

■ BIBLIOGRAPHIE

R. Müller, *Roller coasters without differential equations – a Newtonian approach to constrained motion*, *European Journal of Physics*, vol. 31(4), pp. 835-848, 2010.

A.-M. Pendrill, *Rollercoaster loop shapes*, *Physics Education*, vol. 40(6), p. 517, 2005.

W. F. D. Theron, *Bouncing due to the “infinite jerk” at the end of a circular track*, *American Journal of Physics*, vol. 63(10), p. 950, 1995.

doit être proportionnel à l'accélération, donc à la courbure. Pour que le dévers évolue de façon continue à partir d'une voie horizontale, il faut donc que l'accélération en fasse de même, d'où l'intérêt des clothoïdes.

Une autre application des clothoïdes porte sur les montagnes russes (voir la figure 3). Les loopings modernes ne sont plus forcément circulaires. En dehors du problème déjà évoqué de la secousse lors de la transition du cercle à la droite, un autre désagrément provient des accélérations subies par le passager. Si l'on souhaite qu'au point le plus haut, la force centrifuge compense le poids (avec la tête en bas, les épaules n'appuieront pas sur le harnais), on s'aperçoit que tout en bas, dans le cas d'un looping circulaire, elle lui serait cinq

fois supérieure : l'accélération ressentie par le passager serait alors égale à $6g$, six fois l'accélération de la pesanteur, valeur difficilement acceptable pour un public familial !

Cette forte accélération a pour origine le fait que la vitesse du wagon, donc la force centrifuge [à courbure constante], diminue à mesure que le véhicule s'élève : la condition à respecter au sommet impose une vitesse d'entrée dans le looping trop élevée. En choisissant un looping au moins partiellement en spirale de Cornu, on entame la montée avec des courbures faibles à vitesse élevée et on l'achève avec des courbures plus fortes, mais une vitesse inférieure. L'accélération ressentie peut ainsi être ramenée à des valeurs plus supportables (autour de $3g-4g$), notamment pour les enfants. ■



SCIENCE & GASTRONOMIE

De l'huile en perles

Des chercheurs brésiliens ont conçu une méthode simple pour encapsuler des pigments ou des composés odorants qui, le plus souvent, ne sont pas solubles dans l'eau.

Hervé THIS

La cuisine moléculaire a popularisé des perles à cœur liquide, analogues à du caviar : perles de jus d'orange, de cognac, de sirop de sucre, etc. La confection de ces objets est facile, quand on accepte que la gélatine ne soit pas le seul agent gélifiant et que les agar-agar, carraghénanes, alginate et autres gommes (xanthane, guar, caroube...) peuvent rendre service. La clé de l'affaire est la gélification instantanée d'un polysaccharide extrait d'algues, l'alginate de sodium, en présence d'ions calcium. Deux méthodes ont été mises au point.

Dans la méthode dite directe, on dissout de l'alginate de sodium dans un liquide goûteux (par exemple du jus de fraises), dont on fait tomber des gouttes dans de l'eau contenant des ions calcium (lactate de sodium, chlorure de sodium...) : les ions calcium lient sur-le-champ les molécules d'alginate, formant une peau gélifiée autour du liquide. Un rinçage immédiat et prolongé s'impose, pour éviter que les ions calcium excédentaires ne migrent vers l'intérieur des perles et ne gélifient toute la goutte.

La méthode dite inverse évite cet écueil. Cette fois, on dissout les ions calcium dans le liquide qui a du goût, et l'on fait tomber les gouttes de ce liquide dans un bain d'eau où l'on a dissous l'alginate de sodium. Là encore, il y a gélification sur la périphérie de la goutte ; mais les molécules d'alginate, plus grosses, diffusent peu vers l'intérieur, ce qui laisse un bon cœur liquide, avec un contraste de consistance bienvenu.

Comment confectionner des billes contenant de la matière grasse ? Fabiana

Perrechil et ses collègues de l'Université de Campinas, au Brésil, ont exploré la gélification d'émulsions à double couche de surface, obtenue à l'aide de caséinate de sodium et de carraghénanes kappa.

