

Couche limite de flexion à la jonction de structures élancées

Nathan Vani¹, Alejandro Ibarra¹, Étienne Reyssat¹, José Bico¹, Benoît Roman¹

PMMH, CNRS, ESPCI-PSL, Sorbonne Université, Université Paris Cité, 7 quai Saint-Bernard, 75005 Paris
 nathan.vani@espci.fr

Dans l'étude des structures élancées soumises à de fortes tensions, la rigidité de flexion est généralement négligée. Nos travaux mettent en évidence une exception remarquable à cette hypothèse à la jonction de deux rubans joints de manière à induire une brisure de courbure. En effet, lorsque les rubans sont tirés dans des directions opposées, un angle de liaison invariant par changement d'échelle émerge comme une signature macroscopique des rigidités en flexion [1]. On caractérise cette jonction élastique comme une couche limite entre deux *elasticae*. De plus, on montre que la réponse en torsion de la structure présente un comportement non linéaire surprenamment indépendant du degré d'asymétrie entre les rubans. Cette couche limite est en réalité présente dans de nombreux systèmes solides du quotidien, d'un magazine tenu fermement à un paquet de chips sous pression.

On discute dans un second temps de l'application de cette invariance en échelle de l'angle de jonction à la conception de tubes composites. Alors que les précédents travaux sur les matériaux gonflables inextensibles se fondent plutôt sur la frustration géométrique afin d'induire de la courbure [2,3], nous utilisons ici ces jonctions asymétriques dans des réseaux de tubes parallèles pressurisés. On modélise ainsi la section d'un tube composite comme deux bâtons de Kirchhoff couplés. La rotation entre plusieurs tubes adjacents y est contrôlée par la couche limite de flexion. Nous aborderons pour finir la riche pseudo-dynamique de gonflage de ces tubes composites, avec un régime basse pression régi par des équations de flambement au second ordre. Les objets gonflables ainsi créés présentent des courbures très importantes ainsi qu'une raideur programmable, ce qui permet une application directe à la robotique molle.

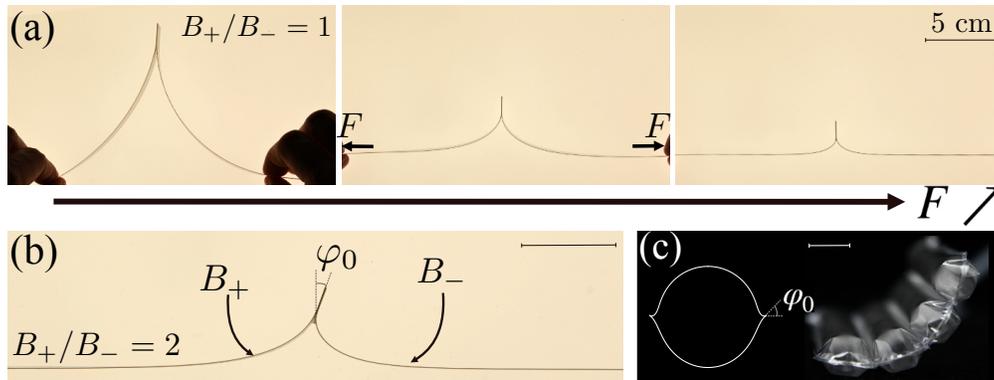


Figure 1. (a) En tirant sur des rubans couplés, on observe la géométrie auto-similaire de leur jonction. (b) L'angle en bout φ_0 ne varie donc pas au cours de l'expérience et est fonction uniquement du ratio des rigidités de flexion B_+/B_- . (c) On utilise cet angle pour contrôler la courbure de réseaux de tubes pressurisés.

Références

1. N. VANI, A. IBARRA, E. REYSSAT, J. BICO, & B. ROMAN, pre-print, arXiv :2410.20511 (2024).
2. E. SIÉFERT, E. REYSSAT, J. BICO, & B. ROMAN, *PNAS*, **116**(34), 16692-16696 (2019).
3. T. GAO, J. BICO, & B. ROMAN, *Science*, **381**(6660), 862-867 (2023).