

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.

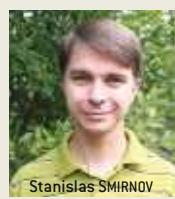
→ Maurice Mashaal et Loïc Mangin



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

Astronomie

Un système à sept planètes

Avec ses huit planètes, notre Système solaire est le système planétaire le plus riche que l'on connaisse. Christophe Lovis, de l'Observatoire de Genève, et ses collègues en ont découvert un qui s'en approche : il contient au moins cinq planètes, et probablement deux autres, dont l'une ayant une masse proche de celle de la Terre. Les données du spectrographe HARPS indiquent de façon claire la présence de cinq planètes du type de Neptune (13 à 25 masses terrestres, avec des périodes de 6 à 600 jours) autour de l'étoile HD 10180. L'analyse suggère aussi la présence d'une planète semblable à Saturne (65 masses terrestres pour une période de 2200 jours), et d'un objet de 1,4 masse terrestre collé à l'étoile (période de 28,3 heures), ce qui en ferait l'exoplanète la plus légère jamais découverte.

Jusqu'ici, on connaissait 15 systèmes de trois planètes ou plus, le record étant 55 Cancris, avec cinq planètes. HD 10180 fournit un modèle riche pour étudier la dynamique des systèmes planétaires. Des simulations numériques ont ainsi montré qu'il serait stable.

→ Ph. R.-G.

Ch. Lovis et al., *Astronomy & Astrophysics*, à paraître

Neurobiologie

Le cœur au rythme d'un laser

Michael Jenkins, de l'Université Case Western Reserve, et des collègues ont mis au point une méthode optique, non invasive, pour moduler *in vivo* le rythme cardiaque d'un embryon de caille. En se fondant sur des travaux plus anciens qui avaient montré une influence de la lumière sur les cellules cardiaques, M. Jenkins et ses collègues ont pointé une diode laser infrarouge sur le cœur d'embryons de cailles âgés de 40 heures et mesurant moins de deux millimètres. Ils ont noté que chaque impulsion laser provoque un battement cardiaque. De plus, le rythme cardiaque se cale sur la fréquence des impulsions. Grâce à cette méthode, on peut tripler le rythme cardiaque. Les prémices d'un pacemaker optique ? Il ne s'agit pour l'instant que de recherche fondamentale, et le mécanisme en jeu reste à préciser. La lumière laser créerait un gradient de température dans les tissus excités. Cela provoquerait l'ouverture de canaux ioniques et la dépolarisation des membranes cellulaires, et donc l'apparition d'un potentiel d'action au niveau des cellules cardiaques.

→ Émilie Auvrouin

M. Jenkins et al., *Nature Photonics*, en ligne, 15 août 2010

Biologie cellulaire

La mémoire des muscles

Les muscles garderaient une trace, *via* le nombre de noyaux cellulaires, des entraînements passés.

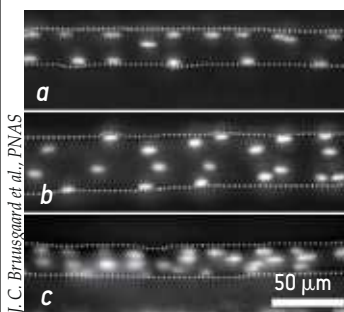
Pourquoi recouvre-t-on plus vite sa force musculaire lorsqu'on s'est déjà entraîné auparavant ? On privilégiait l'hypothèse d'une mémoire de l'entraînement au niveau du système nerveux central. Des chercheurs de l'Université d'Oslo remettent cette idée en cause. En provoquant des périodes d'inactivité et d'activité musculaire intense chez la souris et en suivant l'évolution des cellules musculaires par vidéomicroscopie, ils ont montré que les noyaux de ces cellules gardent, par leur nombre, la mémoire d'un entraînement physique antérieur.

