



3. CEUX QUI MAÎTRISENT l'« anneau bavard » peuvent pousser assez loin les jeux d'adresse et les figures de jonglerie.

et, donc, la conversion d'énergie potentielle de gravitation en énergie cinétique ne sont alors pas assez rapides pour compenser les pertes dues au frottement, et la rotation cesse. La fourchette pour laquelle on a le mouvement attendu se situe pour un diamètre intérieur des petits anneaux compris entre 1,2 et 2,3 fois le diamètre de la tige.

La présence de plusieurs anneaux rend la physique du jeu encore plus intéressante. Des photographies au flash ou l'utilisation de caméras rapides montrent tout d'abord que la rotation des divers anneaux est synchronisée et que ceux-ci descendent à la même vitesse, alors même qu'ils ne sont pas en contact.

Comment cela est-il possible ? La rotation des anneaux entraîne une vibration de la tige qui couple le mouvement des divers

anneaux. Ainsi, non seulement ces anneaux se mettent à tourner à la même fréquence, mais en plus, ils deviennent en phase, c'est-à-dire que tous les anneaux tournant dans le même sens sont, à chaque instant, inclinés dans la même direction.

Cependant, on ne comprend pas encore tout du *chatter ring*. Les anneaux peuvent tourner dans des sens différents (le choix dépend de la façon dont on les lance). Dans ce cas, les anneaux restent synchronisés, mais on constate que la distance entre deux anneaux successifs tournant en sens opposés est sensiblement supérieure à celle qui sépare deux anneaux tournant dans le même sens. Pourquoi ? Qu'est-ce qui détermine la distance entre deux anneaux successifs ? Expérimentateurs, à vos anneaux !

universcience présente

les conférences

à la Cité des sciences et de l'industrie

entrée libre

Le cosmos vu par les mathématiques [LES MERCREDIS À 18 H 30]

Les mathématiques mettent à mal les apparences placides de la voûte céleste et dérangent notre vision du cosmos. Que nous révèlent les théorèmes et les équations ? Quelles surprises nous réservent-ils ?

21 MARS Le Système solaire est-il chaotique ?
→ François Béguin, maître de conférences au département de mathématiques d'Orsay à l'université Paris-Sud-XI et chercheur au département de mathématiques et applications à l'École normale supérieure (ENS), Paris.

28 MARS La galaxie, agitée et en quête de relaxation
→ Cédric Villani, professeur de l'Université de Lyon, directeur de l'Institut Henri-Poincaré, CNRS/UPMC, Paris, et lauréat de la médaille Fields 2010.

4 AVRIL L'Univers est-il courbe ?
→ Jérémie Szeftel, chercheur au département de mathématiques et applications à l'École normale supérieure (ENS), Paris.

Avec le soutien de

SCIENCE **FUTURA-SCIENCES** **encyclo** **SCIENCES AVENIR** **culture**

programme complet sur www.universcience.fr

SCIENCE & GASTRONOMIE

Le fractionnement des produits

Cuisiner « note à note » à partir de composés purs est compliqué. Un compromis est d'utiliser des mélanges préparés par avance.

Hervé THIS

Dans la cuisine moléculaire, il ne s'agit pas de cuisiner avec des molécules : qui prétendrait faire autrement ? Non, le but est de tirer profit de « nouveaux » outils, ingrédients, méthodes – par exemple le siphon, l'évaporateur rotatif, la sonde à ultrasons, l'azote liquide, les agar-agar, carraghénanes, etc. L'idée de la cuisine note à note est différente : il faut partir de composés (purs si possible) pour construire les mets.

La difficulté de cette cuisine est analogue à celle qu'ont rencontrée les musiciens quand sont apparus les premiers synthétiseurs : étant donné la possibilité de mêler des sons de fréquence pure, comment faire de la musique ? Il semblait fastidieux d'avoir à décider, pour chaque fréquence audible, de l'intensité du son, en vue de faire non plus des notes, mais des mélanges d'ondes sonores ! Aussi les fabricants de synthétiseurs ont introduit des « enveloppes », afin de produire des timbres préformés, avec quelques possibilités de réglage, qui restreignent certes les possibilités théoriquement infinies, mais qui permettent au musicien... de faire de la musique.

Et s'il en était de même pour la cuisine note à note ? Puisque la construction d'un plat à partir de composés purs est compliquée, ne pourrions-nous pas, plutôt, partir de mélanges préparés par avance et différents des tissus végétaux ou animaux ? Une proposition, pour préparer de tels mélanges, est le fractionnement des produits végétaux ou animaux.