Les industries alimentaire et pharmaceutique étudient depuis longtemps la question de l'encapsulation des composés hydrophobes, car pigments, vitamines, composés odorants, nutriments, principes actifs, etc., sont souvent solubles dans l'huile et pas dans l'eau. Comment faire des « billes d'huile » ? Les solutions sont nombreuses, mais toutes ne sont pas utilisables dans une cuisine domestique.

Une solution simple consiste à produire une émulsion de l'huile à encapsuler, puis à disperser cette émulsion comme on l'aurait fait d'une solution aqueuse. Toutefois, les émulsions sont peu stables, de sorte que l'ajout d'émulsifiants ou de protéines est souvent nécessaire.

La solution brésilienne utilise des produits popularisés par la cuisine moléculaire : les caséinates de sodium (produits à partir du lait) et les carraghénanes kappa (obtenus à partir d'algues), en vente dans les « bonnes épiceries » et sur Internet.

F. Perrechil et ses collègues ont donné la recette des billes d'huile (*Food Biophysics*, vol. 7, pp. 264-275, 2012). D'abord, on réalise une solution de caséinate de sodium à dix pour cent, en dispersant le caséinate au mixeur. Ensuite, on prépare une solution de carraghénane kappa à trois pour cent en dissolvant le polysaccharide dans de l'eau, puis en chauffant à environ 90 °C, tout en mixant vigoureusement.



On prépare alors l'émulsion « huile dans eau » en dispersant l'huile, qui contient les aromates et les parfums, dans la solution de caséinate à l'aide d'un mixeur, afin que la concentration finale en caséinate soit de 0,5 pour cent et la concentration en huile de 30 pour cent.

L'étape suivante consiste à former une émulsion « huile dans eau » en dispersant l'émulsion primaire dans la solution de carraghénane kappa (toujours au mixeur). Enfin, on forme des microbilles en extrudant les émulsions à doubles couches dans une solution de chlorure de potassium. Les billes les plus petites sont obtenues pour des diamètres d'orifice d'injection de 1,2 millimètre, quand ces billes tombent d'assez haut dans le bain de chlorure de potassium. L'ajout de sucre à ce bain stabilise les billes.

La liste d'ingrédients ne plaira guère aux cuisiniers les plus conservateurs, ni aux mangeurs exclusifs de poulet rôti. Elle ne devrait pas rebuter les autres, pour qui la découverte d'un mets nouveau fait plus de bonheur que la découverte d'une étoile ! ■



Hervé THIS est chimiste dans le Groupe INRA de gastronomie moléculaire, professeur à AgroParisTech et directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Académie des sciences).

Retrouvez les articles de H. This sur www.pourlascience.fr



→ COSMOLOGIE

La réalité cachée

Brian Greene

Robert Laffont, 2012
[510 pages, 23,50 euros].

Notre Univers est-il unique ? Ou en existe-t-il d'autres versions, dans un « ailleurs » qui reste à définir ? À quel point ceux-ci peuvent-ils être différents du nôtre ? La question des univers parallèles a toujours fasciné le grand public et les auteurs de science-fiction. Pour les physiciens, ce terme peut désigner des notions très différentes : Brian Greene, chercheur américain spécialiste de la théorie des cordes, en compte neuf dans son ouvrage, consacré à une exploration de ces déclinaisons du concept d'univers parallèles.

Par exemple, d'après la mécanique quantique, lorsqu'on mesure l'état d'un système, tout se passe comme si le résultat était à chaque fois tiré au hasard entre plusieurs possibilités, selon une loi de probabilité décrite de façon très précise par le formalisme quantique. L'apparition de ce type de hasard en physique est perturbante et, pour s'en affranchir, l'hypothèse a été émise qu'à chacun de ces tirages au sort, l'Univers se dédoublait en plusieurs copies, qui ne diffèrent

que par le résultat de ce tirage au sort. Selon cette vision, tout ce qui peut se réaliser dans l'Univers se réaliserait dans l'un au moins de ces univers parallèles.