Les longues cellules musculaires des muscles squelettiques ont plusieurs noyaux. Leur épaisseur augmente lorsque le muscle est soumis à l'exercice, et l'on pensait que le nombre de noyaux s'ajustait à leur taille pour répondre à leurs besoins. Le mécanisme serait le suivant : activées par un signal, des cellules souches voisines se mul-

tipleraient et fusionneraient avec les cellules musculaires pour leur donner leurs noyaux ; en cas d'atrophie musculaire, le surplus de noyaux s'autodétruirait.

Les biologistes ont confirmé que lors d'un entraînement physique, le recrutement de noyaux a bien lieu de cette façon. En revanche, ce recrutement précède l'hypertrophie musculaire, et le nombre de noyaux ne diminue pas lorsqu'on arrête l'exercice, même quand le muscle s'atrophie : ils se tassent dans les cellules amincies. Disposant d'un nombre suffisant de noyaux, les cellules musculaires regonfleraient plus rapidement lors d'un nouvel entraînement. Ces travaux pourraient notamment fournir une piste pour mieux comprendre l'impact de l'exercice physique dans les maladies musculaires.

→ Marie-Neige Cordonnier

J. C. Bruusgaard et al., *PNAS*, en ligne, 16 août 2010

Chez une souris entraînée durant 14 jours, le nombre de noyaux et le diamètre des cellules musculaires (a) augmente (b). Après 14 jours de repos, le diamètre des cellules musculaires a diminué, mais le nombre de noyaux est resté constant (c).

DERNIÈRE minute ...

DES ULTRAVIOLETS POUR FAIRE DE L'EAU

D'où vient l'eau autour la géante rouge IRC+1021 ? L'enveloppe de cette étoile en fin de vie est en effet riche en carbone, qui fixe l'oxygène et empêche ainsi la formation d'eau. Mais de nouvelles mesures du télescope *Herschel* confirment la présence d'eau à une température de 200 à 800 °C dans les régions internes de l'enveloppe. Les molécules de monoxyde de car-

bone y auraient été cassées par le rayonnement ultraviolet des étoiles voisines, libérant ainsi l'oxygène requis pour la synthèse de l'eau.

NETTOYAGE ÉLECTRIQUE DE NANOTUBES

L'équipe de Richard Masel, à l'Université de l'Illinois aux États-Unis, a montré que le passage d'un courant électrique intense à travers un nanotube de carbone permet de se débarrasser des molé-

cules organiques accumulées à sa surface. Comme le procédé chauffe le nanotube de moins de quatre degrés, il ne le perturbe pas ; il permettrait donc de réutiliser à volonté des nanotubes servant de détecteurs de produits chimiques.



Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Assurance vie : alliez performance et sécurité !

L'assurance vie demeure le produit d'épargne préféré des Français. Dans la multitude des contrats présents sur le marché, la GMF se distingue par des solutions offrant rendement et sécurité.



La crise financière n'entame pas la confiance des Français dans l'assurance vie ! Les cotisations collectées au 1^{er} semestre 2010 par la GMF sont en hausse de 17% par rapport à la même période de l'année précédente. Rien d'étonnant à cela lorsqu'on constate les taux servis par la GMF en 2009 et qui sont parmi les meilleurs du marché. Le rendement de ses contrats et supports d'assurance vie en euros a atteint 4,15%⁽¹⁾. Un taux non seulement supérieur à la moyenne du marché, qui n'excède pas 3,70%⁽²⁾

en 2009, mais aussi beaucoup plus intéressant que ceux désormais offerts par les livrets d'épargne traditionnels. Ainsi, alors que ces livrets classiques garantissent à l'épargnant la sécurité contre un faible rendement, le contrat Altinéo de la GMF, lui, offre sécurité et performance. Vous profitez d'un taux minimum garanti chaque année, les intérêts vous sont définitivement acquis et génèrent eux-mêmes d'autres intérêts. De plus, vous investissez sans plafond, tout en profitant d'une fiscalité privilégiée. Profitez-en !