Un tel fractionnement existe déjà dans l'industrie alimentaire, qui fractionne le blé ou le lait, depuis quelques décennies. C'est ainsi que l'on prépare du son, de l'amidon, des protéines (gluten, par exemple), ou, pour

le lait, des matières grasses à diverses températures de fusion, des poudres, etc. Pourquoi ne pas généraliser les techniques à d'autres produits végétaux ou animaux : la carotte, la pomme, la viande d'agneau, le merlan, l'orange... ? Depuis quelques années, à la Station INRA de Pech Rouge, les chercheurs préparent la fraction polyphénolique totale du vin, les composés odorants qui sont libérés lors de la fermentation, les sucres... Les techniques mises en œuvre sont classiques : distillations, évaporation sous pression réduite, filtrations.

L'industrie de l'eau, notamment, a perfectionné les systèmes de filtration et produit des « cartouches », analogues dans leur principe à celles qui figurent dans les carafes de purification de l'eau. Ces systèmes séparent un liquide injecté sous pression en fractions déterminées par le type de filtre choisi. Nanofiltration, ultrafiltration, microfiltration, osmose directe, osmose inverse... Selon les techniques, on retire les ions, les oligosaccharides (glucose, fructose, saccharose, etc.), les acides aminés, les composés phénoliques, les pigments caroténoïdes ou chlorophylliens...

Voyons le cas des carottes dont le liquide, après broyage, a été placé dans un appareil qui, en quelques minutes, a séparé une « eau » assez pure d'un concentré des autres composés dissous. Un traitement supplémentaire, à l'aide d'une cartouche aux pores de taille différente, aurait poursuivi le processus et séparé les composés.

Ces fractions, plus « élaborées » que le produit végétal initial, peuvent être vendues à un prix supérieur à celui du produit initial, et l'on peut souhaiter que ce type de méthodes contribuera à l'enrichissement des agricul-

teurs indispensables à notre économie et à la sauvegarde de notre environnement.

Pour les cuisiniers, ce sera la source d'ingrédients culinaires nouveaux, préparés à partir des produits de l'agriculture ou de l'élevage actuels. Évidemment, la cuisine à l'aide de ces matières ne sera pas de la cuisine note à note « pure », mais un bon début.

On apprendra ensuite à craquer les tissus végétaux et animaux, en vue de la préparation de nouveaux ingrédients (dans le fractionnement, on se limite à séparer des composés ; dans le craquage, on modifie les composés au cours du traitement de séparation).

Un exemple de réalisation possible ? La sauce wöhler se confectionne par mélange d'eau (disons 250 millilitres), de six feuilles de gélatine, d'une cuillerée à soupe de composés phénoliques de Syrah, une demi-cuillerée à café d'acide tartrique, une cuillerée de glucose, un peu de sel, une goutte de solution diluée de capsaïcine (ou, à défaut, d'une macération de piment dans de l'huile) ; on chauffe, on ajoute de la matière grasse (huile) en fouettant. À servir avec un flan un peu ferme fait de poudre d'œuf, d'eau, de 1-octène-3-ol. J'ai essayé, c'est délicieux !

Avec ces techniques, le... goût pour les nouveaux goûts sera facile à satisfaire. ■



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 Hervé This sur www.pourlascience.fr



→ MATHÉMATIQUES

Symétrie ou les maths au clair de lune

Marcus du Sautoy

Héloïse d'Ormesson, 2012
(519 pages, 26 euros).

Ce livre est un voyage initiatique à travers le monde mathématique de la symétrie. Marcus du Sautoy raconte sa propre quête de mathématicien à la recherche de la formule explicitant certains êtres géométriques. Il s'inscrit dans la longue lignée des adorateurs de la symétrie, de Platon décrivant ses solides aux créateurs du « Monstre », le dernier avatar des êtres supersymétriques des dimensions supérieures (alors que le carré ne compte que quatre axes de symétrie, il y a plus de symétries dans cette « superstructure » que d'atomes dans le Soleil), en passant par les mathématiciens arabes et anonymes qui ont conçu les mosaïques de l'Alhambra de Grenade.

