en même temps de l'intérêt de préserver des milieux aussi particuliers que l'Arctique ou la grande forêt pluviale du Grand-Ours en Colombie britannique.

À quelques images de paysages grandioses s'ajoutent de nombreuses photographies rares d'ours, dont la prise n'aurait pas été possible si l'auteur n'avait une grande connaissance de ces animaux. Il est par exemple l'un des rares à avoir réussi des photographies sous-marines d'ours polaires. La plupart de ses clichés sont pris à quelques mètres, voire dizaines de centimètres, de ses modèles. L'auteur, qui a dû faire preuve d'une grande endurance au froid,



à la pluie ou aux moustiques pendant ses affûts, est parvenu à saisir des comportements étonnants, tels ces ours bruns se délectant de saumons et de leurs œufs.

Sa connaissance intime des ursidés le pousse aussi à plaider contre leur dangerosité, anecdotique selon lui et le plus souvent provoquée par une imprudence humaine. Bien qu'ayant été guide de chasse sportif dans sa jeunesse, il fustige l'inutilité du massacre de tels animaux dont rien de bon ne peut sortir.

Le chapitre qui clôt l'ouvrage porte sur le plus rare des plantigrades : l'ours-esprit (sous-espèce endémique de l'ours noir, parfois au pelage crème). Jouant un grand rôle dans les croyances amérindiennes, cet ours se nourrit de saumons mais aussi des fruits de mer apportés par la marée. Il court des risques, ses territoires étant convoités par un transit d'hydrocarbures susceptible d'engendrer des marées noires. En donnant à voir le beau, l'auteur rend leur sens à tant de discours abstraits sur la nécessité de protéger la nature.

Farid Benhammou

Lab. RURALITES, Univ. de Poitiers

■ HISTOIRE DE LA MÉDECINE

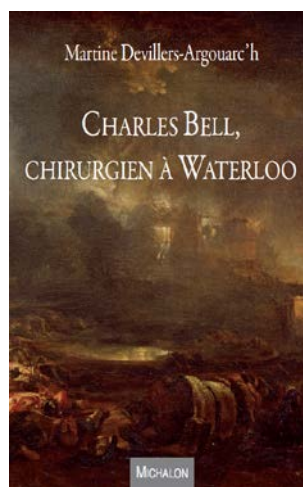
Charles Bell, chirurgien à Waterloo

Martine Devillers-Argouarc'h

Michalon, 2015
[296 pages, 20 euros].

Le 18 juin 1815, à proximité de Waterloo, a lieu la dernière bataille menée par Napoléon contre une coalition composée de Britanniques, d'Allemands, de Néerlandais et de Prussiens. Au bout de la journée, le bilan est terrible : 23 000 morts, 65 000 blessés, 4 000 disparus, 10 000 prisonniers français...

Débordés par le nombre de blessés, les chirurgiens de la coalition et particulièrement les Anglais font appel à leurs compatriotes. L'un des plus renommés d'entre eux, Charles Bell, franchit la Manche pour opérer et amputer les victimes de cette boucherie. Mû par



son ambition, Bell a pour objectif de faire une description clinique des blessures et d'en tirer des conclusions pratiques afin d'améliorer sa technique chirurgicale. L'un des intérêts, et non des moindres, de cet ouvrage est de ne nous épargner ni les corps déchiquetés, ni les méthodes d'amputation utilisées, détails que Bell, un artiste confirmé, saisit dans son carnet de croquis qui ne le quitte pas.

Bell découvre alors l'extrême misère des blessés français, entassés dans une ancienne caserne insalubre de Bruxelles et quasiment abandonnés. Profondément choqué, il saisit alors dans ses dessins l'expression des visages. Bouleversé, il se consacre à apporter soulagement et réconfort au corps et à l'âme de ces damnés. Un Henri Dunant avant l'heure ? En quelque sorte, même si Bell n'a pas fondé la Croix rouge.

Construit sur des faits réels, ce livre nous montre (autre grand intérêt du récit) la mutation d'un

homme saisi par la violence de la réalité et l'inanité de la guerre. L'empathie qu'il finit par témoigner à ces soldats relativise sa recherche initiale d'une excellence professionnelle et de la reconnaissance par ses pairs. Et c'est restauré par l'humilité d'une humanité retrouvée qu'il peut rentrer en Angleterre et témoigner.