UNE PERFORMANCE RÉCOMPENSÉE

Depuis 2000, le contrat d'assurance vie en euros Compte Libre Croissance – aujourd'hui remplacé par Altinéo, un produit qui offre des caractéristiques et un niveau de performance similaires – a offert à l'épargnant un rendement moyen de 4,48%⁽³⁾ par an, soit plus de 36,84%⁽⁴⁾ sur 8 ans. C'est pour distinguer notamment la régularité de ses performances que les experts des Dossiers de l'Épargne ont, en 2010, décerné pour la troisième année consécutive le label d'excellence à Altinéo.

Didier Ledeur, Directeur Général de la GMF VIE

« Une expertise qui profite directement aux épargnants »

« La GMF propose une large gamme de produits d'assurance vie, d'épargne et de placement depuis maintenant plus de 30 ans. C'est cette expertise, constituée au fil des ans, qui lui permet aujourd'hui d'afficher d'excellents résultats, et ce malgré un environnement économique et boursier plus difficile. L'épargnant en bénéficie directement, comme il tire profit des valeurs mutualistes qui animent au quotidien l'entreprise : refus des effets d'annonce, absence de taux « boostés » à court terme pour recruter de nouveaux clients... Sans oublier une solide santé financière, un élément indispensable dans le contexte actuel. »

Pour en savoir plus :
appelez le 0 820 809 809
(0,12 € TTC/mn) ou consultez
le site www.gmf.fr



Assurément Humain

(1) frais de gestion déduits, avant prélèvements sociaux.

(2) source : Fédération Française des Sociétés d'Assurances, estimation au 23.6.10.

(3) taux de rendement annualisé du 31.12.01 au 31.12.09, frais de gestion déduits et avant prélèvements sociaux.

(4) taux de rendement du 31.12.01 au 31.12.09, frais de gestion et prélèvements sociaux déduits.

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ UN PEPTIDE DÉCLENCHEUR

La « maladie cœliaque » est une intolérance au gluten, une protéine du blé, et à deux autres protéines semblables, de l'orge et du seigle. La consommation d'aliments contenant ces protéines provoque chez le patient une réaction immunitaire qui endommage les villosités et les cellules de l'intestin. Le patient souffre d'une mauvaise absorption des nutriments, ce qui peut avoir de graves conséquences (voir *L'intolérance au gluten*, *Pour la Science*, février 2010, <http://tinyurl.com/plsoerb388>). Bien que la maladie ait plusieurs causes, l'identification des éléments déclencheurs de la réaction immunitaire est essentielle pour mieux traiter les patients, qui n'ont pour seul remède de ne pas consommer de gluten. Or des biologistes australiens et anglais viennent de trouver un peptide – un fragment de protéine – qui déclenche la maladie (*Science Translational Medicine*, juillet 2010). En étudiant la réaction immunitaire de 200 patients ayant consommé du blé, de l'orge ou du seigle pendant trois jours, les chercheurs ont découvert un peptide commun aux trois céréales qui stimule le système immunitaire. En outre, ils ont mis en évidence les cellules particulières du système immunitaire, des lymphocytes T, qui causent les dégâts.

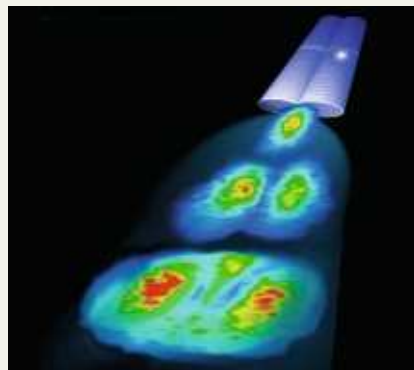
→ INTRIUER DES PHOTONS

L'ordinateur et la téléportation quantiques ne seront réalisables que si l'on maîtrise un intrigant phénomène quantique: l'intrication. Deux photons sont intriqués si les propriétés de l'un dépendent de celles de l'autre, quelle que soit la distance les séparant (voir *Domestiquer l'intrication quantique*, *Pour la Science*, novembre 2007, <http://tinyurl.com/plsoerb361>). Pour fabriquer ces photons intriqués, les chercheurs utilisent des dispositifs dont la brillance est faible: moins d'une impulsion sur 100 contient une paire de photons intriqués. Une équipe française a mis au point une source lumineuse de photons intriqués 20 fois plus brillante que les

