

SCIENCE & GASTRONOMIE

Légumes artificiels à foison

En jouant avec des gels et des liquides, on peut produire des fruits ou légumes artificiels bien plus vite que par des cultures in vitro.

Hervé THIS



Des oranges artificielles ? Ce furent, en 2001, les « conglomères ». Aujourd'hui, on sait obtenir mieux : des tissus végétaux artificiels dont les compartiments contiennent, au choix, un gel ou un liquide.

Commençons par observer une orange : sans entrer dans les détails de sa structure, il y a la peau, qui protège l'ensemble des « poils endocarpiques » emplis de jus. L'utilisation d'alginate de sodium, un gélifiant extrait d'algues, permet de reproduire ces derniers : soit on dissout du lactate de calcium dans du jus d'orange et on laisse tomber des gouttes de ce liquide dans une solution d'alginate de sodium, soit on dissout de l'alginate de sodium dans le jus d'orange et on dépose des gouttes de ce liquide dans une solution de lactate de calcium.

Dans les deux cas, une peau gélifiée se forme, les ions calcium Ca^{2+} venant ponter les molécules d'alginate, ce qui forme une mince couche de gel à la surface des gouttes. La conglomère s'obtient alors simplement en déposant les perles formées dans un bol, puis en versant une solution de gélatine, qui les solidarise. Avec deux demi-sphères recollées, on forme une sphère, puis on peut, si l'on veut, ajouter une « peau d'orange » en trempant la sphère refroidie dans une solution de gélatine colorée en orange (avec du bêta-carotène, pigment des carottes et vendu sous le code E160a) à la limite de la prise.

On le voit, cette reproduction n'est guère difficile, mais qu'en est-il pour les tissus végétaux formés de cellules dont la taille est de

l'ordre du micromètre ? La technique des perles évoquée plus haut n'est pas utilisable, car les perles ont un diamètre limité par la taille de gouttes que l'on peut produire. Une autre technique consiste à diviser finement un matériau gélifié, puis à solidariser les « particules » formées.

Par exemple, si l'on part de jus d'orange que l'on fait prendre en gel à l'aide d'agar-agar (un polysaccharide, cousin de l'amidon, donc, mais extrait des algues) et si l'on passe le gel dans un moulin électrique, on produira des particules de gel que l'on pourra ensuite solidariser à l'aide d'un gélifiant différent (par exemple une solution de gélatine), afin de former une dispersion de microgels dans un gel. Dans ce système, la gélatine reproduit la paroi végétale, et l'agar-agar reproduit la gélification du cytosol, le liquide à l'intérieur des cellules.

Voudrait-on une reproduction de paroi plus réaliste, avec de la cellulose ? Utilisons alors une centrifugeuse de cuisine, pour y mettre des carottes, par exemple. Le résidu de centrifugation, souvent jeté, est fait de cellulose quasi pure, que l'on peut laver, puis sécher, avant de l'incorporer à la préparation que l'on fait gélifier.

On préférerait un pseudo-cytosol liquide, et non gélifié ? Une première solution consiste à emplir de liquide un matériau poreux. Pensons au baba au rhum : selon le type de « gâteau » ou de « pain », on peut obtenir soit des porosités connectées, soit des porosités isolées. Pour le baba, l'existence d'un réseau connecté permet au rhum de se répartir dans tout le gâteau.

Toutefois, cette solution reproduit mal le tissu végétal, où les cellules communiquent peu : il vaut mieux les reproduire par des poches de liquide. On les obtient, par exemple, en commençant par faire un gel de gélatine. Mixons-le, afin d'obtenir de petits fragments de gel qu'on solidarise ensuite à l'aide d'un gélifiant qui ne soit pas une protéine et d'un liquide contenant du jus d'ananas frais. Une fois la gélification faite, l'enzyme du jus d'ananas, la broméline, diffusera vers le gel de gélatine et dégradera son réseau solide. Des poches liquides se formeront alors dans la matrice solide.

Et c'est ainsi que d'innombrables solutions se présentent à qui veut faire des fruits ou des légumes artificiels, dont la consistance rappellera celle des végétaux, mais dont le goût sera exactement celui qu'on aura décidé d'avoir, soit parce que l'on aura dissous des solutés dans l'eau qui forme les divers gels, soit parce que l'on aura émulsionné de la matière grasse, où seront dissous des composés odorants. ■



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

■ MATHÉMATIQUES

Dans le secret des nombres

Marianne Freiberger et Rachel Thomas

Dunod, 2015

[320 pages, 18,90 euros].

Ce livre est un voyage initiatique dans le monde mathématique. Les auteurs nous proposent un itinéraire foisonnant à travers les prolongements actuels de nombreux problèmes mathématiques classiques ou récents. Il est doux, lors de la lecture, de revisiter des sites connus, puis de découvrir



de nouveaux aperçus. La pédagogie des guides nous conforte : leur discours nous intéresse par la beauté des structures mathématiques évoquées et par leur utilité pratique. Cette bivalence est ici miraculeuse et enchanteuse.

