La mécanique du tricot

Les métamatériaux sont le sujet de nombreuses recherches. J'ai trouvé intéressant d'étudier un métamatériau comme le tricot, paraissant simple mais révélant une mécanique compliquée.

Les métamatériaux et les propriétés physiques qui en découlent font l'objet de nombreuses recherches. Ils sont notamment utilisés dans les domaines du textile ou du renforcement par matériaux composites. Le tricot est considéré comme un métamatériau et permet d'en étudier les différentes réponses mécaniques.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>tricot</i>	<i>knitting</i>
<i>mécanique</i>	<i>mechanics</i>
<i>stick and gliss</i>	<i>stick and gliss</i>
<i>métamatériau</i>	<i>metamaterial</i>

Bibliographie commentée

La différence fondamentale entre un matériau tricoté et un matériau tissé repose sur l'agencement du fil. En effet, pour le premier le fil forme un réseau de boucle alors que le deuxième s'organise suivant des croisements. De cette particularité découle une réponse différente à une même contrainte. Lorsque l'on tire sur un matériau tissé, celui – ci ne se déforme que très peu. En revanche, si l'on tire sur un matériau tricoté, il peut se déformer jusqu'à doubler de taille. Ceci s'explique par une variation de la forme des boucles constitutives du tricot et non du fil lui-même [1],[2],[3],[5]. C'est pourquoi des chercheurs se sont intéressés plus en détail à la mécanique du tricot. Les recherches peuvent être divisées en deux grandes catégories : celles sur la trajectoire et la déformation du fil au sein du tricot et celles sur le tricot en entier étudié numériquement dans des situations des plus simples aux plus complexes. Toutes furent concluantes mais ne permettaient pas d'étudier le tricot dans son intégralité. Dans le premier cas, les conclusions ne s'appliquaient pas au tricot entier ou seulement dans des cas très simples et dans le second, elles ne révélaient pas les interactions sous-jacentes [2],[3],[5]. Récemment, Samuel Poincloux, Mokhtar Adda-Bedia et Frédéric Lechenault ont décidé de décrire à leur tour la mécanique régissant le tricot. Pour se faire ils ont décidé d'envisager une étude « à la physicienne ». Ainsi, ils ont simplifié le problème à l'échelle d'une maille du tricot, avec un fil de nylon, et non de laine, inextensible et en considérant une différence d'un facteur au moins 10 entre le diamètre du fil, la distance entre deux boucles voisines et la taille du tricot. Ces simplifications faites ils se sont notamment intéressés à la réponse mécanique du tricot, aux énergies élastiques mises en jeu et à la dynamique similaire aux avalanches du tricot [2],[3],[5]. J'ai décidé de me concentrer sur les deux premières.

Dans un premier temps, l'étude de la réponse mécanique du tricot à un étirement dans une direction donnée révèle un comportement élastique et reproductible comme escompté, ainsi qu'une hystérésis. Cette dernière est due au phénomène de stick and slip se déroulant à chaque nœud du tricot. En effet, si l'on considère l'énergie élastique du tricot, Samuel Poincloux a pu démontrer que le tricot favorise une énergie de flexion et non d'extension du fil. Lors de l'étirement les boucles vont donc tout d'abord tendre à réduire leur rayon de courbure. De ceci découle un phénomène de frottement au niveau de chaque nœud de la maille, caractéristique du stick and slip [3],[5].

Problématique retenue

Comment un tricot constitué d'un fil quasiment inextensible peut – il autant se déformer ?

Objectifs du TIPE

- 1) Observer une réponse élastique du tricot à une force de traction
- 2) Déterminer qu'elle énergie le tricot favorisera
- 3) Comprendre la mécanique mise en jeu au niveau des nœuds du tricot

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] SAMUEL POINCLoux, MOKHTAR ADDA-BEDIA, FRÉDÉRIC LECHENAULT : Geometry and Elasticity of knitted fabric : <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-01833356/document>
- [2] SAMUEL POINCLoux : La mécanique du tricot : <https://jeunes.sfpnet.fr/2018/10/09/la-mecanique-du-tricot/>
- [3] POUR LA SCIENCE N°506 : La physique du tricot : <https://www.pourlascience.fr/sd/physique/la-physique-du-tricot-18422.php>
- [4] SAMUEL POINCLoux, MOKHTAR ADDA-BEDIA, FRÉDÉRIC LECHENAULT : Crackling dynamics in the mechanical response of knitted fabrics : <https://arxiv.org/pdf/1803.00815.pdf>
- [5] SAMUEL POINCLoux : Elasticité et tremblements du tricot : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01939566v2/document>
- [6] SAMUEL POINCLoux, FRÉDÉRIC LECHENAULT : La physique du tricot : <https://www.youtube.com/watch?v=R5nG-F9jP2U&t=8s>
- [7] MICHAEL SCHIRBER : Stitching together a knit theory : <https://physics.aps.org/articles/v11/66>

DOT

- [1] *Septembre / Octobre : Prise de connaissance de la thèse et des enjeux*
- [2] *Novembre: Premières expériences sur un tricot*
- [3] *Décembre : Exploitation des expériences*
- [4] *Janvier/ Mars : Expériences sur un fil simple et exploitation*