

► [DOSSIER : INDISPENSABLES MATHÉMATIQUES](#)

[English version](#)

VIVANT MATIÈRE SOCIÉTÉS UNIVERS TERRE NUMÉRIQUE MES THÈMES

[Types](#)



DOSSIER

Paru le 25.06.2026

Indispensables
mathématiques



[Accueil](#) / [Articles](#) / [Hong Wang : de Fiel...](#)



NUMÉRIQUE MATHÉMATIQUES



ARTICLE

A⁻ A⁺

Hong Wang : de Fields en aiguille

23.07.2026, par [Mehdi Harmi](#)

Temps de lecture : 9 minutes



Hong Wang, médaillée Fields 2026, donne un cours à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES), en novembre 2025.

© Christophe Peus / IHES

Partager

● Quelle est l'origine de la conjecture de Kakeya ?

● Comment construit-on des objets plans d'aire nulle ?

● Si les solutions au problème de Kakeya ont été trouvées il y a longtemps, quels travaux récompensent la médaille Fields ?

● Aller plus loin

● Commenter

La mathématicienne chinoise Hong Wang est colauréate de la médaille Fields (le « Nobel » de la discipline) 2026. Ce prix récompense des travaux sur les solutions en 3 dimensions de la conjecture de Kakeya, extension d'un problème vieux de près d'un siècle, aux confins des mathématiques et de la géométrie.

Décryptage.

La mathématicienne chinoise Hong Wang, chercheuse au Laboratoire Alexander Grothendieck^[1] et professeure permanente à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES), vient de recevoir la prestigieuse [médaille Fields](#) lors du Congrès international des mathématiciens, qui se tient à Philadelphie (États-Unis). Elle est récompensée pour la résolution de la conjecture de Kakeya en dimension 3 réalisée en binôme avec Joshua Zahl^[2]. Les trois autres lauréats de la médaille Fields 2026 sont Yu Deng, John Pardon et Jacob Tsimerman.

Après une licence en mathématiques obtenue en 2011 à l'université de Biejing, la jeune Hong Wang s'envole vers d'autres horizons pour atterrir en France, à l'École polytechnique. Là, elle prend davantage goût aux maths, valide son master, puis part à nouveau – cette fois aux États-Unis, au légendaire Massachusetts Institute of Technology (MIT), où elle valide son doctorat en 2019.

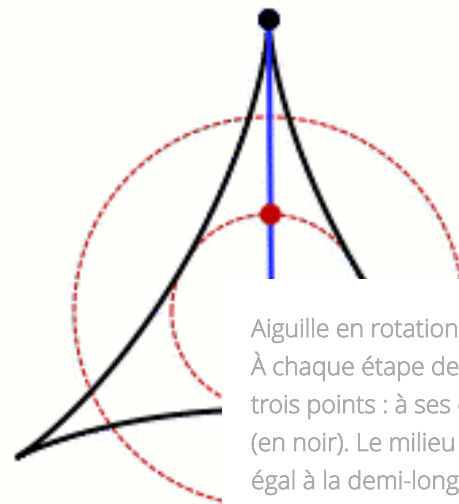
C'est à cette époque, notamment grâce à son directeur de thèse, Larry Guth, que Hong Wang découvre la conjecture de Kakeya. De quoi s'agit-il ? Vincent Borrelli,

NUMÉRIQUE

Quelle est l'origine de la conjecture de Kakeya ?

Vincent Borrelli Tout a commencé au début du siècle dernier, il y a près de 100 ans. Soichi Kakeya, un mathématicien japonais, s'est posé une question qui, de prime abord, pourrait paraître absurde, mais s'est révélée d'une profondeur inouïe : quelle est la plus petite surface du plan dans laquelle on peut faire tourner une aiguille, pour que celle-ci prenne toutes les directions possibles dans le plan ?

La forme géométrique qui vient immédiatement à l'esprit est celle du disque. Mais une exploration du problème montre que d'autres figures géométriques, plus économes, sont possibles. L'une d'entre elles, particulièrement prometteuse, finit par émerger – un triangle qui, au lieu d'avoir trois côtés droits, possède des côtés courbes, comme s'il avait suivi une cure d'amaigrissement. Ce type de triangle se nomme « deltoïde ». En passant ainsi d'un disque (dont le diamètre est égal à la longueur de l'aiguille) à une deltoïde, l'aire est divisée par deux.