→ LE GÈNE DE LA RESPIRATION À LA NAISSANCE

La mort subite du nourrisson est une maladie déroutante; sans raison apparente, un nourrisson en bonne santé s'arrête de respirer pendant son sommeil (voir *Prévenir la mort subite du nourrisson*, *Pour la Science*, mai 2010, <http://tinyurl.com/plsoerb391>). Des anomalies des systèmes respiratoires et cardiaques et des mécanismes d'éveil seraient impliqués. Mais les recherches continuent pour mieux comprendre cette pathologie et améliorer les règles de prévention. Des chercheurs parisiens et marseillais viennent d'identifier un gène indispensable à la respiration, et notamment au déclenchement de la première bouffée d'air du nouveau-né (*The Journal of Neuroscience*, juillet 2010). Ce gène code une protéine nommée TSHZ3, qui joue un rôle essentiel dans l'activité rythmique des neurones d'une région du tronc cérébral. Or cette région régule les mouvements respiratoires automatiques des nouveau-nés. Les souris génétiquement modifiées pour ne pas exprimer cette protéine mettent au monde des souriceaux qui n'arrivent pas à respirer et meurent en quelques minutes. Reste à préciser l'implication de ce gène dans le syndrome de mort subite du nourrisson et dans d'autres pathologies respiratoires de l'homme.

systèmes existants (*Nature*, juillet 2010). Pour ce faire, ils ont placé une « boîte » quantique – une nanostructure de matériau semi-conducteur émettant des paires de photons intriqués à partir de la recombinaison de deux paires électron-trou – dans une structure dite de « molécule » photonique. Celle-ci correspond à deux cavités optiques couplées qui collectent les photons efficacement. Cette source fonctionne avec un débit d'une paire de photons intriqués toutes les huit impulsions. Et les chercheurs espèrent atteindre une paire par impulsion! De quoi augmenter le débit des communications quantiques...



Ces deux piliers (en haut) de taille micrométrique – formant une « molécule photonique » – contiennent la boîte quantique (point lumineux blanc) qui émet des paires de photons intriqués (dont on voit les diagrammes de rayonnement).

→ LA FIN DES CORAUX ?

Les récifs coralliens sont en danger: non seulement ils sont exposés à des substances chimiques toxiques et sont souvent détruits, mais ils subissent aussi l'acidification des océans due à la dissolution du dioxyde de carbone atmosphérique. Ce phénomène engendre une décomposition du squelette de carbonate de calcium des coraux (voir *L'acidification des océans: l'écosystème menacé*, *Pour la Science*, mai 2006, <http://tinyurl.com/plsoerb343>). Et ce n'est pas tout: les coraux souffrent aussi de la chaleur. Sous les tropiques, la température moyenne de l'eau a augmenté de plus d'un demi-degré en 40 ans. Des chercheurs américains suggèrent que toute croissance coralliaire pourrait cesser d'ici 2070 si le réchauffement actuel se poursuit (*Science*, juillet 2010). Grâce à des techniques d'imagerie en trois dimensions, ils ont observé le corail *Diploastrea heliophora* en mer Rouge et ont constaté que la croissance du squelette des colonies saines avait diminué de 30 pour cent depuis 1998. Mais les coraux ont déjà réussi à se remettre d'un court épisode de chaleur au début des années 1940: il est encore possible de les sauver si le réchauffement ralentit en mer Rouge.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

Notre sélection de livres à offrir ou à s'offrir



Aujourd'hui, la géologie, c'est la théorie de la tectonique des plaques, mais c'est aussi l'histoire de la Terre, son économie, ses ressources (pétrole, minerais, eau), ses humeurs (catastrophes naturelles), etc. Le passé, le présent et l'avenir de la Terre ne peuvent être examinés que par la géologie.