Ces vaticinations ne sont pas erratiques, les objets disparates des mathématiques s'unissent souvent dans une théorie supérieure ou par des analogies « incroyables » entre deux domaines qui éclairent leur résolution. La balade suit toutefois plus les traces du génie prolifique d'Euler qu'elle n'est inspirée par la rigueur de Bourbaki. Par moments, il reste des ambiguïtés. C'est peut-être inévitable.

Donc, certaines itinérances sont superbes par leur fertilité incongrue d'un nouveau sujet, comme le chapitre brillantissime

« Des abeilles et des hommes » où l'on visite des « petits mondes » inattendus. D'autres excursions dans des domaines austères peuvent être moins exaltantes, comme le calcul de π .

Lors du voyage, des bouquets de compréhension surgissent : à propos de l'équation de Navier-Stokes régissant les comportements des fluides, la réflexion selon laquelle la difficulté de sa résolution est liée à l'immense variété des phénomènes observés est pertinente, c'est la Némésis mathématique ! Les auteurs s'attachent aussi à nous montrer les impasses, les voies aujourd'hui sans issue visible, ce qui nous console de nos incapacités passées et nous stimule pour nos efforts futurs. Il y a en effet encore beaucoup de choses à démontrer en mathématiques. Ainsi, certaines questions très simples sont irrésolues : grandeur et limite de la pensée mathématique ! Henri Poincaré, qui avait mieux que personne percé certains secrets et ce faisant buté contre des frontières mathématiques qu'il avait délimitées, écrivait : « La pensée n'est qu'un éclair au milieu de la nuit. Mais c'est cet éclair qui est tout. » Laissez-vous guider dans cette exploration du monde avec pour unique bagage votre cerveau.

Philippe Boulanger



■ HISTOIRE DES SCIENCES

Histoire des théories scientifiques de l'extinction des espèces

Cédric Grimoult

Ellipses, 2014

[640 pages, 45 euros].

L'extinction des espèces est pour nous un concept acquis : beaucoup d'êtres aujourd'hui éteints, qu'il s'agisse des dinosaures, des mammouths ou des hommes de Néandertal, nous sont plus familiers que bien des espèces actuelles, et nous savons fort bien, hélas, que nombre de plantes et d'animaux disparaissent pratiquement sous nos yeux. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Longtemps, l'idée même qu'une espèce pût disparaître a paru inacceptable, pour des raisons religieuses (la création divine n'avait pu produire d'êtres assez imparfaits pour qu'ils soient frappés d'extinction) ou philosophiques (la « grande chaîne du vivant » ne pouvait souffrir de lacunes).

Ce n'est qu'à l'extrême fin du XVIII^e siècle que l'ampleur du phénomène d'extinction des espèces a fini par être reconnue par la science, grâce en particulier aux études de Georges Cuvier sur les fossiles. Mais une fois le concept accepté, encore fallait-il trouver des causes à ces disparitions d'espèces – et cette recherche des processus qui peuvent amener des espèces à disparaître, parfois en grand nombre (on parle alors d'extinctions en masse), continue aujourd'hui à nourrir les controverses au sein de la communauté scientifique.

Dans ce gros livre, Cédric Grimoult examine en détail l'évolution des idées au sujet des extinctions, depuis l'Antiquité jusqu'à aujourd'hui. Il le fait avec une

érudition et une précision remarquables (la bibliographie ne comporte pas moins de 125 pages !), et nous livre une histoire assez exhaustive des débats sur le sujet, qui ont mobilisé et mobilisent encore nombre de paléontologues, biologistes, géologues et même astronomes, depuis que des causes extraterrestres sont invoquées pour expliquer certaines grandes extinctions.

Le livre est dense et, pour l'apprécier, il n'est pas inutile d'avoir quelques bases en histoire des sciences, car l'auteur, occupé avant tout par l'histoire des idées, n'a guère l'occasion ni la place de présenter le contexte plus large dans lequel les débats se sont déroulés. Il faut voir dans cet ouvrage une source très utile d'informations détaillées sur une question scientifique dont on s'aperçoit, à la lecture, qu'elle est depuis plusieurs siècles au cœur des sciences géologiques et biologiques.

Eric Buffetaut

CNRS et laboratoire de géologie de l'ENS, Paris

■ SCIENCES DE L'ÉVOLUTION

L'histoire du corps humain

Daniel E. Lieberman

JC Lattès, 2015

[500 pages, 24,50 euros].

Professeur de biologie humaine à Harvard, l'auteur réfléchit ici à l'évolution du corps humain. Réponse *a priori* adaptée aux contraintes environnementales, celui-ci devrait être gage de la survie de l'espèce, mais son inadaptation relative d'aujourd'hui donne le sentiment d'une régression.

Durant plus de six millions d'années, plusieurs étapes clés ont marqué cette évolution : posture érigée, gros cerveau, diversification alimentaire, émergence