

Mathématiques

Le palmarès 2010 des mathématiciens

Le Congrès international des mathématiciens, à Hyderabad, en Inde, a décerné le 19 août dernier ses distinctions, notamment les médailles Fields. Trois Français figurent parmi les lauréats.

Tous les quatre ans, le Congrès international des mathématiciens se réunit et annonce, à son ouverture, les prix attribués par l'Union mathématique internationale. Ces récompenses sont considérées comme les plus prestigieuses distinctions en mathématiques, à l'exception peut-être du prix Abel décerné annuellement depuis 2003 par l'Académie norvégienne. Elles vont à des chercheurs de moins de 40 ans, sauf pour le prix Gauss et la médaille Chern.

Les médailles Fields

Les lauréats sont l'Israélien Elon Lindenstrauss, de l'Université hébraïque de Jérusalem, le Franco-Vietnamien Ngô Bao Châu, de l'Université de Paris-Sud (maintenant à l'Université de Chicago), le Russo-Suédois Stanislas Smirnov, de l'Université de Genève, et le Français Cédric Villani, directeur de l'Institut Henri Poincaré, à Paris.

Elon Lindenstrauss est récompensé pour « ses résultats sur la rigidité des mesures en théorie ergodique, et leurs applications à la théorie des nombres ». La théorie ergodique étudie les transformations qui laissent inchangées des mesures (par exemple les aires ou les volumes) sur des espaces, ces derniers pouvant être de natures très diverses. E. Lindenstrauss et ses collègues ont notamment appliqué des techniques de théorie ergodique à la « conjecture de Littlewood », qui décrit l'approximation d'une paire de nombres réels par des paires de nombres rationnels ayant même dénominateur.

Ngô Bao Châu s'est illustré en prouvant de façon générale, en 2008, le « Lemme fondamental », une conjecture énoncée en 1987 et qui est un élément clef du « programme de Langlands » formulé à partir de 1967 par le mathématicien canadien Robert Langlands. Ce programme est un vaste ensemble de conjectures tissant des liens assez précis entre la théorie des nombres, la théorie des fonctions dites automorphes et la théorie de la représentation des groupes.

Stanislas Smirnov est distingué pour « la démonstration de l'invariance conforme de la percolation et du modèle d'Ising bidimensionnel en physique statistique ». Il s'agit de preuves rigoureuses de certaines pro-

priétés de modèles bidimensionnels sur réseau étudiés par les physiciens, et pour lesquels ces derniers avaient prédit dans les années 1990 plusieurs exposants ou dimensions caractéristiques, avec l'idée sous-jacente que ces modèles jouissent de la symétrie conforme (invariance par rapport aux transformations conformes – transformations qui conservent localement les angles, mais pas forcément les distances) lorsque le pas du réseau tend vers 0.

Quant à Cédric Villani, une médaille Fields lui a été décernée « pour ses démonstrations de l'amortissement de Landau non linéaire et de la convergence vers l'équilibre de l'équation de Boltzmann ». Cette équation de la physique statistique décrit l'évolution d'un gaz peu dense. C. Villani s'est notamment intéressé au cas d'un gaz où existent des interactions à longue portée, par exemple quand les particules sont chargées électriquement (un plasma). L'un de ses nombreux résultats concerne la vitesse de convergence vers l'équilibre lorsque le gaz en est initialement très éloigné. L'amortissement de Landau est un phénomène défini par le physicien russe Lev Landau en 1946, qui correspond à un transfert d'énergie des champs électromagnétiques créés par les particules chargées du

plasma vers les électrons de ce gaz. Landau avait prouvé sur une version linéaire et simplifiée de l'équation de Vlasov-Poisson, l'équivalent pour les plasmas de l'équation de Boltzmann, que cet amortissement mène le plasma à l'équilibre. L'année dernière, C. Villani et Clément Mouhot ont réussi à prouver sur la version complète, non linéaire, de l'équation de Vlasov-Poisson que Landau avait raison.