Aiguille en rotation à l'intérieur d'une deltoïde (ensemble de Kakeya).
À chaque étape de sa rotation, l'aiguille est en contact avec la courbe en trois points : à ses deux extrémités (en bleu) et un point de tangence (en noir). Le milieu de l'aiguille (en rouge) décrit un cercle de diamètre égal à la demi-longueur de l'aiguille.



© Claudio Rocchini sur Wikimedia commons

[Partager](#)

La communauté mathématique se convainc rapidement que cette deltoïde fournit LA solution au problème de Kakeya. Il ne reste donc plus qu'à en trouver une démonstration. Mais celle-ci résiste à toutes les tentatives, et c'est ainsi que le problème acquiert une renommée mondiale.

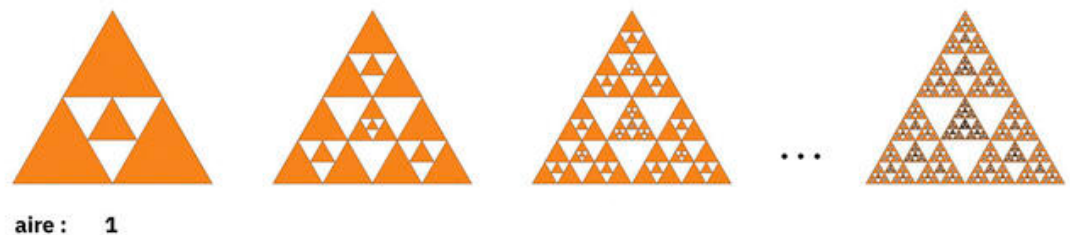
Pourtant – on s'en rendra compte rétrospectivement –, le problème avait déjà été résolu par Abram Besicovitch, un mathématicien russe contemporain de Soichi Kakeya. Et sa réponse est totalement inattendue : il n'y a pas de plus petite figure ! Précisément, il existe des formes géométriques planes permettant le retournement de l'aiguille avec des aires aussi petites que l'on souhaite. La barrière mentale qui a empêché nombre de scientifiques de trouver la solution au problème se trouvait dans l'énoncé même, lorsqu'il stipule qu'il doit exister « une

Besicovitch va même plus loin. Si l'on ne s'intéresse plus au mouvement de l'aiguille, il montre qu'il existe des formes géométriques planes avec une aire nulle (égale à 0) qui sont encore capables de contenir l'aiguille dans toutes les directions du plan. Ces formes géométriques invraisemblables sont désormais appelées « ensembles de Besicovitch ».

Comment construit-on des objets plans d'aire nulle ?

V. B. C'est là que réside tout le problème de Kakeya. Et c'est aussi à partir de ce moment que le problème de Kakeya se transforme en un problème purement géométrique – alors qu'à son origine, il avait une composante dynamique, cinétique.

Oublions l'aiguille de Kakeya un instant et construisons un objet d'aire nulle. Partons d'un triangle plein, qui a évidemment une aire non nulle. On lui enlève en son centre un triangle renversé. Il reste ainsi trois triangles plus petits dans les coins du triangle initial. On vient d'un coup de diminuer son aire. Répétons la manœuvre indéfiniment. Ce faisant, on peut démontrer mathématiquement qu'à l'infini il restera toujours quelque chose de la forme initiale. La figure obtenue à la limite s'appelle le triangle de Sierpinski.



aire : 1

Suite de figures dont l'aire s'amenuise par évidements successifs, jusqu'à son annulation. On peut fabriquer toutes sortes d'objets dont l'aire vaut 0, comme celui-ci, formé à partir du triangle.



© ENS Éditions 2014 / Vincent Borrelli et Jean-Luc Rullière

Partager

C'est une figure fractale. Il en existe une multitude d'autres, comme le flocon de Koch, l'empilement d'Apollonius ou encore la courbe du dragon. Bien que ces objets aient une aire égale exactement à 0, on arrive tout de même à les hiérarchiser entre eux grâce à leur « épaisseur » apparente. En effet, certains sont visuellement plus fins que d'autres.

En mathématiques, il existe un nombre pour mesurer cette épaisseur apparente que l'on appelle la « dimension fractale ». Un objet de dimension 1 peut être pensé comme une droite ou une courbe ; un objet de dimension 2, comme une surface.

