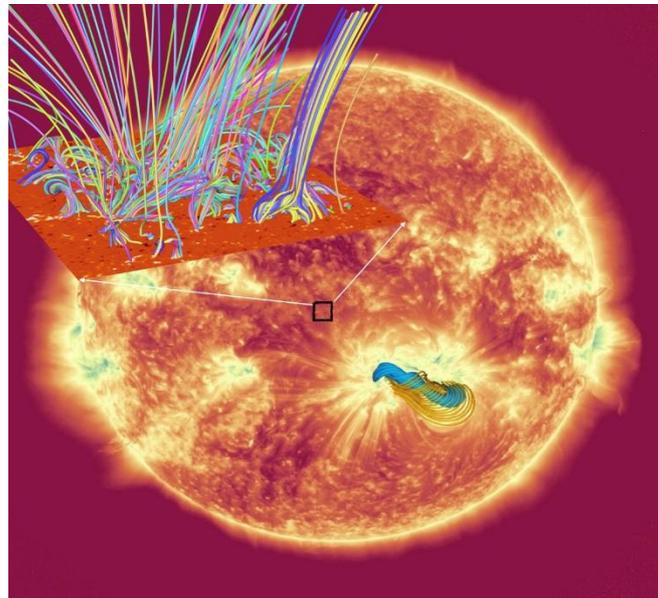




COMMUNIQUÉ DE PRESSE – 30 AVRIL 2025

## Des cordes magnétiques, clés des éruptions solaires et du chauffage de l'atmosphère



Zoom sur une région calme du Soleil, peuplée de « cordes magnétiques », qui jouent un rôle clé dans les régions actives.  
© Tahar Amari et al. / Centre de physique théorique (CNRS/École Polytechnique/Institut Polytechnique de Paris).

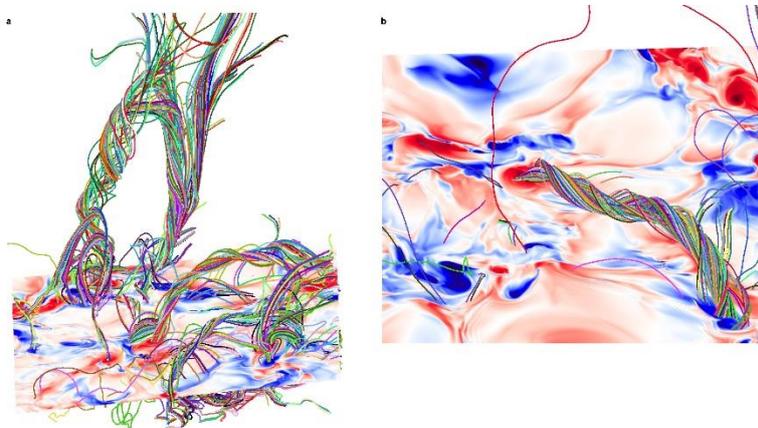
**Palaiseau, le 30 avril 2025 – Une étude publiée dans *The Astrophysical Journal Letters* par une équipe internationale\* coordonnée par Tahar Amari, directeur de recherche CNRS au Centre de physique théorique de l'École polytechnique (CPHT\*\*), démontre que des structures appelées cordes magnétiques sont omniprésentes dans le Soleil, y compris dans ses régions les plus calmes. Leurs travaux, mêlant observations à haute résolution et simulations avancées, expliquent comment ces cordes participent à chauffer l'atmosphère solaire à des températures extrêmes.**

L'étude publiée dans *The Astrophysical Journal Letters* par l'équipe de Tahar Amari, directeur de recherche CNRS au CPHT de l'École polytechnique, est un nouvel épisode dans la série scientifique cherchant à comprendre quelles structures magnétiques apportent l'énergie nécessaire aux phénomènes éruptifs du Soleil. Le Soleil est en effet constitué de plasma soumis à des mouvements de convection, comme ceux de l'eau bouillante. Ces mouvements de fluide électrique à l'intérieur de l'étoile créent des champs magnétiques complexes, dont des « cordes magnétiques » qui s'élèvent bien au-delà de la surface. Ce nouveau travail contribue à répondre à une des grandes énigmes de notre étoile : comment son atmosphère peut atteindre des températures de plus d'un million de degrés alors que sa surface ne dépasse pas 6000 degrés.

Cette étude confirme ainsi une prédiction formulée en 2015 dans la revue *Nature*. Il s'agissait de simulations numériques. Ici, en plus des simulations, les observations à haute résolution de la surface du Soleil par le satellite Hinode associées à une méthode dite 'd'échographie magnétique', a permis de rendre visibles pour la première fois ces structures, révélant une multitude de cordes de champ magnétique à petite et moyenne échelles.

En 2014 et 2018, les chercheurs avaient montré, dans la revue *Nature*, le rôle de « cordes » magnétiques et de « cages » magnétiques dans les différents types d'éruptions solaires dans les zones dites actives du Soleil. Les nouveaux résultats, associés à de nouvelles simulations numériques à ultra-haute résolution, montrent que ces structures sont aussi omniprésentes, à plus petites échelles, au sein du Soleil « calme ». La prédiction de 2015 se trouve validée en allant encore plus loin.

