

POINT FORT

Stanislav Smirnov décroche le «Nobel» de mathématiques

| SCIENCES | Le professeur d'origine russe a reçu, le 19 août dernier, la médaille Fields 2010, l'équivalent du Prix Nobel de mathématiques

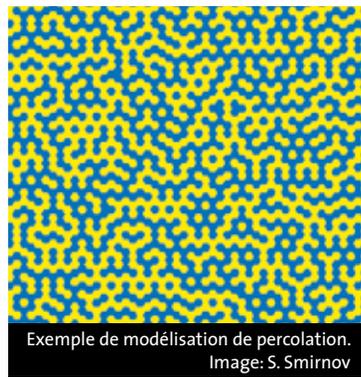
Cette distinction lui a été attribuée pour ses recherches sur la percolation. Le jury a notamment relevé l'élégance de sa démonstration

C'est la première fois que cette distinction est attribuée à un chercheur d'une institution suisse. Le 19 août dernier, le professeur de la Faculté des sciences Stanislav Smirnov s'est vu décerner la médaille Fields 2010, l'équivalent du Prix Nobel en mathématiques, lors du Congrès international des mathématiciens à Hyderabad, en Inde. Le professeur Smirnov est récompensé pour ses travaux en mécanique statistique, et plus particulièrement sur le phénomène physique de la percolation.

EN QUÊTE DU MODÈLE UNIQUE

A partir de quel moment l'eau passe-t-elle à travers le café, une roche ou toute autre substance poreuse? La réponse à cette question passe par le calcul de la porosité du matériau. Si ce dernier possède suffisamment de «trous» reliés entre eux pour former un canal, le liquide peut s'écouler. Pour modéliser ce phénomène, les physiciens ont recours à une grille représentant une tranche de matériau. Chaque point de la grille correspond soit à un point où l'eau peut s'écouler à travers un canal (disons un point bleu), soit à un point où elle ne peut pas s'écouler (un point jaune). A partir de cette grille, et en fonction du pourcentage de points bleus et jaunes, il est possible de calculer la probabilité que l'eau s'écoule.

Mais le calcul se complique, car la probabilité d'écoulement ne varie pas régulièrement en fonction de la proportion de points bleus. L'eau reste bloquée jusqu'à un certain pourcentage. Passé ce seuil, elle s'écoule soudainement. Les physiciens appel-



lent ce phénomène une «transition de phase». De manière analogue, lorsqu'on refroidit ou chauffe un liquide, il existe un seuil à partir duquel il change complètement d'état pour se transformer en glace ou en vapeur.

En densifiant la grille, et en augmentant au maximum le nombre de points par lesquels l'eau peut s'écouler ou pas, les mathématiciens espèrent trouver une «limite de phase»: un modèle unique de grille infiniment fine, suffisamment cohérent pour permettre de calculer la probabilité de

manière exacte. Sans succès jusqu'à présent. Pour les physiciens, le fait de savoir qu'une telle limite existait vraisemblablement, sans en apporter la preuve, était suffisant pour mener à bien leurs expériences. Mais pas pour des mathématiciens. La contribution de Stanislav Smirnov est d'avoir apporté la preuve que cette limite existe, pour un modèle de percolation basé sur un réseau triangulaire.

L'avancée est capitale, puisque le professeur Smirnov a montré que ce modèle possède une symétrie inattendue, l'«invariance conforme», une propriété bien connue des mathématiciens qui devrait permettre de nouvelles avancées dans le domaine de la physique mathématique.

LES MATHS ET L'ÉLÉGANCE

L'histoire de cette découverte illustre les relations complexes entre l'approche des physiciens et celle des mathématiciens. Le jury qui a attribué la médaille Fields à Stanislav Smirnov a relevé «l'élégance et les arguments combinatoires particulièrement perspicaces utilisés par le mathématicien». Cette notion d'élégance de la preuve, de clarté et de concision a toute son importance dans le domaine des maths. Chercheur à la Section de mathématiques, Pierre-Alain Cherix précise: «Si le raisonnement utilisé pour une preuve n'apparaît pas

clairement, il sera difficile de l'utiliser dans d'autres contextes pour aller plus loin. Or, la démarche des mathématiciens consiste précisément à trouver des analogies entre des éléments qui apparaissent disparates.»