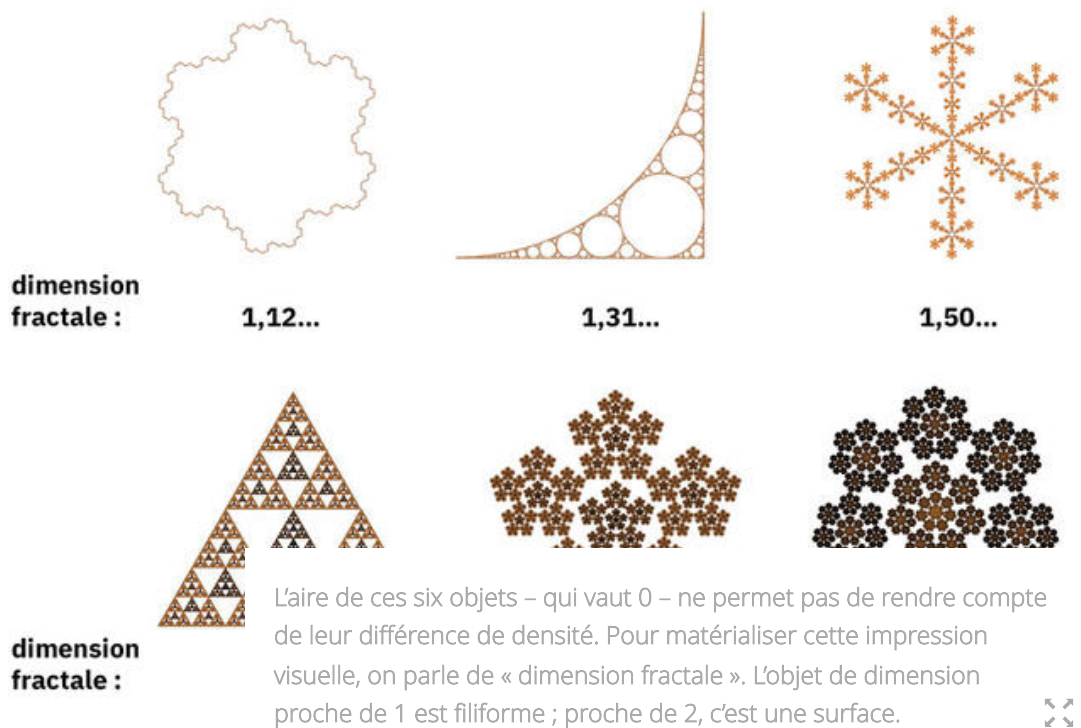
selon leur épaisseur apparente – proche de 1 s'ils ressemblent à des courbes, proche de 2 s'ils s'étalent comme des surfaces.

Revenons au problème de Kakeya. Puisque l'on peut trouver des figures d'aire nulle qui contiennent l'aiguille dans toutes les directions, une nouvelle question émerge : quelle est la dimension fractale de telles figures ? Peut-on construire un ensemble de Besicovitch si fin que sa dimension fractale soit plus petite que 2 ? La question a été résolue en 1971 par Roy Davies, et la réponse est non.

Si les solutions au problème de Kakeya ont été trouvées il y a longtemps, quels travaux récompense la médaille Fields ?

V. B. Évidemment, la question de Kakeya s'étend à la troisième dimension. Il s'agit alors de chercher les ensembles qui contiennent l'aiguille dans toutes les directions de l'espace et dont la dimension fractale est la plus petite possible.

Depuis les travaux de Davies, la communauté mathématique est persuadée que cette dimension fractale ne pourra pas être plus petite que 3, sans être capable d'en trouver une démonstration ou une réfutation – c'est la conjecture de Kakeya. Hong Wang et son collègue Joshua Zahl ont justement résolu cette conjecture.



© ENS Éditions 2014 / Vincent Borrelli et Jean-Luc Rullière

Partager

Bien que le second article^[4] (de 127 pages, Ndlr) n'ait pas encore été validé par la communauté, l'ensemble des spécialistes s'accordent pour reconnaître le travail

Jean Bourgain, Thomas Wolff, Nets Katz, Izabella Laba et Terence Tao, Larry Guth, et j'en oublie.

