

Cordes d'escalade : étude et optimisation des performances.

La diversité des situations de chute en escalade est très importante et la corde d'assurage doit garantir la sécurité.

De plus, le sujet d'apparence simple peut être approfondi de manière importante et peut être traité, dans un premier temps en utilisant les outils acquis en classe de MPSI puis plus précisément avec les outils de la classe de MP.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- *BERNE Ludovic*

Positionnement thématique (étape 1)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique de la Matière), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Modélisation</i>	<i>Modelling</i>
<i>Module d'Young</i>	<i>Young's modulus</i>
<i>Adaptation</i>	<i>Adaptation</i>
<i>Mesure</i>	<i>Measurements</i>
<i>Déformation</i>	<i>Stress</i>

Bibliographie commentée

La question du choix de la corde, et donc du choc perçu au moment de la chute, est une question très importante lors de la pratique de l'escalade car il en va de la sécurité et de la vie de la personne harnachée. Le développement de cette pratique ludique a amené les fabricants de cordes à améliorer leurs produits, car les premières cordes en chanvre ou en fibre de coco [1] utilisées dans les années 1800 n'apportaient pas la sécurité attendue, de par leur trop forte rigidité qui causait souvent des blessures mortelles. A partir du milieu du XXème, elles sont remplacées par des cordes en nylons et autres polyamides synthétiques [6].

De nos jours, la chute est amortie par le caractère élastique de la corde. Cette réaction à une contrainte se retrouve dans tous les matériaux à des degrés plus ou moins importants, et cette élasticité dépend d'une grandeur caractéristique de la déformation des matériaux : le module d'Young, faisant le lien entre la contrainte et la déformation du matériau. Les mesures menées et les valeurs numériques trouvées pour le module du nylon et des polyamides montrent que sont des matériaux qui se déforment facilement tout en offrant une élasticité bien moindre qu'un simple élastique en caoutchouc [4].

Lors d'une chute, la contrainte exercée sur la corde est inférieure de deux ordres de grandeur au module d'Young des fibres polyamides [7]. La modélisation d'une corde par un ressort suivant la loi

de Hooke est donc utilisée [5] , les chercheurs y ajoutent un modèle de Kelvin-Voigt pour modéliser la dissipation de l'énergie. C'est donc un modèle viscoélastique [2] qui permet d'étudier la force maximale s'exerçant sur le grimpeur lors de sa chute [3].

Problématique retenue

Dans quelle mesure est-il possible de déterminer la corde idéale en fonction de la chute avec une modélisation adéquate ?

Objectifs du TIPE

Etude : D'abord je détermine le module d'Young de la corde. Je m'intéresse ensuite à la dissipation d'énergie, thermiquement, via des frottements solides et une dissipation viscoélastique. La vérification de ces modèles est faite avec une caméra thermique et Python.

Modélisation : Ces modèles sont réalisés sur Python avec la méthode d'Euler en différenciant différentes phases. En comparant avec l'expérience, je détermine les valeurs numériques de certains coefficients liés aux modèles.

Adaptation : Cette modélisation m'offre la possibilité de l'adapter à n'importe quelle chute verticale du moment que l'on connaît le module d'Young de la corde.

Abstract

When a climber fall, his potential energy is dissipated in the rope. This phenomenon depends on characteristics of the rope such as the Young modulus and the viscoelastic coefficient. With experimental studies, I determined these values and implement a numerical model of the rope. We show that the solid frictions model is inappropriate whereas the viscoelastic model match the experimental values. So this algorithm can evaluate the force applied to the climber in order to determine the type of rope he can use.

Références bibliographiques

[1] MR. WECKERLE UFR STABS LYON : Evolution du matériel d'escalade :

https://fr.slideshare.net/Jc_Weckerle/evolution-du-matriel-descalade-et-dalpinisme

[2] ULRICH LEUTHÄUSSER : Théorie viscoélastique des cordes d'escalade :

http://kristinandjerry.name/cmru/rescue_info/Technical%20Rescue%20Research/Viscoelastic%20Theory%20Of%20Climbing%20Ropes%20-%20Leuthausser.pdf

[3] G.W. MILTON, T.J. DICK AND J. BOYER : Sur la corde d'escalade dynamique idéale :

<https://arxiv.org/pdf/1611.04327.pdf>

[4] UNIVERSITÉ DU MANS : description du module d'Young : [http://res-nlp.univ-](http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M03_G01/co/cours_19.html)

[lemans.fr/NLP_C_M03_G01/co/cours_19.html](http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M03_G01/co/cours_19.html)

[5] AJ MCLAREN : Design and performance of ropes for climbing and sailing :

<personal.strath.ac.uk/andrew.mclaren/JMDA75.pdf>

[6] LESARTSDELAGRIMPE.COM : Historique de cordes d'escalade :

<http://www.lesartsdelagrimpe.com/corde-escalade/>

[7] SIMULATIONMATERIAUX.COM : Valeurs du module d'Young de divers matériaux :

http://www.simulationmateriaux.com/ComportementMecanique/comportement_mecanique_Liste_

modules_de_Young.php

[8] SIMULATIONMATERIAUX.COM : Valeurs du module d'Young de divers matériaux :

http://www.simulationmateriaux.com/ComportementMecanique/comportement_mecanique_Liste_modules_de_Young.php