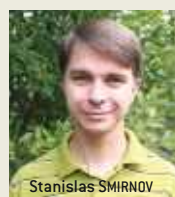
→ Maurice Mashaal et Loïc Mangin



Elon LINDENSTRAUSS



NGÔ Bao Châu



Stanislas SMIRNOV



Cédric VILLANI

Le prix Nevanlinna

Ce prix, attribué à un chercheur ayant fortement contribué aux aspects mathématiques de l'informatique, va à l'Américain Daniel Spielman, de l'Université Yale, dont les travaux ont porté sur la « programmation linéaire » et la théorie du codage, deux domaines ayant un grand nombre d'applications, le premier en recherche opérationnelle, le second en télécommunications et en informatique.



Daniel SPIELMAN

Le prix Gauss

Créé en 2006, ce prix récompense des mathématiciens dont l'œuvre a influé sur d'autres domaines tels que la technologie, la finance, voire la vie quotidienne. Il va cette année à Yves Meyer, professeur émérite à l'École normale supérieure de Cachan, pour « ses contributions fondamentales en théorie des nombres, en théorie des opérateurs et en analyse harmonique, ainsi que pour son rôle central dans le développement des ondelettes et de l'analyse multirésolution ». Les ondelettes sont une classe de fonctions « élémentaires » en lesquelles on peut décomposer des fonctions à variations brutales. Elles sont aujourd'hui au cœur de nombreuses techniques de traitement du signal et de compression de sons ou d'images, notamment la norme JPEG 2000.



Yves MEYER

La médaille Chern

À partir de cette année, un prix en l'honneur du mathématicien chinois Shiing-Shen Chern (1911-2004) distingue un individu, sans limite d'âge, dont les contributions mathématiques ont été exceptionnelles. Le premier lauréat est Louis Nirenberg, d'origine canadienne, distingué « pour son rôle dans la formulation de la théorie moderne des équations aux dérivées partielles non linéaires de type elliptique et pour avoir été le mentor de nombreux étudiants et postdoctorants dans ce domaine ». L. Nirenberg, âgé aujourd'hui de 85 ans, a fait toute sa carrière à l'Institut Courant de sciences mathématiques de l'Université de New York, institut qui a joué un grand rôle dans le développement des mathématiques appliquées au XX^e siècle.



Louis NIRENBERG



Plus de détails sur
www.pourlascience.fr

Médecine

Effets secondaires décodés ?

Le cisplatine est un agent anticancéreux utilisé contre diverses tumeurs (rein, testicules, ovaires, etc.). Administré par voie intraveineuse, il pénètre dans les cellules et forme des ponts dans la molécule d'ADN, ce qui en interdit la réplication et la transcription, et déclenche des mécanismes d'autodestruction. Les cellules qui se divisent rapidement – les cellules tumorales – sont les plus sujettes à la mort induite par ce composé, ce qui explique son efficacité. Malheureusement, le cisplatine et les anticancéreux de la même famille déclenchent parfois des effets secondaires qui obligent à interrompre le traitement. Il s'agit surtout d'effets neurologiques, tels que des sensations douloureuses, des troubles de la perception, ou encore de l'équilibre. Au Laboratoire Transport ionique, aspects normaux et pathologiques de l'Université de Nice-Sophia Antipolis (UMR 6097), nous venons de mettre en évidence un nouveau mode d'action du cisplatine qui expliquerait ces effets secondaires.

Indépendamment de son action sur l'ADN, le cisplatine modifie la fluidité et l'architecture des membranes cellulaires. Or des canaux ioniques – notamment les canaux sensibles à la pression – sont insérés dans ces membranes. Quand la tension ou la fluidité de la membrane changent, ces canaux ioniques tendent à se figer dans une position donnée. Nous avons montré que le cisplatine bloque notamment des canaux potassium sensibles à la pression en position fermée. Cette configuration rend les cellules hyperexcitables : il suffit d'un signal beaucoup plus faible pour les activer. C'est ainsi que les terminaisons nerveuses situées sous la peau, par exemple, deviendraient hypersensibles. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que l'on dispose, par ailleurs, de molécules qui régulent l'ouverture et la fermeture des canaux ioniques, à potassium notamment. On peut imaginer combiner ce puissant anticancéreux et ces molécules qui inhiberaient ses effets indésirables.