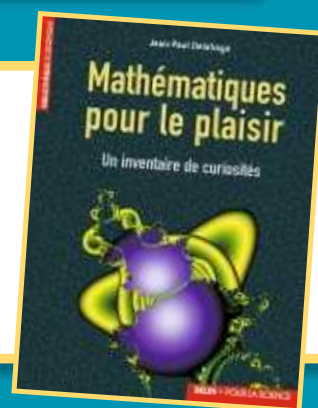
Découvrez cet ouvrage très illustré rédigé par Claude Allègre, ancien directeur de l'Institut de physique du Globe, et son collègue et ami René Dars.

075102 • 304 pages • 35 euros

Les mathématiques sont faciles et s'y adonner est un plaisir. Les arts géométriques, les jeux de cartes, les jeux avec des dominos ou des damiers, la vie sociale et politique et ses subtiles stratégies, toutes ces activités sont mathématiques et souvent procurent des satisfactions... même à ceux qui clament ne pas aimer les mathématiques et y être « nuls ».

Les mathématiques ne se réduisent pas – heureusement – à ce qu'on nous en apprend à l'école. Partout présentes, elles sont une source de joie et d'épanouissement pour celui qui sait y consacrer un peu d'attention et d'esprit ludique.

075104 • 208 pages • 25 euros



Une plante plus rapide qu'une mouche, un tuyau qui parle, une cape qui rend invisible, etc. La nature est pleine de surprises pour qui veut bien s'aventurer hors des sentiers battus.

Passionnés de physique et curieux de sciences, Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik vous invitent à une promenade sur ces chemins de traverse dans un langage accessible, simple et imagé. Retrouvez les meilleures de leurs chroniques parues dans *Pour la Science*.

Avec eux, laissez-vous surprendre par un phénomène que vous avez déjà côtoyé sans même le remarquer. Suivez-les pour découvrir et comprendre cette physique du quotidien.

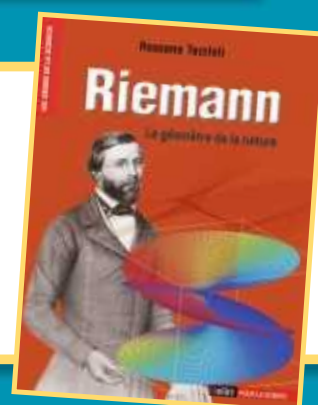
075105 • 160 pages • 22 euros

Riemann (1826-1866) rêvait d'une théorie mathématique qui décrirait toutes les lois de la Nature. Timide et réservé dans la vie, il était audacieux lorsque son esprit s'emparait d'idées inattendues et qu'il s'aventurait dans la physique, la philosophie naturelle et même la psychologie.

Ses travaux ont permis de dépasser la géométrie d'Euclide qui prévalait depuis l'Antiquité et d'ouvrir la voie à la relativité selon Albert Einstein le siècle suivant.

Ce livre nous fait suivre son itinéraire intellectuel dans l'Europe tourmentée du XIX^e siècle.

075106 • 160 pages • 19 euros



POINT DE VUE

Mathématiques françaises : un avenir à assurer

Une nouvelle fois, l'excellence de la recherche française en mathématiques est mise en exergue par les prix de 2010, notamment les médailles Fields. Cependant, des inquiétudes pèsent sur sa pérennité.

Patrick GÉRARD

Les médailles Fields et le prix Gauss décernés le 19 août mettent à l'honneur trois mathématiciens français (Ngô Bao Châu, Cédric Villani et Yves Meyer, voir les actualités page 8). Ces distinctions illustrent une fois de plus l'excellence de la recherche mathématique en France. À juste titre, tout le monde dans le pays s'en est félicité, y compris dans les cercles du pouvoir. Mais il n'est pas sûr que tout le monde soit conscient de ce qui a construit cette excellence. Et il n'est pas sûr non plus que les conditions qui la favorisent soient durables...

