

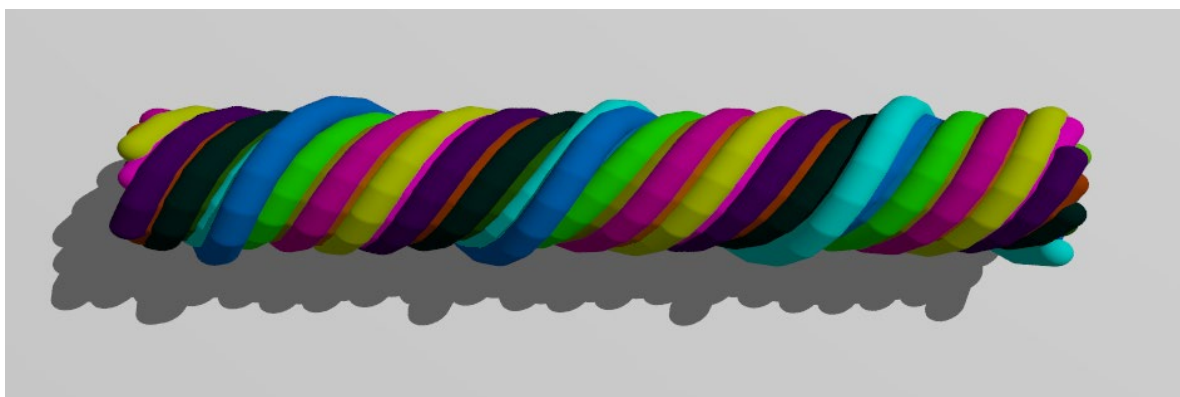
## Comment les fibres jouent collectif pour s'embobiner

**Les bobines de fils de coton produites par les usines textiles peuvent être longues de plusieurs kilomètres alors que les fibres de coton ne sont pas plus grandes que quelques centimètres. Les physiciens caractérisent ici l'amplification non linéaire des forces de contact entre les fibres et la transition entre l'état des fibres individuelles sans cohésion et l'état des fibres assemblées par friction au sein du fil.**

Un fil est construit par l'assemblage de fibres par torsion et ce sont les forces de friction entre les fibres torsadées qui sont à l'origine de leur cohésion. Ces forces augmentent avec la torsion des fibres et lorsqu'elles deviennent suffisamment importantes, les contacts entre fibres sont tels qu'ils empêchent le glissement des fibres les unes par rapport aux autres.

Dans cette étude, en faisant des expériences en laboratoire sur des fibres de coton et en développant un modèle mécanique pour simuler numériquement ces expériences, des physiciens de l'Institut de physique de Rennes (IPR, CNRS/Univ. Rennes) et du Laboratoire fluides automatisme et systèmes thermiques (FAST, CNRS/Univ. Paris-Saclay) montrent que la torsion génère une amplification des forces de friction qui est pilotée par un nombre sans dimension qu'ils ont appelé nombre d'Hercule de torsion. En effet, un nombre d'Hercule similaire a été introduit il y a quelques années pour décrire l'incroyable force de friction générée par les pages entremêlées de deux annuaires, capables de résister au soulèvement d'une voiture<sup>1</sup>. De même qu'il y a une amplification fortement non linéaire de la force de friction entre les pages, c'est-à-dire qu'elle croît beaucoup plus vite que proportionnellement au nombre de pages en contact, il y a pour les fibres une amplification fortement non linéaire de la force de friction avec la torsion. Le nombre d'Hercule de torsion combine en effet l'angle de torsion des fibres, le coefficient de friction, la longueur des fibres et des paramètres géométriques du fil. A cause de cette amplification, le blocage du mouvement des fibres se produit extrêmement brutalement quand la torsion augmente. Pour une certaine valeur dite critique du nombre d'Hercule, les fibres ne peuvent plus glisser et le fil devient mécaniquement stable. Cependant, il ne faut pas que les fibres, sollicitées mécaniquement en tension par la torsion, rompent. Cette condition fixe une valeur optimale du rayon des fils, pour un type de fibres donné.

De façon remarquable, les résultats de cette étude aboutissent la valeur empiriquement employée dans l'industrie textile qui est de 80  $\mu\text{m}$  pour le type de coton utilisé dans l'expérience. Ces résultats sont publiés dans *Physical Review Letters*.



Légende : Vue d'un ensemble fibres torsadées utilisées pour les simulations numériques (fait avec le logiciel POV-Ray). Crédit : Jérôme Crassous, professeur à l'Université de Rennes, IPR (CNRS/Univ. de Rennes).

## Références

---

**“Twist-Controlled” force amplification and spinning tension transition in yarn.** A. Seguin et J. Crassous, *Physical Review Letters*, paru le 18 février 2022.  
DOI: [10.1103/PhysRevLett.128.078002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.078002)  
Archives ouvertes [HAL](#)

## Contacts

---

**Jérôme Crassous** | Professeur à l'Université de Rennes | IPR | [jerome.crassous@univ-rennes1.fr](mailto:jerome.crassous@univ-rennes1.fr)  
**Communication INP-CNRS** | [inp.com@cnrs.fr](mailto:inp.com@cnrs.fr)

---

<sup>i</sup> [https://www.lemonde.fr/sciences/article/2015/12/14/la-force-herculeenne-de-deux-annuaires\\_4831917\\_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2015/12/14/la-force-herculeenne-de-deux-annuaires_4831917_1650684.html)