→ Laurent Counillon

N. Milosavljevic et al., *Cancer Research*, vol. 70(19), 2010

Physique

Une microseringue optique

Des bulles apparaissent là où les conditions locales de température et de pression franchissent le seuil d'ébullition d'un liquide. Georgy Sankin et deux collègues de l'Université Duke, en Caroline du Nord, ont exploité ce phénomène, nommé cavitation, pour perforer une cellule. Les physiciens ont focalisé les faisceaux de deux lasers à impulsions en deux points distants de 40 micromètres, tout près d'une cellule de rat placée dans une solution saline teintée. La première impulsion laser crée une surpression au voisinage de la cellule et, par là, une bulle de cavitation. Elle croît jusqu'à 50 micromètres de diamètre en environ quatre microsecondes avant de commencer à s'effondrer. À ce moment arrive la seconde impulsion laser, qui crée une seconde bulle. Les interactions des surfaces des deux bulles créent alors un microjet de liquide vers la cellule, qui perce sa membrane. Selon l'angle de visée et la proximité des foyers et de la membrane, le trou mesure de 0,2 à 2 micromètres. Quelques dizaines de secondes après la perforation, la teinte de la solution a complètement envahi la cellule. Un dispositif pour micro-injections cellulaires ?

→ F.S.

G. N. Sankin et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 107, 078101, 2010

Astrophysique

L'activité magnétique d'une étoile révélée

Un cycle d'activité magnétique analogue à celui du Soleil a été détecté, pour la première fois, par astérosismologie.

Tels de gigantesques tambours célestes, la surface des étoiles vibre sous l'effet des ondes sismiques qui les traversent. Sur le modèle de la sismologie, qui a permis de sonder l'intérieur de la Terre, l'observation de ces vibrations stellaires, ou astérosismologie, nous renseigne sur la structure interne des étoiles.

Une équipe internationale conduite par Rafael Garcia, du CEA, vient de mettre en évidence, pour la première fois par cette méthode, un cycle d'activité magnétique similaire à celui du Soleil dans une étoile distante de 100 années-lumière.

Pour ce faire, les astronomes ont analysé 187 jours durant les variations de luminosité de HD49933, étoile 20 pour cent plus massive que le Soleil et plus chaude, avec le satellite franco-européen CoRoT. Outre détecter des exoplanètes, cet instrument photométrique, c'est-à-dire conçu pour détecter de minuscules variations de luminosité, est aussi dédié à l'astérosismologie.

Les modes d'oscillation acoustique d'une étoile (ou modes p , engendrés par la pression du gaz)

se traduisent en effet par des mouvements oscillants d'une période de quelques minutes à sa surface, ce qui induit des variations locales de pression, donc de température et *in fine* de luminosité. CoRoT mesure la variation d'intensité lumineuse globale de l'étoile.

Les astronomes ont constaté que la fréquence et l'amplitude des modes p de l'étoile HD49933 varient avec une périodicité d'environ 120 jours. En outre, l'amplitude des modes décroît lorsque leur fréquence augmente, exactement comme on l'observe pour le Soleil au cours de son cycle magnétique.

Ces variations seraient donc la marque de l'évolution de l'activité magnétique de l'étoile, qui modifie sa structure et donc ses modes de vibration. Son cycle magnétique est environ 20 fois plus rapide que celui du Soleil (d'une durée de 11 ans). Bien que de l'activité magnétique ait déjà été observée dans certaines étoiles par spectroscopie, c'est la première fois qu'elle l'est par sismologie stellaire.

→ Philippe Ribeau-Gésippe

Science, vol. 329, p. 1032, 2010



Vue d'artiste du satellite CoRoT observant les variations de luminosité d'une étoile de type solaire.

© Instituto de Astrofísica de Canarias / ESA/CoRoT