Malgré son nom, le Soleil calme est plein d'activités, qui libèrent des petites quantités d'énergie, comme des spicules, des jets ou des « feux de camps », récemment découverts par la sonde Solar Orbiter.



*Cordes magnétiques dans le Soleil calme, produites avant et pendant une éruption, révélées par une simulation à haute résolution incluant la fine couche sous la surface solaire. © Tahar Amari et al. / Centre de physique théorique (CNRS/École Polytechnique, IPP)*

*« Nous avons démontré que ces cordes du Soleil calme apparaissent à la même altitude que ces feux de camps et contiennent l'énergie nécessaires pour les alimenter. De plus, contrairement à ce qui se produit dans les régions solaires actives, ces structures magnétiques des régions calmes peuvent se connecter à des boucles magnétiques plus vastes qui relaient l'énergie encore plus haut dans l'atmosphère du Soleil, via des ondes dites d'Alfvén. »* souligne Tahar Amari.

Ces cordes ne contribuent alors pas seulement à ce chauffage localisé : elles génèrent aussi de petites éruptions, certes moins violentes que celles des régions actives, mais qui transportent aussi de l'énergie et participent au chauffage de l'atmosphère solaire.

Les cordes magnétiques pourraient ainsi constituer un chaînon énergétique clé entre la surface du Soleil et son atmosphère supérieure, et fournir une vision unifiée des processus éruptifs dans les régions actives et calmes de notre étoile. Pour les scientifiques, l'histoire continue puisque les observations en cours de Solar Orbiter et du télescope DKIST apporteront de nouvelles données.

*\* La collaboration internationale a rassemblé des chercheurs du CNRS, de l'École Polytechnique, de l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA), de la Predictive Science Incorporation (San Diego), d'Inria, de l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), du CEA et du National Solar Observatory (Hawaï).*

**\*\* CPHT : une unité mixte de recherche CNRS, École polytechnique, Institut Polytechnique de Paris, 91120 Palaiseau, France**

**Référence de l'article :** The Ubiquity of Twisted Flux Ropes in the Quiet Sun, Tahar Amari et al., *The Astrophysical Journal Letters*, mars 2025 : <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/adb74f>

## CONTACTS PRESSE

### ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Célia Chirol  
01 69 33 38 74 / + 33 (0)6 30 30 02 62  
[celia.chirol@polytechnique.edu](mailto:celia.chirol@polytechnique.edu)

### Chercheur CNRS

Tahar Amari  
01 69 33 42 52 / 06 19 18 17 56  
[tahar.amari@polytechnique.edu](mailto:tahar.amari@polytechnique.edu)

### CNRS

Bureau de presse  
[presse@cnrs.com](mailto:presse@cnrs.com)

### INRIA

Emilie Peinchaud  
[emilie.peinchaud@inria.fr](mailto:emilie.peinchaud@inria.fr)

**À PROPOS DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE** / L'École polytechnique est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche qui cultive la pluridisciplinarité et l'excellence scientifique. L'X associe recherche, enseignement et innovation au meilleur niveau scientifique et technologique. Sa formation promeut une culture d'excellence à forte dominante en sciences, ouverte sur une grande tradition humaniste. À travers son offre de formation – bachelor, cycle ingénieur polytechnicien, master, programmes gradués, programme doctoral, doctorat, formation continue – l'École polytechnique forme des décideurs à forte culture scientifique pluridisciplinaire en les exposant à la fois au monde de la recherche et à celui de l'entreprise. Avec ses 23 laboratoires, dont 22 sont unités mixtes de recherche avec le CNRS, le centre de recherche de l'X travaille aux frontières de la connaissance sur les grands enjeux interdisciplinaires scientifiques, technologiques et sociétaux. L'École polytechnique est membre fondateur de l'Institut Polytechnique de Paris.

[www.polytechnique.edu](http://www.polytechnique.edu)

**À PROPOS DU CNRS** / Acteur majeur de la recherche fondamentale à l'échelle mondiale, le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) est le seul organisme français actif dans tous les domaines scientifiques. Sa position singulière de multi-spécialiste lui permet d'associer les différentes disciplines scientifiques pour éclairer et appréhender les défis du monde contemporain, en lien avec les acteurs publics et socio-économiques. Ensemble, les sciences se mettent au service d'un progrès durable qui bénéficie à toute la société.

[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

### À PROPOS D'INRIA /

Inria est l'institut national de recherche en sciences et technologies du numérique et a la responsabilité depuis janvier 2024 de l'Agence de programmes dans le numérique pour renforcer les dynamiques collectives de l'enseignement supérieur et de la recherche. La recherche de rang mondial, l'innovation technologique et le risque entrepreneurial constituent son ADN. Au sein de 220 équipes-projets, pour la plupart communes avec les grandes universités de recherche, plus de 3 800 scientifiques y explorent des voies nouvelles, souvent dans l'interdisciplinarité et en collaboration avec des partenaires industriels pour répondre à des défis ambitieux. Institut technologique, Inria soutient la diversité des voies de l'innovation : de l'édition open source de logiciels à la création de startups technologiques (Deeptech). Inria est labellisé Institut Carnot confirmant sa volonté de rapprochement entre la recherche et le monde industriel.

[www.inria.fr](http://www.inria.fr)