Influence d'un anti-vibrateur sur une raquette de tennis

Ma pratique du tennis m'a conduite à m'intéresser à la manière dont différents paramètres, comme la tension des cordes, peuvent influencer sur la sensation de jeu. Pour ce travail, je me suis restreinte à l'étude de l'impact d'un amortisseur posé sur les cordes d'une raquette.

Après le choc de la balle de tennis, l'anti-vibrateur de la raquette crée une perturbation dans le mouvement déjà existant. Il permet ainsi une rupture du mode principal de vibration de la surface du tamis pour diminuer l'impact des ondes sur le bras du joueur.

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Vibrations</i>	<i>Vibrations</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modelling</i>
<i>Amortissement</i>	<i>Shock absorption</i>
<i>Corde de Melde</i>	<i>Melde's experiment</i>
<i>Equations aux dérivées Partielles</i>	<i>Partial differential equations</i>
<i>partielles</i>	

Bibliographie commentée

Le tennis elbow est un problème médical survenant au niveau du coude [1]. Il peut notamment toucher les joueurs de tennis. En effet, les vibrations dues aux chocs répétés de la balle sur la raquette se propagent dans le bras du joueur et le fragilisent. Pour éviter d'en souffrir le joueur a intérêt à frapper la balle au bon endroit. En effet, il existe un point appelé centre de percussion qui permet de ne pas ressentir de vibrations à l'impact [2]. Cependant ce point ne correspond pas au centre de la raquette qui est l'endroit privilégié par les joueurs pour avoir une frappe puissante et précise. Le joueur peut aussi utiliser un anti-vibrateur qui, comme son nom l'indique, réduit les vibrations dans le cordage. Pour tenter d'optimiser l'amortissement de l'onde, on modélise le phénomène physique qui lui est associé afin de trouver la position idéale d'une masse qui « cassera » les vibrations.

La question des ondes et de leur propagation a été notamment abordée au début du XVIIIe siècle. En 1747, D'Alembert publie un mémoire intitulé *Recherches sur la courbe que forme une corde tendue mise en vibration* [3] où il introduit l'équation aux dérivées partielles qui, selon lui, décrit le mouvement d'une corde en vibration fixée à ses extrémités. Euler et Bernoulli se pencheront également sur ce sujet en fournissant d'autres expressions des solutions [4]. Pour Bernoulli, toute corde en mouvement peut être représentée par une somme de fonctions sinusoïdales. Une polémique porte surtout sur la possibilité d'une solution discontinue. Fourier développe plus tard sa théorie

sur la décomposition d'une fonction comme somme de fonctions trigonométriques : ce sont les séries de Fourier.

Le modèle de D'Alembert peut par exemple décrire une corde pincée comme sur un instrument telle que la guitare, ou frappée comme dans le cas d'une balle rebondissant sur une raquette. On peut imaginer une corde tendue selon un axe x et soumise à des vibrations transversales selon l'axe y . Le modèle en question met en jeu les dérivées partielles secondes de y par rapport à x mais aussi par rapport au temps. Une solution possible se présente donc comme une somme de deux fonctions, une dépendant du temps et l'autre de la position en x . Les conditions initiales impliquent notamment que l'ordonnée est nulle aux extrémités de la corde. La représentation de notre problème de la raquette de tennis se fait sous forme de corde de Melde. L'expérience de Melde consiste à mettre une corde en vibration pour faire apparaître des ventres et des nœuds et ainsi mettre en évidence les interférences. Le phénomène étudié peut être vu comme un assemblage de ressorts reliés les uns à la suite des autres. [5]. Le principe fondamental appliqué à chaque ressort soumis à une force de rappel devrait ensuite permettre de trouver une solution.

Ainsi, parvenir à trouver une solution représentant fidèlement le mouvement d'ondulation de la corde avec une masse peut permettre de trouver une position optimale de cette masse pour que l'amplitude des vibrations soit la plus faible possible. Ce modèle sera alors appliqué à une raquette pour trouver un positionnement approché de la meilleure place pour un anti-vibrateur.

Problématique retenue

Quelle est la position optimale pour un anti-vibrateur sur une raquette de tennis ?

Objectifs du TIPE

Déterminer expérimentalement où placer une masse pour atténuer les vibrations.

Modéliser une corde vibrante avec une masse.

Déterminer grâce à cette modélisation une nouvelle position optimale et comparer avec les résultats expérimentaux.

Comparer les résultats avec les produits du commerce.

Abstract

A well placed dampener can prevent a tennis player from injuries. Indeed, a mass hooked on a rope reduces significantly the vibrations of this one. To represent this phenomenon, I chose a Melde's experiment to which I added a mass and D'Alembert equations were used to equate it. The resolution's focus is on a simplified version of the problem where the mass is in the middle of the rope.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] Tennis Elbow (Lateral Epicondylitis) : <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/tennis-elbow-lateral-epicondylitis/> dernière mise à jour : juin 2015, consultation : 22 janvier 2018

- [2] <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/sports-activites-physiques/tennis/raquette>, consultation : 29/01
- [3] JEAN LE ROND D'ALEMBERT : Recherches sur la courbe que forme une corde tendue mise en vibration : *Histoire de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Berlin (HAB) pour l'année 1747-1750*, p. 214-219
- [4] http://www.edu.upmc.fr/math/prive/guilbaud/Master_Enseignement/M1/MME04_6.pdf, consultation : 22/01/2018
- [5] JUSTINE BUGEAT, WEI LIU, JIA XIN ZHAO, XINWU MO, MATTHIEU FISCH : Contrôle des vibrations d'une raquette de tennis par des matériaux piézoélectriques : *Projet de Physique P6-3 STPI/P6-3/2008 - 24*

DOT

- [1] Recherche d'un modèle théorique permettant de simuler les effets d'un antivibrateur placé sur une raquette de tennis
- [2] Choix de représenter le phénomène à l'aide de l'expérience de la corde de Melde
- [3] Echec de l'étude avec une masse placée à une position quelconque à cause de l'absence de symétrie des équations à gauche et à droite
- [4] Résolution simplifiée avec une masselotte située au milieu de la corde et expérience associée avec une vibration quelconque