COHÉRENCE INTERNE

Selon Pierre-Alain Cherix, le physicien cherche à obtenir des modèles qui épousent la réalité. Il est satisfait dès le moment où son modèle est confirmé suffisamment de fois par l'expérience, quelle que soit par ailleurs son imperfection d'un point de vue mathématique. «Le mathématicien, lui, s'intéresse à la cohérence interne du modèle, indépendamment de l'expérience», ajoute le chercheur. A la suite d'Einstein, les physiciens ont, par exemple, dû admettre que les équations de Newton sur la gravité ne décrivaient pas de manière satisfaisante certaines propriétés de la matière. Mais d'un point de vue mathématique, elles demeurent irréprochables. Le mathématicien n'est pas redevable à la réalité, même si, bien entendu, ses découvertes peuvent trouver des contextes où elles sont utilisées à des fins pratiques. Il est comme le compositeur écrivant sa partition. Tous deux avancent guidés par leur seule imagination et les limites que leur impose la logique, pour l'un, l'harmonie des notes, pour l'autre.

Un prix qui rappelle l'importance de la recherche fondamentale

A la Section de mathématiques, nichée aux Acacias, on se réjouit naturellement de la médaille Fields décernée à un chercheur du cru. «C'était une demi-surprise pour nous, relève Yvan Velenik, vice-président de la Section. La qualité des recherches du professeur Smirnov est universellement reconnue, et il faisait évidemment partie des candidats à ce prix. Mais il restait une incertitude, du fait qu'il y a beaucoup de chercheurs de très haut niveau dans le monde.» Faut-il en attendre des retombées? «La réputation de notre section pourrait être renforcée, bien que nous n'ayons jamais eu de peine à attirer les candidatures de mathématiciens de haut niveau, indique Yvan Velenik. Par ailleurs, le fait que

l'on parle de notre section dans les médias peut entraîner une augmentation des inscriptions, de nombreux étudiants hésitant entre différents établissements universitaires.» A cet égard, l'attribution de la médaille Fields à un chercheur de Genève est une aubaine, tant il est vrai que la recherche en mathématiques fondamentales se prête difficilement à la vulgarisation. «Nous faisons néanmoins de nombreux efforts pour remédier à cette situation, observe Yvan Velenik, que ce soit lors de journées portes ouvertes ou lors des Nuits de la science.» Recteur de l'UNIGE, Jean-Dominique Vassalli est particulièrement heureux de cette distinction exceptionnelle décernée à un chercheur

de l'Université: «Le fait qu'elle récompense des travaux dans le domaine de la physique mathématique confirme que nous avons un pôle très dynamique à Genève autour de la physique, qui fait partie des axes prioritaires de développement de l'institution.» Pour le recteur, «ce prix rappelle l'importance de la recherche fondamentale. Nous devons d'ailleurs veiller à valoriser ce secteur, notamment en termes d'infrastructures. Dans nos domaines prioritaires comme les sciences de la vie, la physique ou la finance, où la modélisation joue un rôle de premier plan, le fait d'avoir des compétences de très haut niveau en mathématiques représente un indéniable atout.»



Stanislav Smirnov. Photo: T. S. N.

Intuition, créativité et persévérance

Entretien avec le lauréat 2010 de la médaille Fields, un chercheur dont les travaux se situent à la frontière entre les mathématiques et la physique

A 16 ans, il gagne ses premières Olympiades de mathématiques, un concours international auquel participent des jeunes de plus d'une centaine de pays. Il réédite l'exploit l'année d'après. Et pourtant, il dit ne pas apprécier les compétitions. Agé tout juste de 40 ans, Stanislav Smirnov, alors qu'il venait d'apprendre qu'il était lauréat de la médaille Fields, a confié au magazine *La Recherche*: «C'est toujours un plaisir d'avoir la reconnaissance de ses pairs, même si le plaisir d'obtenir un résultat nouveau est plus grand encore.»

Stanislav Smirnov étudie les mathématiques dans sa ville natale de Saint-Petersbourg. Il obtient son diplôme en 1992, avant de rejoindre le California Institute of Technology où il décroche son doctorat, en 1996. Il passe ensuite de Yale à Stockholm, avec des escales à Princeton et à l'Institut Max Plank de Bonn. Il rejoint en 2003 l'UNIGE où il est nommé professeur ordinaire.

A quoi avez-vous pensé au moment de recevoir votre médaille à Hyderabad?

Stanislav Smirnov: Les médailles nous ont été données par la présidente de l'Inde. Alors j'étais plutôt concentré sur le protocole...