Bernard Schmitt

CERNh, Lorient

■ ANTHROPOLOGIE

Une belle histoire de l'homme

Évelyne Heyer (dir.)

Flammarion-MNHN, 2015
[144 pages, 25 euros].

Cet ouvrage réalise une curieuse synthèse : il est à la fois beau livre et aide-mémoire. C'est d'abord un beau livre, de grand format. Toutes les pages sont illustrées, souvent par des photos d'objets appartenant au musée de l'Homme, à Paris : la parution du livre a accompagné la réouverture du musée en octobre 2015. Mais nombreuses également sont les photos de paysages, de groupes humains, de sites de fouilles, ainsi que les schémas explicatifs. Parmi ceux-ci, j'ai apprécié une carte de France montrant, du nord au sud, les variations dialectales d'une même phrase. On voit celle-ci se transformer du picard jusqu'au catalan en passant par diverses formes d'occitan. Les changements, d'une aire à une aire voisine, sont modérés, mais la différence entre le picard et le catalan est considérable !

Ce livre est aussi un aide-mémoire. Il recense une liste de questions que chacun peut se poser sur la nature, l'origine, l'avenir de l'Homme. Par exemple : l'Homme est-il une

espèce évoluée comme une autre ? D'où vient que nous sommes les seuls à parler ? Pourquoi sommes-nous différents ? Comment la culture agit-elle sur notre évolution ? Lucy marchait-elle comme nous ? Les premiers outils : quand, où, qui ? L'Homme est-il violent depuis les origines ? Y a-t-il une nature vierge ? L'Homme de demain sera-t-il un homme augmenté ? À quoi ressemblerons-nous (ou pas) dans le futur ?

À ces questions répondent une cinquantaine de spécialistes, qui pour la plupart sont anthropologues, préhistoriens ou généticiens. À part Maurice Godelier et Yves Coppens, dont les contributions ont quatre pages, tous les auteurs sont tenus de s'exprimer en deux pages. Ce calibrage strict ne leur laisse guère de place pour exposer nuances ou interrogations personnelles. Une telle uniformité donne à ce livre quelque chose d'un aide-mémoire.



Son titre de « belle histoire » ne doit pas tromper : loin d'être béat, il se fait l'écho d'inquiétudes actuelles répandues. « La médaille des progrès humains présente un large revers : un environnement dégradé et de nouveaux risques pour la santé », écrit ainsi J.-F. Tous-saint. Un autre article ne cache pas ses réserves quant aux effets du tourisme de masse.

Les brèves descriptions de l'état du savoir sur les questions posées ne sont pas présentées comme des réponses définitives : les auteurs sont en recherche. Tant par ces questions que par la façon dont il les examine, ce livre peut entrer en résonance avec les interrogations adolescentes. Souhaitons alors qu'il éveille des vocations de préhistoriens et d'anthropologues.

Didier Nordon

■ ÉCOLOGIE

Oiseaux et changement global

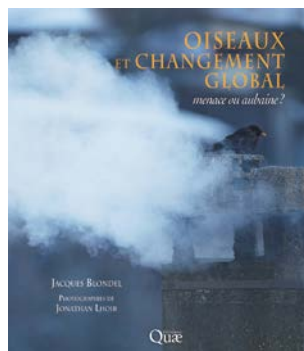
Jacques Blondel (texte)
et Jonathan Lhoir (photos)

Quæ, 2015
(144 pages, 26 euros).

La sortie d'un ouvrage de l'écologue Jacques Blondel est toujours un événement attendu. Cette livraison consacrée à l'impact des changements globaux sur les oiseaux n'échappe pas à la règle. Véritables sentinelles écologiques, les oiseaux sont des indicateurs pertinents dans l'étude de la façon dont l'environnement change. L'auteur présente une magistrale synthèse sur ce sujet complexe et controversé. Il identifie des espèces « gagnantes » et d'autres « perdantes ». Certaines d'entre elles, qualifiées de généralistes, prospèrent tandis que d'autres, les espèces « spécialistes », régressent.

L'auteur est sans concession quand il aborde la question de la disparition et de la dégradation des habitats, n'hésitant pas à dénoncer nombre d'horribles idées reçues,

telle celle qui a conduit à mettre en place un plan d'éradication de l'ibis sacré. Cette espèce exotique avait été faussement accusée de concurrencer les oiseaux autochtones.



