

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 :

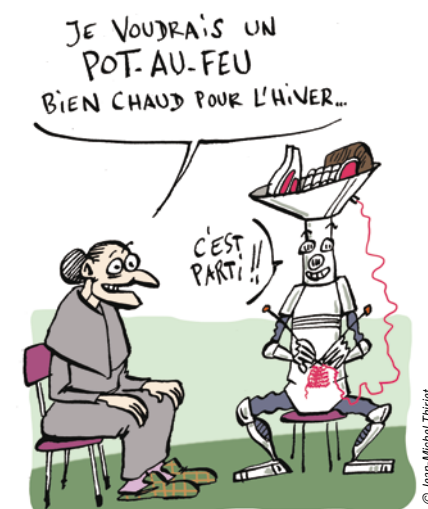
en 1964, le physicien britannique Geoffrey Taylor a calculé que la surface du liquide prend une forme de cône et, si l'on augmente la différence de potentiel, un jet très fin est produit. Les instabilités dynamiques du liquide déforment ce jet en spirale.

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

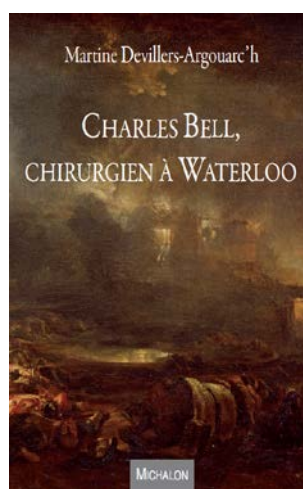
Charles Bell, chirurgien à Waterloo

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