Vos collègues ont souligné l'élégance de la preuve qui vous vaut

cette distinction. En quoi cette notion d'élégance est-elle importante en mathématiques?

Les mathématiques ont une beauté intérieure, quoique difficile à apprécier sans connaissances approfondies du domaine. D'où la notion d'élégance. Par ailleurs, des démonstrations courtes, avec un fil conducteur bien défini, sont souvent très appréciées, surtout de nos jours où beaucoup de résultats nécessitent des preuves très techniques et difficiles allant jusqu'à 200 ou 300 pages.

Les mathématiques sont réputées abstraites. Or, vous travaillez dans un domaine en lien avec la physique.

Est-ce ce lien avec l'expérimentation et la pratique qui vous intéresse?

De nos jours, la frontière entre les mathématiques pures et appliquées est difficile à définir, et l'on en a reçu plus d'une preuve au Congrès international de mathématiques. Ce lien étroit entre les mathématiques et la physique joue effectivement un rôle important dans mon travail. Ainsi les mathématiques, tout en restant une science exacte et abstraite, ont beaucoup d'applications et de connexions avec le monde réel. Cela reste un grand mystère pour les mathématiciens, tout comme pour les philosophes, mais c'est sûrement un grand avantage pour tout le monde.

Quelles qualités faut-il avoir pour être un bon mathématicien?

De l'intuition, il en existe de différents types, de la créativité, de la persévérance.

Beaucoup d'avancées ont été réalisées par des mathématiciens alors qu'ils étaient jeunes. Peut-on rester créatif en maths toute sa vie?

Oui, bien sûr. De nombreux exemples le confirment. Le fameux mathématicien allemand Karl Weierstrass a ainsi démontré un de ses meilleurs théorèmes alors qu'il était âgé de 70 ans. Avec l'âge, on acquiert de l'expérience et on travaille aussi davantage avec les étudiants.

Qu'est-ce qui vous a attiré à l'Université de Genève, lorsque vous y êtes venu en 2003?

La Section de mathématiques, petite mais très bonne.

Y a-t-il des liens particuliers entre la Suisse et la Russie dans le domaine des maths?

Il en existe depuis 1725, date à laquelle les frères Daniel et Nicolaus Bernoulli puis, un peu plus tard, Leonard Euler, sont venus de Suisse en Russie à l'invitation de Pierre le Grand, pour travailler à l'Académie des sciences qu'il venait de fonder à Saint-Petersbourg. On peut dire qu'ils sont alors devenus des mathématiciens russes. ■

Nobel et les maths

La médaille Fields, attribuée tous les quatre ans à des chercheurs âgés de moins de 40 ans par l'Union internationale des mathématiciens, est considérée comme le prix Nobel de mathématiques. Mais pourquoi donc Alfred Nobel n'avait-il pas prévu de prix en maths?

La légende voudrait que l'épouse de l'inventeur de la dynamite le trompait avec un mathématicien. Seul problème: Nobel n'a jamais été marié. Les déboires amoureux qui jalonnent sa biographie sont certainement pour beaucoup dans cette interprétation. On lui prête alors une maîtresse ou une fiancée l'ayant éconduit en faveur du mystérieux mathématicien. Les biographes d'Alfred Nobel auraient même identifié ce dernier en la personne de Gösta Mittag-Leffler. Selon une version plus austère, Nobel et Mittag-Leffler auraient été en mauvais termes, pour des raisons plus professionnelles que sentimentales. Gösta Mittag-Leffler était un mathématicien talentueux et reconnu. Il aurait fait un candidat naturel à un Prix Nobel. Cette éventualité aurait tellement contrarié Alfred Nobel qu'il aurait décidé de ne pas créer de prix en maths.

Ces deux explications n'ayant jamais été étayées par les historiens, d'autres hypothèses ont été émises. Nobel aurait surtout voulu récompenser des découvertes scientifiques ayant un impact pratique au bénéfice de l'humanité. De ce point de vue, il n'aurait pas manifesté un grand intérêt pour les mathématiques. Quoi qu'il en soit, Nobel aura vraisemblablement emporté dans sa tombe le secret de son oubli.

C'est pour parer à cette absence de distinction prestigieuse et internationale dans son domaine que John Charles Fields, un mathématicien canadien (ami de Gösta Mittag-Leffler, pour la petite histoire), a décidé d'instaurer une «médaille pour accomplissement exceptionnel en mathématiques». Les premières médailles Fields ont été décernées en 1936.