L'auteur rend aussi accessible certains concepts pourtant complexes de l'écologie. Il est bien aidé dans cet objectif par une magnifique iconographie, qui appuie toujours opportunément le propos. Insistons à cet égard sur le caractère sidérant de certains clichés, tels celui d'un butor étoilé dans les roseaux, ou encore d'un gypaète barbu en vol...

Le bilan dressé par l'auteur est globalement pessimiste, car les changements environnementaux en cours créent plus de « perdants » que de « gagnants ». Il estime toutefois encore possible de sauver l'essentiel en mettant en œuvre des moyens adaptés de réhabilitation des écosystèmes. Le remarquable succès du retour des vautours dans nos montagnes illustre ce qui est à notre portée. Ce « beau livre » captivera tous ceux intéressés par les conséquences de l'action humaine sur l'environnement.

Jean-Philippe Siblet
MNHN, Paris



L'eau à découvert

Agathe Euzen, Catherine Jeandel
et Rémy Mosseri (dir.)
CNRS Éditions, 2015
(368 pages, 39 euros).

Tout sur tous les aspects de l'eau ; en deux pages pour chaque aspect ; le tout fiable scientifiquement. Les directeurs de cet ouvrage ont réussi à en faire une référence accessible, ouverte et passionnante. Exemple ? On lit page 62 que l'eau est un milieu réactionnel industriel : en tant que solvant à température ambiante, elle est employée pour transformer la biomasse ; au-dessus de 100 °C ou quasi critique, elle sert à déstructurer de la matière lignocellulosique ; supercritique, elle a encore d'autres emplois.



I. Le sanglier et le satyre II. Le satyre et le sanglier

Michel Sguaitamatti,
Danielle Leibundgut Wieland
et Rosina Leone

Akanthus, 2015
(232 et 196 pages, 74 euros).

Sur le plan scientifique, les deux auteurs ont réussi une tâche d'importance : rassembler sous une forme accessible, belle et systématique le matériel hétérogène et dispersé des vases plastiques hellénistiques, en d'autres termes des vases figuratifs de la Grande Grèce. Sur le plan esthétique, même si les images sont en noir et blanc, c'est un enchantement plein de découvertes. Ainsi ces touchantes représentations de visages noirs qui rappellent la présence des Subsahariens parmi les esclaves des Grecs – une vieille injustice oubliée en somme.



L'avenir est pavé de bonnes intentions

Nicolas Carreau
Vuibert, 2015
(224 pages, 17,90 euros).

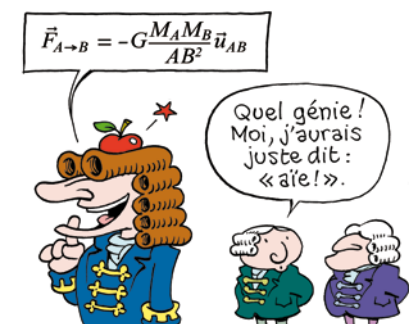
Et ce qui est pavé de bonnes intentions pourrait devenir l'enfer... L'auteur rassemble 80 « inventions géniales », discute de leur plausibilité, voire de leur réalité, avant de commenter avec une ironie froide l'avenir que nous préparons la machine de Nestlé à nous nourrir de pilules, le futur robot-acteur, les spectres hologrammatiques de rock stars décédées, les e-araignées censées repeupler notre maison désertée par les insectes en extinction, etc. De quoi rire ou frémir.

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



DU NEUF AVEC DU VIEUX

Albert Szent-Györgyi écrivait : « La recherche consiste à voir ce que tout le monde a vu, et à penser ce que personne n'a pensé » (*Bioenergetics*, 1957, p. 57). Voilà qui est trop exclusif : il existe des terres vierges qui méritent d'être explorées. Reste que porter un regard neuf sur un objet connu est sans doute un exploit de plus grande valeur qu'analyser un objet neuf selon des procédures connues.



Cela ne vaut pas qu'en sciences. Bien des philosophes s'assignent le rôle du naïf qui, par ses questions ingénues, révèle que ce que tout le monde tenait pour allant de soi demande en fait qu'on y réfléchisse. Et dire d'un romancier qu'il écrit avec une grande économie de moyens est un beau compliment. Avec des mots et des constructions simples, à la portée de chacun, il suscite des émotions et obtient des effets que lui seul sait atteindre.