C'est un exemple parmi d'autres, et ce sont neuf voyages à travers des notions de ce type que nous propose l'auteur, en mécanique quantique, en théorie des cordes, en cosmologie et, pour finir, une incursion surprenante mais tout aussi passionnante dans les réalités virtuelles.

Brian Greene se justifie de ne pas expliquer autant les bases de la physique que dans ses précédents ouvrages, mais cette précaution est superflue : il prend le temps de revenir sur les concepts fondamentaux, et les nombreuses notes permettent au lecteur plus à l'aise avec les notions présentées d'approfondir le propos. Si les thèmes abordés sont très spéculatifs, la physique sous-jacente ne l'est pas et elle est présentée dans un style remarquable par sa clarté. Les apartés sur l'histoire des sciences et les réflexions sur la nature de la science ou sur le rapport entre les mathématiques et la réalité qui émaillent l'ouvrage en font une lecture aussi enrichissante qu'agréable, et nous montrent la chance que nous avons d'occuper un Univers dans lequel Brian Greene nous fait rêver de façon intelligente !

→ Richard Taillet

Université de Savoie

→ HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES

Une vie brève

Michèle Audin

Gallimard, 2013
[190 pages, 17,90 euros].

C'est un ouvrage très personnel, intimiste et tout en nuances que nous livre Michèle Audin, mathématicienne,

avec ce récit biographique consacré à son père Maurice Audin, mathématicien algérien et militant communiste arrêté, torturé et assassiné par des parachutistes français en juin 1957 à l'âge de 25 ans. L'auteure avait alors un peu plus de trois ans. Elle se place ici



en dehors du tragique médiatique de l'affaire Audin et raconte sans pathos la vie de cet homme dont elle a peu de souvenirs.

À travers des photos, des lettres qu'il écrivait à sa famille et des témoignages des membres de sa famille, elle retrace son enfance : collégien dans une école d'enfants de troupe en Algérie, puis à l'école des enfants de troupe d'Autun, il supporte mal la discipline militaire et demande à retrouver sa famille à Alger. Là, il achève ses études secondaires et entreprend des études de mathématiques qu'il réussit brillamment à la Faculté des sciences d'Alger. René de Possel guide ses premiers pas en recherche et, rapidement, il achève une thèse qu'il n'aura pas le temps de soutenir. Cette thèse sera soutenue *in absentia* en décembre 1957.

Les dernières années de sa vie sont riches. Nommé assistant à la Faculté des sciences d'Alger, il est aussi un militant actif pour

l'indépendance de l'Algérie. Ses idées le rapprochent des rares étudiants musulmans qu'il côtoie. Il se marie et a trois enfants – Michèle est l'aînée.

La brève carrière mathématique de son père, Michèle Audin la reconstitue en retrouvant des notes manuscrites laissées dans des livres qu'il avait consultés et dans les manuscrits de sa thèse, ou grâce à des Notes qu'il a publiées aux Comptes rendus de l'Académie des sciences.

Ce livre profond est l'expression d'une émotion toujours contenue. On peut l'entrevoir lorsque l'auteure donne quelques détails de la vie quotidienne – des extraits de livres de compte des dépenses du ménage –, lorsqu'elle s'interroge sur ce qu'il aimait, sur la musique qu'il écoutait, sur les livres qu'il lisait. Elle ignore des pans entiers de la vie de son père et semble, au fil du livre, rechercher ce qui la relie à lui.

Il faut simplement lire ce livre. Que vous y trouviez un hymne à une vie trop brève ou une invitation à fouiller votre propre passé, l'émotion sera au rendez-vous.

→ Gérard Tronel

UPMC, Paris

→ SCIENCE ET SOCIÉTÉ

Ces Français qui ont écrit demain

Natacha Vas-Deyres

Honoré Champion, 2013
[532 pages, 110 euros].

Avec cet ouvrage, issu de son doctorat de littérature française, N. Vas-Deyres offre à tous ceux qui s'intéressent aux littératures de l'imaginaire une remarquable lecture du XX^e siècle sous l'angle de l'utopie, de la dystopie et de l'anticipation littéraire française. La période choisie, 1894-