Un témoignage de la façon bien mystérieuse dont travaillent les mathématiciens : professeur à Oxford, M. du Sautoy relie son oncogénèse à la phylogénèse des dépisteurs de la symétrie cachée dans les structures mathématiques. Il est le saint Simon de la communauté mathé-

matique. Évidemment, difficile de tout comprendre à la première lecture, mais comme la *Sonate au clair de lune* de Beethoven, vous en explorerez les beautés par des lectures successives qui dévoileront de nouvelles facettes du sujet et des intérêts de l'auteur.

M. du Sautoy vous fait ressentir pourquoi les mathématiques ne sont pas que de l'art. Si Beethoven n'avait pas existé, personne n'aurait écrit sa sonate : la musique est affaire d'invention. En revanche, si Galois n'avait pas vécu, il semble probable que quelqu'un aurait démontré par les mêmes moyens que lui l'impossibilité de résoudre par radicaux toutes les équations de degré supérieur à 5. La logique des structures est découverte par le raisonnement et l'apparition des vérités, inévitable à long terme, même si le cheminement de l'esprit du génie précurseur est difficilement identifiable. Car le génie a le choix dans sa démarche parmi les possibilités mathématiques : quand il a ouvert une voie, il cherche des fidèles pour sa nouvelle religion.

À la lecture du livre, le lecteur a envie de converser avec l'auteur sur la vérité des opinions fortes qu'il avance. Par exemple, M. du Sautoy prétend que la symétrie dans le monde animal apparaît comme un avantage évolutif par l'attraction sexuelle qu'elle implique (surtout chez les fleurs). Il affirme aussi qu'un mathématicien a besoin d'être torturé pour être productif. Ces affirmations et d'autres sont discutables dans le sens noble du terme d'autant que ce ne sont peut-être que d'intéressantes facettes (les scientifiques aiment bien ces provocations).

Toutefois, comme l'art, les mathématiques n'existent pas avant d'être communiquées pour que la communion dans la beauté dévoilée puisse s'opérer. Merci à

M. du Sautoy, grand contributeur à la diffusion des connaissances mathématiques, vulgarisateur comme il n'en apparaît dans le monde qu'un ou deux par décennie.

Si vous devez emmener un livre de mathématiques lors de votre prochaine excursion sur une île intellectuellement déserte, emportez les *Maths au clair de lune*.

→ Philippe Boulanger

→ COSMOLOGIE

Le théorème du jardin

Christian Magnan

amds, 2011
(304 pages, 22 euros).

La découverte par la lunette de Galilée de milliers d'étoiles nouveaux si « inutiles » à l'homme a brutalement détruit le concept selon lequel « Dieu ne crée rien en vain ». Comment croire encore que l'être humain est la finalité de l'Univers ? C'est cette question centrale qu'a souhaité aborder de front Christian Magnan, astrophysicien reconnu pour ses constants efforts de médiation scientifique.

La première partie de l'ouvrage replace la question dans un large contexte à travers un exposé classique, mais où les jalons de la révolution scientifique sont explicités de façon très pédagogique : remise en cause de l'ordonnement du Système solaire par Copernic, rejet des sphères célestes et introduction de l'ellipse par Kepler, révélations de la lunette de Galilée, découverte de la force d'attraction par Newton et rôle des comètes pour asseoir cette nouvelle vision de l'ordre cosmique.

Après ce parcours historique, l'auteur expose de façon claire l'élaboration des différentes méthodes



de mesure des distances dans l'Univers qui, élargissant notre horizon, ont conduit au concept de l'expansion d'un espace-temps « courbé » par la matière et à notre vision einsteinienne de la cosmologie. Le « théorème du jardin » y illustre le fait que, pour que cette courbure soit perceptible, il faut que le jardin soit suffisamment grand, au-delà d'une certaine limite qui fait encore aujourd'hui l'objet d'un intense débat.

L'originalité de l'ouvrage réside dans sa dernière partie, où l'auteur critique de façon très directe – certains diront excessive – les biais de certains cosmologistes enclins à attribuer une pseudofinalité à l'Univers à travers « un prétendu principe de complexité » : celui-ci stipulerait que seul un réglage infiniment fin des paramètres de l'Univers aurait permis l'apparition de l'homme. Il s'agit là d'une sidérante tautologie, car étoiles, planètes, atomes, arbres ou fourmis pourraient arriver à la même conclusion : ce qui existe a été fait pour que cela existe !

Enfin, dans sa conclusion, l'auteur souligne l'indigence de la réflexion théorique et certaines dérives de la cosmologie moderne comme celles qui conduiraient à « l'imposture de la matière noire ». Peut-on vraiment parler de théo-