Revenons d'abord sur la qualité des mathématiques françaises. Elle ne se mesure pas uniquement à l'aune des prix de cette année. Depuis leur création, en 1936, 11 médailles Fields sur 52 sont allées à des mathématiciens français ou liés à la France, ce qui place ce pays au deuxième rang, derrière les États-Unis (13 médailles), devant l'Union soviétique/Russie (9 médailles) et loin devant les autres.

Un autre critère cher à notre communauté est le nombre de conférenciers invités au Congrès international des mathématiciens, tenu tous les quatre ans. Avec 26 conférenciers invités au dernier congrès, à Hyderabad en Inde, la France est le pays le plus représenté après les États-Unis.

Deux autres indices de la santé des mathématiques françaises sont leur grande diversité, la plupart des domaines de la discipline étant représentés, ainsi qu'une répartition géographique équilibrée des grands centres de recherche — même si la région parisienne concentre un grand nombre de laboratoires.

D'où provient l'excellence française en mathématiques ? On peut invoquer plusieurs facteurs. L'un d'eux est de nature historique et culturelle, le goût français pour l'abstraction et pour les mathématiques étant une tradition qui remonte au XVIII^e siècle au moins.

Un autre facteur est que le nombre de mathématiciens français (environ 4 000 dans le secteur académique) est suffisamment élevé pour constituer une « masse critique » dans plusieurs grandes villes du pays, dont

laboratoires de mathématiques du CNRS sont des unités mixtes, associées en général à une université. La circulation entre les deux structures est courante et joue un rôle extrêmement bénéfique.

Par exemple, de jeunes mathématiciens brillants ont la possibilité de débiter leur carrière au CNRS très vite après la thèse, afin de se consacrer entièrement à la recherche durant leurs années souvent les plus fécondes, avant de poursuivre leur carrière à l'université. Là, ils auront aussi l'occasion de former des doctorants, d'animer des équipes de recherche et bien sûr d'enseigner à tous les niveaux. De plus, le CNRS propose des délégations aux enseignants de l'université, qui leur permettent d'être déchargés de l'enseignement durant six mois à un an — des incitations à la recherche qu'il faut continuer à développer.

Bien sûr, la formation joue aussi son rôle, et en premier lieu la formation doctorale, qui s'effectue presque toujours dans les universités. Celles-ci recrutent leurs doctorants soit parmi leurs meilleurs étudiants, soit parmi d'anciens élèves des classes préparatoires aux Grandes écoles. Le système des classes préparatoires, typiquement français, permet aux élèves d'acquérir un rythme et une méthode de travail performants, et les prépare notamment aux concours d'entrée aux Écoles normales supérieures et à l'École polytechnique, établissements privilégiés pour ceux qui, après un doctorat, veulent faire des mathématiques leur métier.

Le dynamisme de la recherche mathématique en France est-il pérenne ? Ce n'est pas sûr. Le système des classes prépara-

LA STRUCTURATION de la communauté mathématique française joue un rôle clef dans son dynamisme.

les universités abritent des laboratoires de mathématiques de haut niveau. Cette situation favorise la circulation des idées et des interactions fructueuses ; elle permet aussi d'offrir à de jeunes chercheurs des postes en dehors de la région parisienne, dans les régions où ils souhaitent vivre. Et elle s'accompagne d'un autre élément dynamisant : l'absence délibérée de recrutements locaux.

La structuration de la communauté mathématique française joue un rôle clef dans son dynamisme. En mathématiques, les universités et le CNRS collaborent très bien. La plupart des mathématiciens sont des enseignants-chercheurs des universités, et l'on compte environ 400 chercheurs employés par le CNRS. La coexistence des activités d'enseignement et de recherche est très importante pour la vitalité de la discipline, en particulier pour la formation doctorale. Or tous les

toires et des Grandes écoles tend à sélectionner des esprits d'un certain type (scolaire par exemple), au détriment d'autres, notamment dans la population féminine. En outre, il draine vers les écoles d'ingénieurs une grande partie des jeunes scientifiques brillants d'une classe d'âge. Une fois entrés dans une école autre que celles citées, ils auront souvent du mal à s'orienter vers la recherche en mathématiques, les passerelles entre le monde universitaire et celui des écoles d'ingénieurs étant insuffisantes.