Le point de départ est le suivant : supposons qu'il existe un ensemble de Besicovitch extrémal, c'est-à-dire dont la dimension fractale est plus petite que 3. Quelles seraient ses propriétés géométriques ? Tout l'enjeu est de montrer que celles-ci doivent être très nombreuses et finalement contradictoires. Les deux articles révèlent le rôle clé joué par le « *caractère adhérent* » (la « *stickiness* » dans le jargon de la discipline) d'un tel ensemble. Cette propriété force l'invariance de sa géométrie à différentes échelles et permet d'aboutir à la contradiction recherchée.

La conjecture de Kakeya est reliée à d'autres conjectures ou questions importantes émanant de divers domaines mathématiques, en particulier l'analyse harmonique et la combinatoire arithmétique. Elle reste ouverte pour les dimensions supérieures à 3.

Au-delà de leur importance, les travaux de Wang et Zahl ouvrent de nombreuses perspectives et seront, sans aucun doute, à l'origine d'autres avancées. L'effet d'entraînement et le vent d'enthousiasme provoqués par la résolution d'une conjecture sont toujours très puissants.

À lire

En cheminant avec Kakeya – Voyage au cœur des mathématiques, ➡ Vincent Borrelli et Jean-Luc Rullière, 162 pages, ENS Éditions, 2014.

Consultez aussi

[Indispensables mathématiques](#) (dossier)

[Les maths à la plage](#)

[Un modèle imaginaire pour résoudre l'équation de Schrödinger](#)

[Alexandre Grothendieck, un génie engagé](#)

Notes

- [1.](#) LAG, unité CNRS/IHES Bures.
- [2.](#) Professeur au Chern Institute of Mathematics de l'université de Nankai (Chine).
- [3.](#) Institut Camille Jordan (ICJ), unité CNRS/École centrale de Lyon/Insa Lyon/Université Lyon 1 Claude Bernard/Université Jean Monnet).
- [4.](#) H. Wang, J. Zahl, « Volume estimates for unions of convex sets, and the Kakeya set conjecture in three dimensions », 2025 : <https://arxiv.org/pdf/2502.17655> ➡

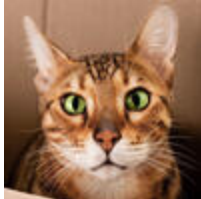
VOIR AUSSI

Numérique



 **Diaporama** 09/07/2026

Le monde rêvé des globes virtuels



 **Article** 25/06/2026

Un modèle imaginaire pour résoudre l'équation de Schrödinger

 **Blog** 17/06/2026

Le futur du solaire s'imprime en couleurs



 **Article** 28/05/2026

Rançongiciels, des « écosystèmes criminels organisés »



 **Point de vue** 12/05/2026

Inventer une mathématicienne au cinéma

Mathématiques



 **Article** 01/07/2026

Les maths à la plage



 **Point de vue** 12/05/2026

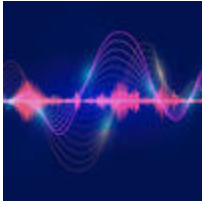
Inventer une mathématicienne au cinéma



Article

31/03/2026

Sophie Germain : les maths
en Révolution



Article

06/02/2026

Les maths ont des oreilles

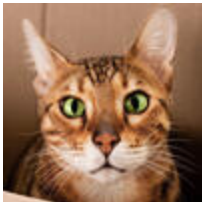


Article

23/02/2026

Votre cuisine est pleine de
maths

Mathématiques



Article

25/06/2026

Un modèle imaginaire pour
résoudre l'équation de
Schrödinger



Article

01/07/2026

Les maths à la plage

Blog

23/04/2026

Explorer, sans se perdre, le
labyrinthe des modèles
mathématiques



Article

31/03/2026

Sophie Germain : les maths
en Révolution



Blog

11/03/2026

Les élections par-delà
la politique

Mehdi Harmi

Mehdi Harmi est journaliste scientifique.

En savoir plus sur l'auteur

Mathématiques

Conjecture

Médaille Fields

Hong Wang

Géométrie

Deltoïde

Triangle

Dimension Fractale

Problème De Keakeya

Partager cet article



À propos

Newsletters

Équipe / crédits

Nous contacter

Charte d'utilisation

Plan du site

Données personnelles

Mentions légales

Numéros papiers

CNRS lemag 324

n°324

Voir tous les numéros

Nous suivre



Partager



© 2026, CNRS

Gestion des cookies

Accessibilité : non conforme

Se connecter | Créer un compte