Ainsi, ces massifs distincts que sont les sciences, la philosophie, la littérature, ont en commun le sommet où se retrouvent les rares esprits auxquels il est donné de discerner l'original tapi au sein du banal.

PETITS AUTEURS UTILES

La notion de grand écrivain a beau être discutable, chacun de nous trouve grands certains écrivains, et moins grands certains autres. Paradoxe : les grands lecteurs ont besoin des petits écrivains autant que des grands, alors que les petits lecteurs peuvent se contenter des grands écrivains.

Si je passe mon temps à lire et si tous les auteurs me paraissent géniaux, je vais

me sentir écrasé. Ils me montrent combien mon esprit est faible, à côté du leur. Je serai moins affecté si les auteurs qui m'éblouissent sont rares. Les petits auteurs revalorisent les grands lecteurs. À l'inverse, imaginons que je lise peu. Les rares jours où la fantaisie me prend d'ouvrir un livre, autant qu'il me comble.

Se laisser emporter par les auteurs de génie est enthousiasmant, fréquenter des auteurs ordinaires, à notre image, est rassérénant. Les grands auteurs ne peuvent pas tout. Il y a des effets que seuls les petits réussissent.

TROP FACILE

Il est des phrases simples qu'on pourrait prononcer dans le feu de l'action sans remarquer qu'elles sont des palindromes. La mieux réussie, à mon goût : « Engage le jeu, que je le gagne ! » À l'inverse, on doit à Georges Perec un palindrome tarabiscoté à l'extrême. Il débute par « Trace l'inégal palindrome. Neige. Bagatelle, dira Hercule... » et s'achève, quelques indigestes pages plus loin, par « ... Haridelle, ta gabegie ne mord ni la plage ni l'écart. » Qu'on les préfère simples ou à la Perec, fabriquer ces textes réversibles est rudement difficile.

En revanche, fabriquer un nombre palindrome, même énorme, est enfantin. On écrit une série de chiffres, on la fait suivre de la même série prise à l'envers, et le tour est joué.

Voilà un cas où les mathématiques sont plus faciles que la littérature, concluront certains. Innocents ! Qu'ont fait les mathématiciens, sitôt qu'ils eurent introduit la notion de nombre palindrome ? Ils se sont posé des questions si difficiles qu'ils ne savent pas y répondre. Évidemment ! On ne les changera pas... Entre autres, ils ignorent s'il existe une infinité de nombres premiers palindromes.



L'homme ne se nourrit pas que de pain : il lui faut aussi de la difficulté. Quand une question facile se pose, il n'a de cesse d'imaginer comment la transformer en questions de plus en plus difficiles. S'il parvient à en formuler une qui soit carrément inextricable, là, il connaît enfin le bonheur.

LES MOTS QUI RASSURENT

Personne n'a peur d'un faisceau lisse, d'un schéma formel ou d'une tour de corps de classes – sauf ceux qui savent de quoi il s'agit. Ces termes anodins sont utilisés en mathématiques et exigent un travail âpre pour être compris.

Tout le monde a peur du dioxyde de titane, de l'acide malique ou du citrate de calcium – sauf ceux qui savent de quoi il s'agit. Ces



termes revêches désignent des colorants et des conservateurs, d'origine naturelle, banals dans l'industrie alimentaire.

Les chimistes se plaignent d'être mal aimés. Mais être parfaits ou être aimés, il faut choisir ! Vouloir une nomenclature à la rationalité parfaite les mène à construire des termes rébarbatifs. Ils devraient s'inspirer des mathématiciens (ces bien-aimés...). Ceux-ci emploient des mots familiers, qui n'agressent pas l'oreille et qui, par glissement de sens, acquièrent une acception technique. Alors, puisque le dioxyde de titane est rouge, que les chimistes l'appellent rutile ! Puisque l'acide malique est présent dans beaucoup de fruits, qu'ils l'appellent cœur de fruit ! Et puisque le citrate de calcium est bon pour les os (à en croire les pubs), qu'ils l'appellent fortifiant osseux ! Nul ne s'inquiète de voir des enfants se bourrer de friandises contenant du rutile, du cœur de fruit et du fortifiant osseux. ■