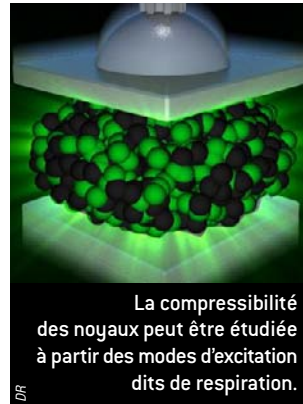


Physique nucléaire

Le noyau atomique qui respire

Lorsque les noyaux atomiques acquièrent une certaine énergie, ils sont excités : ils se déforment, vibrent, se mettent à tourner... Au GANIL (Grand accélérateur national d'ions lourds), à Caen, une équipe internationale autour de Marine Vandebrouck et Elias Khan, de l'Institut de physique nucléaire d'Orsay à l'Université Paris-Sud, a étudié des modes d'excitation particuliers, dits de respiration, dans un noyau instable riche en neutrons, le nickel 68.

Lorsque le noyau « respire », les protons et les neutrons se rapprochent et s'écartent régulièrement. La respiration du noyau est amorcée en le bombardant avec un projectile, tel un noyau de deutérium ou d'hélium. Pour étudier le nickel 68 instable, E. Khan et ses collègues ont adapté et amélioré la méthode d'excitation et de mesure déjà utilisée sur d'autres noyaux. La fréquence du mode de respiration a pu être mesurée avec une meilleure efficacité. Un second mode de respiration, plus faible et



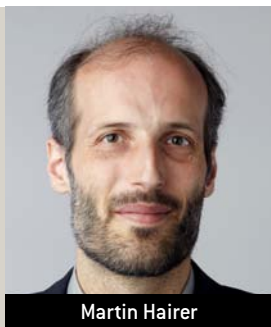
La compressibilité des noyaux peut être étudiée à partir des modes d'excitation dits de respiration.

Sean Bailly

Phys. Rev. Lett., vol. 113, 032504, 2014



Manjul Bhargava



Martin Hairer

une fonction inconnue à une ou plusieurs de ses dérivées), mais où la fonction inconnue est une fonction de plusieurs variables et non d'une seule. L'équation est dite stochastique lorsqu'elle contient des termes à valeurs aléatoires, selon une certaine loi de probabilité.

M. Hairer a travaillé en particulier sur l'« équation KPZ », introduite en 1986 par des physiciens pour décrire l'évolution au cours du temps de la frontière entre deux substances, liquides par exemple. Il a conçu une méthode permettant de donner un sens mathématique précis à cette équation – voire à d'autres – et d'en trouver des solutions ayant également un sens.

Quant à Maryam Mirzakhani, professeur à l'Université Stanford, ses travaux ont notamment porté sur les géodésiques (chemins de longueur minimale) tracées sur des surfaces de géométrie hyperbolique (non euclidienne) et leurs « espaces de modules », des espaces abstraits et encore imparfaitement compris qui leur sont associés. Ses résultats portent en particulier sur les géodésiques fermées qui ne se recoupent pas. Plus généralement, ses recherches sont au carrefour de plusieurs domaines des mathématiques : géométrie hyperbolique, analyse complexe, topologie et théorie des systèmes dynamiques.

Maurice Mashaal

<http://www.icm2014.org/>

Nevanlinna, Chern, Gauss...

Trois autres prix notables ont été décernés lors du Congrès de Séoul :
- Le prix Rolf Nevanlinna (pour les aspects informatiques des mathématiques) à Subhash Khot, de l'Institut Courant de sciences mathématiques de l'Université de New York. S. Khot a formulé en 2001 une conjecture dite UGC portant sur le coloriage de graphes. Lui et d'autres ont ensuite montré que si cette conjecture était vraie, on pourrait trouver des limites précises sur l'approximation qu'il est possible

d'obtenir dans un grand nombre de questions de type combinatoire.
- La médaille Chern à l'Américain Phillip Griffiths, de l'Institut d'études avancées à Princeton, dont les principales contributions portent sur la géométrie algébrique et la géométrie différentielle. Cette distinction récompense l'œuvre de toute une carrière de mathématicien.
- Le prix Gauss à l'Américain Stanley Osher, de l'Université de Californie à Los Angeles ; ce prix est attribué pour des contributions ayant eu des

applications significatives en dehors des mathématiques. S. Osher a en particulier développé, avec James Sethian, la méthode dite des surfaces de niveau, une méthode numérique de suivi de la déformation d'un objet consistant à considérer ce dernier comme une section d'un objet en dimension supérieure. Cette méthode a de nombreuses applications dans les domaines du traitement des images, des effets spéciaux, de la simulation numérique des écoulements fluides, etc.

Moisson de poussières

En 2006, une capsule de la mission *Stardust* est revenue sur Terre. Elle abritait un réceptacle à aérogel qui a capté des poussières dans l'espace. Pour identifier celles-ci, 30 000 volontaires ont scruté les clichés de l'aérogel. Parmi les impacts, sept candidats ont été retenus comme pouvant être des poussières interstellaires. Mais Andrew Westphal, de l'Université de Berkeley, et ses collègues ont montré que les grains ont des compositions et des structures variées, qui s'accordent mal avec les modèles théoriques.