Aujourd'hui, on constate un réel fossé entre la recherche fondamentale en mathématiques et les écoles d'ingénieurs. Ce fossé nuit à la capacité d'innovation des entreprises et entretient l'infériorité du statut social des docteurs en mathématiques par rapport à celui des ingénieurs, ce qui contribue à réduire l'attractivité du métier de mathématicien.

Comblant ce fossé tout en préservant l'indépendance de la recherche fondamentale est certainement l'un des grands enjeux à venir pour notre pays.

D'autres inquiétudes ont trait à l'autonomie des universités, avec laquelle une grande partie des moyens d'un laboratoire seront attribués par un arbitrage fait au sein de son université, et non au niveau national. Or à un niveau local, des disciplines comme les mathématiques, minoritaires et moins immédiatement liées à des enjeux financiers, industriels ou sociaux, ont plus de mal à défendre leurs intérêts, et les arbitrages risquent de se faire souvent à leurs dépens. Il est donc essentiel que les présidents des universités et leurs conseils sachent reconnaître la spécificité des mathématiques parmi les autres disciplines, et préserver ainsi la qualité de leurs laboratoires.

Enfin, l'enseignement secondaire assurera-t-il un vivier de recrutement suffisant en mathématiques ? Les échos provenant de nombreux enseignants ne sont, sur ce point, guère rassurants, malgré leurs efforts et ceux des associations (*Kangourou*, *Math.en.Jeans*, *Animath*...) qui travaillent à donner aux jeunes une image des mathématiques moins scolaire et plus ouverte sur la créativité.

La qualité de la recherche mathématique est l'une des grandes richesses françaises. Sachons la préserver et la cultiver. ■

Patrick GÉRARD, professeur à l'Université de Paris-Sud et membre de l'Institut universitaire de France, dirige le Laboratoire de mathématiques d'Orsay (UMR 8628 du CNRS).



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

Voulant favoriser la concurrence...

... la Commission européenne a autorisé l'ouverture des marchés boursiers. Conséquence : les dispositifs algorithmiques conçus par de brillants esprits scientifiques pervertissent le marché.

Ivar EKELAND

Où acheter des actions aujourd'hui ? Le naïf ira sur une des Bourses classiques, *Euronext* ou le *London Stock Exchange*.

Ce qu'il ne sait pas, c'est que depuis une directive européenne de 2007, les vendeurs sont en fait des algorithmes ultrarapides qui structurent leur offre et modifient leur prix pour extraire l'argent du client. Ils proposent quelques actions à un prix d'appel, davantage à un prix intermédiaire, et beaucoup à un prix élevé. Si le client a besoin de 1 000 actions, il est devant un dilemme. Ou bien il les achète en bloc et paye le prix fort. Ou bien il ne prend que les premières, et il attend que les prix des autres baissent. Mais

ce faisant, il a révélé sa présence, tel le poisson qui a tâté l'appât. Comme le pêcheur qui ferre sa prise, le vendeur augmente immédia-

tement ses prix, et il faudra attendre que la patience du vendeur grippe-sous soit épuisée pour que les cours de ces actions retombent.

À rivaliser de ruse et de patience avec un algorithme, on perd le plus souvent. Le résultat, c'est que plus on achète, plus on paie cher : les gros investisseurs payent plus que les petits. Horreur ! Que l'on plume les petits investisseurs, c'est la règle du jeu, mais que l'on plume les gros, voilà de quoi émouvoir le régulateur. La Commission européenne a donc suscité l'ouverture de marchés parallèles, connus sous le nom de *dark pools*, que je traduirai volontiers par « marigots obscurs ».

Un *dark pool* est essentiellement un guichet ouvert sur un marché financier soumis



J.-M. Thiriet