

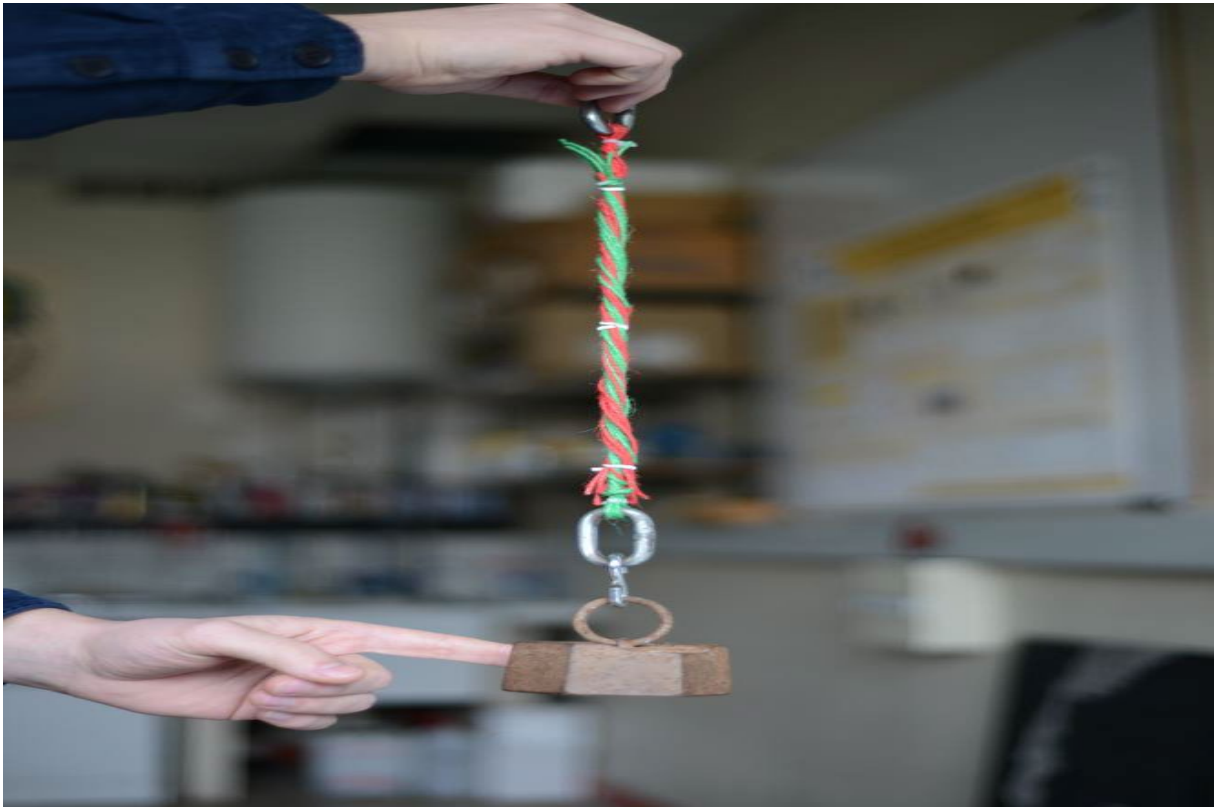
Le Monde

Le mystère des filatures enfin effiloché

Une équipe française vient de montrer ce qui sous-tend la solidité des fils torsadés. Leur modèle prédit notamment le nombre de tours à réaliser pour obtenir une robustesse optimale.

Par [David Larousserie](#)

Publié le 30 mars 2022



Expérience étudiant la solidité d'un assemblage de fils en fonction de la torsion. J. CRASSOUS

Depuis des millénaires, on sait fabriquer des fils, mais personne n'avait réellement compris pourquoi l'assemblage de fibres fragiles constitue un fil solide. [Grâce à une étude publiée le 18 février dans *Physical Review Letters*](#) par deux Français, Antoine Seguin (université Paris-Saclay) et Jérôme Crassous (université de Rennes), la réponse est enfin connue.

Avant de révéler ce secret, rappelons que les fils dont il est question sont ceux obtenus en torsadant plusieurs fibres parallèles, qui, à partir d'un certain nombre de tours, deviennent très

robustes et ne se démêlent plus. Bien sûr, si l'on tourne trop, les fibres individuelles cassent et toute la tresse se délite et rompt.

« En 2018, une équipe anglaise menée par Raymond Goldstein de l'université de Cambridge avait décrit cette augmentation soudaine de la résistance par un phénomène de transition de phase, comme l'eau devient soudain solide avec la température, rappelle Jérôme Crassous. Mais cela ne m'avait pas convaincu et nous avons décidé d'étudier ce phénomène plus en détail. » Notamment en faisant des expériences, que chacun peut refaire à la maison. Prenez par exemple des balais-serpillières faits de plusieurs gros fils. Mettez-les tête-bêche en emmêlant les fils, puis tournez : il devient impossible de séparer les deux balais !

Les chercheurs n'ont pas utilisé ces balais, mais des pinceaux de fils, mis également tête-bêche, puis torsadés ensemble. Puis ils ont mesuré la force de traction en fonction de l'étirement et du nombre de tours. Surprise, l'amplification de la force est régulière et exponentielle, mais ce n'est pas une transition de phase.

Frottements dans systèmes entremêlés

La raison principale est à chercher dans une vieille loi de la mécanique que l'on doit à Coulomb au XVIII^e siècle, pour qui la force nécessaire pour tirer une masse à l'horizontale est proportionnelle à son poids. C'est ainsi que quelques tours de corde autour d'une bitte d'amarrage, sans nœud, suffisent à ce que la corde ne glisse plus. C'est aussi ce qui explique un autre phénomène spectaculaire : deux gros livres aux pages intercalées les unes dans les autres sont très difficiles à séparer, comme l'avait montré, en 2016, l'équipe française de Frédéric Restagno, chercheur CNRS à l'université Paris-Saclay.

Dans le cas des fils torsadés, les frottements ont lieu entre fibres individuelles qui s'enroulent les unes autour des autres. Cela engendre une force de friction très forte, qui augmente avec le nombre de tours, comme l'ont modélisé également les chercheurs. *« Ce travail est très élégant. Il présente une extension naturelle du nôtre sur les livres intercalés, puisqu'il regarde l'amplification des frottements dans les systèmes entremêlés. Mon admiration n'est mâtinée que d'un peu de jalousie de ne pas l'avoir fait avant eux ! »*, apprécie Frédéric Restagno.

En outre, avec leurs expériences et leur théorie, les chercheurs trouvent une formule magique pour prévoir le nombre optimal de tours pour filer une tresse résistante. Ce nombre dépend du rayon de la tresse, de la longueur des fibres individuelles (mais pas de leur diamètre) et du coefficient de frottement entre elles. *« Bien sûr, les filateurs savent faire ! Mais notre travail pourrait les aider si par exemple ils veulent mélanger des fibres différentes »*, indique Jérôme Crassous.

Quant aux Anglais, auteurs de l'étude de 2018, ils n'ont pas dit leur dernier mot. *« Nous pensons qu'il y a aussi des entremêlements et pas seulement des enroulements entre les fibres, qui pourraient expliquer les différences de comportement »*, estime Raymond Goldstein. L'histoire n'est donc pas complètement démêlée.

David Larousserie