Une nuée de robots

De nombreux exemples de systèmes auto-assemblés existent dans la nature, mais la capacité de gérer simultanément les interactions d'une foule et le comportement des individus est un défi pour les systèmes artificiels. Michael Rubenstein et ses collègues, de l'Université Harvard, ont fabriqué une nuée de 1 000 petits robots autonomes. Chacun est équipé d'algorithmes qui définissent les règles qu'il doit appliquer en fonction de son voisinage, tout en suivant une instruction globale qui conduit la nuée à reproduire une forme simple, telles une étoile ou la lettre H.

Des coraux qui ont du nez

Les coraux déclinent : près de 50 % de ceux du Pacifique tropical ont déjà disparu. Or Danielle Dixon, de l'Institut *Georgia Tech*, à Atlanta, et ses collègues ont montré que leurs larves et celles des poissons coralliens se fient à leur odorat (sensibilité aux composés présents dans l'eau) pour se diriger préférentiellement vers les récifs sains, négligeant ceux qui sont détériorés et envahis par les algues. Les chercheurs suggèrent donc de diffuser des composés chimiques adéquats lors de la réhabilitation des récifs.

Science des matériaux

Comment protéger les canalisations en béton ?

Les réseaux de canalisation, sur lesquels les gouvernements du monde entier ont tant investi depuis plus d'un siècle, se dégradent et nécessitent d' coûteux travaux de maintenance. On sait que la dégradation des canalisations en béton est en grande partie due à la présence de sulfure d'hydro-

gène (H_2S) dans les eaux usées. Ilje Pikaar et ses collègues de l'Université du Queensland, en Australie, ont analysé l'eau d'une banlieue urbaine de la région. Ils ont montré que 52 % du H_2S présent sont dus à l'utilisation de sulfate d'aluminium comme coagulant ou comme purifiant, lors du traitement de l'eau potable. En

dehors du sulfate d'aluminium, le H_2S provient des déchets à 38 % et de l'eau de source à 10 %.

Les ions sulfate (SO_4^{2-}) sont transformés en H_2S par certaines bactéries, puis en acide sulfurique (H_2SO_4) par d'autres. Il en résulte une dégradation du béton de plusieurs millimètres par an. I. Pikaar et ses collègues proposent de remplacer le sulfate d'aluminium par d'autres coagulants plus coûteux mais dépourvus de sulfate, tel le chlorure de fer. Différentes simulations sur ordinateur ont indiqué que dans de nombreux cas, cette solution permettrait de réduire notablement la dégradation des canalisations.

Benoît Mahé

Science, vol. 345, pp. 812-814, 2014

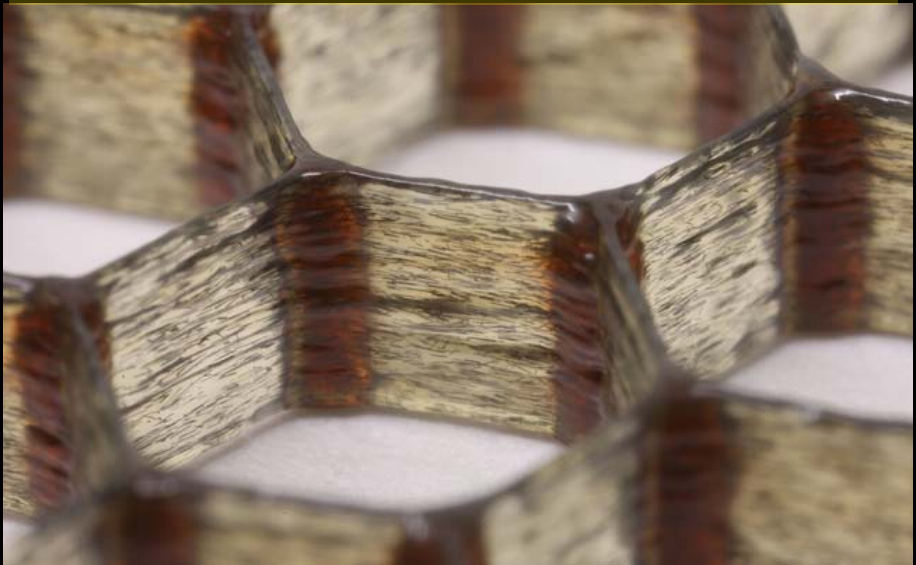


© Ami natari / shutterstock.com

Insolite

Un matériau en nid d'abeille qui imite le bois

Brett Compton et Jennifer Lewis, de l'Université Harvard, se sont inspirés de la structure du bois pour fabriquer avec une imprimante 3D un matériau composite léger et rigide. Le bois est constitué de fibres de cellulose intégrées dans une matrice de lignine. Les chercheurs ont introduit des fibres de carbone dans la résine d'époxy de leur dispositif, l'ont façonné en nid d'abeille, et ont ainsi obtenu un matériau deux fois plus rigide que les composites plastiques imprimés.



© Brett Compton, Lori Sanders et Jennifer Lewis, Université Harvard